

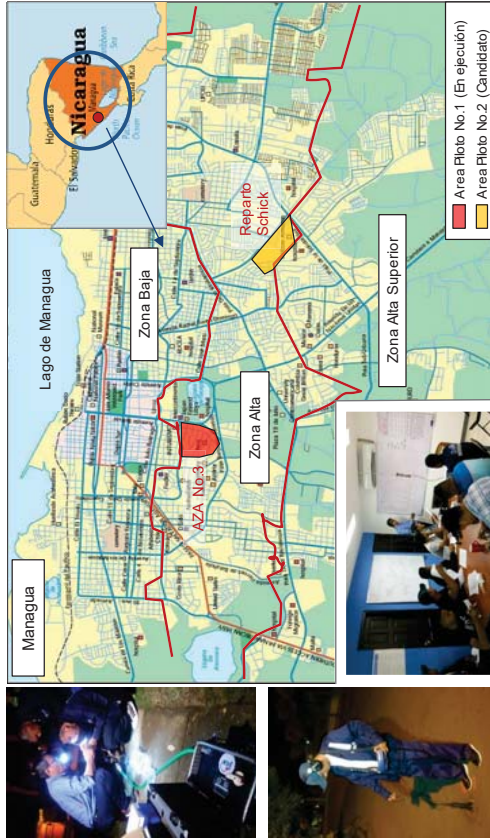
Apéndice 14: Nota Breve del Proyecto
(de 1ra. a 3ra.)

Nota Breve del Proyecto JICA

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua

-Desarrollo de capacidad para elaborar el plan de reducción de ANF de forma eficiente y eficaz-

Diciembre de 2017, Tiempo Final de las actividades de la Fase 1



1. Antecedentes del Proyecto y Problemas

En la República de Nicaragua, el Plan Nacional de Desarrollo Humano posiciona como tema prioritario "un acceso sostenible al agua segura para el pueblo" y está avanzando el fortalecimiento organizacional de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (en adelante denominada como "ENACAL"), encargada de la gestión de implementar servicios de agua potable y alcantarillados en el área metropolitana de Managua y otras ciudades.

En cuanto al desarrollo del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Managua, capital del país, distintas instituciones, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo

distribución de agua, en cooperación con distintos donantes de acuerdo al plan de acción a mediano y largo plazo indicado en el Plan Maestro.

Como consecuencia, ha mejorado en forma significativa la capacidad de ENACAL para el abastecimiento de agua en la ciudad de Managua. Desde el punto de vista del servicio integral de agua potable, sin embargo, aún quedan varios problemas y aun en la zona urbana se encuentran barrios donde no se garantiza el suministro de agua suficiente tiempo. Podemos mencionar las 3 principales razones como las siguientes:

- ❖ Falta de sistema de almacenamiento de agua capaz de responder a la variación de la demanda
- ❖ Estructuración atrasada de las redes eficientes de distribución de agua
- ❖ Pérdidas físicas (fugas de agua), pérdidas comerciales (robo de agua y errores en la lectura de micromedidores), falta de plan de mantenimiento, etc.

Del volumen de agua distribuida a las tuberías, el porcentaje correspondiente al volumen fuera de la facturación se llama Agua No Facturada (en adelante denominada como "ANF") y esto es un indicador importante para la administración de agua potable.

Especialmente la tasa de ANF de la ciudad de Managua es muy alta, estimada entre el 40 y 50 % en 2012. Por lo tanto, la reducción de la tasa de ANF se ha convertido en un desafío prioritario, con el fin de mejorar el estado financiero deficiente de ENACAL y asegurar un fondo necesario de inversión para mejorar el tiempo de abastecimiento.

ENACAL ha venido trabajando para mejorar la red de distribución de agua tomando en cuenta las propuestas del Plan Maestro, la política nacional, los planes estratégicos de ENACAL, etc. con la cooperación de otros donantes. El trabajo más representativo es el método de "Sectorialización" que consiste en dividir la red de distribución de la ciudad en pequeños sectores y administrar el

volumen de distribución y el volumen de facturación por bloques (ver la Figura 4).

Hasta la fecha, se han observado algunos avances en la sectorialización, sin embargo, las medidas contra ANF no están implementadas con efectividad porque no existe un "plan de reducción de ANF a mediano y largo plazo" y porque el problema de ANF no ha sido atendido de manera interinstitucional. Por otro lado, la capacidad de los funcionarios de ENACAL para atender el problema de ANF deja mucho que desear, hay que mejorarla y fortalecerla. No han podido atender de manera eficiente a las fugas de agua en el sistema de abastecimiento (medidores y tuberías) que es la mayor causa de todas las fugas de agua, además, no existe un sistema de capacitación para fortalecer las capacidades de los funcionarios.

Ante esta situación, consideramos necesario que el presente proyecto estructure un mecanismo de ejecución interinstitucional en ENACAL y que ENACAL formule un plan a mediano y largo plazo para reducir ANF de manera continua en la ciudad de Managua. Para ello, se espera que Japón brinde apoyo para preparar una base para fortalecer la capacidad de gestión en ANF de ENACAL e implementar las medidas efectivas de reducción de ANF en la ciudad de Managua, a través del siguiente enfoque de solución a los problemas.

2. Enfoque de solución a los problemas

(1) Resumen del Proyecto

A continuación, se indica el perfil del Proyecto acordado entre JICA y ENACAL.

【Objetivo Superior】

Las actividades de reducción de ANF en la ciudad de Managua se ejecutan de manera planificada.

【Objetivo del Proyecto】

Se tiene la base adecuada para implementar acciones contra ANF en la ciudad de Managua de manera planificada.

【Resultados Esperados】

1) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF.

2) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF.

3) Se fortalece la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias.

4) Se fortalece la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL.

las actividades y resultados esperados del proyecto, los cambios en las actividades y la resolución de problemas.

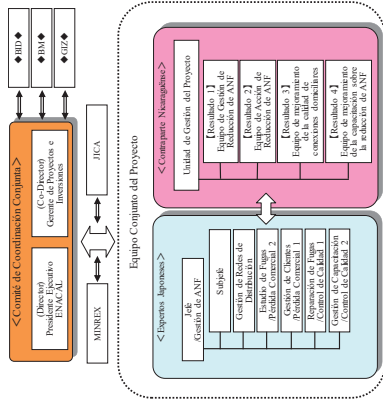


Figura 1: Esquema de ejecución del Proyecto

(3) Concepto del Proyecto

El presente Proyecto consiste en el desarrollo de capacidades, en el cual se establecerá como meta la reestructuración de una base para la reducción continua de ANF por ENACAL; se mejorará su capacidad de afrontar desafíos mediante el fortalecimiento de 4 capacidades; y el equipo de expertos japoneses y ENACAL trabajarán conjuntamente para que se realicen las actividades sostenibles de reducción de ANF.

En la Figura 2 de Concepto, se indica la relación entre el objetivo y resultados esperados del Proyecto que deberán ser logrados por el personal de ENACAL bajo apoyo brindado por expertos japoneses.

Las guías y manuales a ser elaborados en cada una de las actividades formarán parte del plan de implementación de la reducción de ANF que se elaborará en el Resultado 1 y tendrán relaciones con cada uno de los resultados como se indican en la Figura 3.

(2) Esquema de ejecución del Proyecto

La Figura 1 muestra el esquema general de ejecución del Proyecto incluyendo a los expertos japoneses.

Se conforman equipos de trabajo para cada Resultado esperado dentro de ENACAL, y la Unidad de Gestión del Proyecto, órgano superior de estos equipos, gestiona los avances de todo el proyecto y resuelve rápidamente los problemas.

El Comité de Coordinación Conjunta presidido por el Presidente Ejecutivo de ENACAL funciona como un espacio oficial de toma de decisiones para

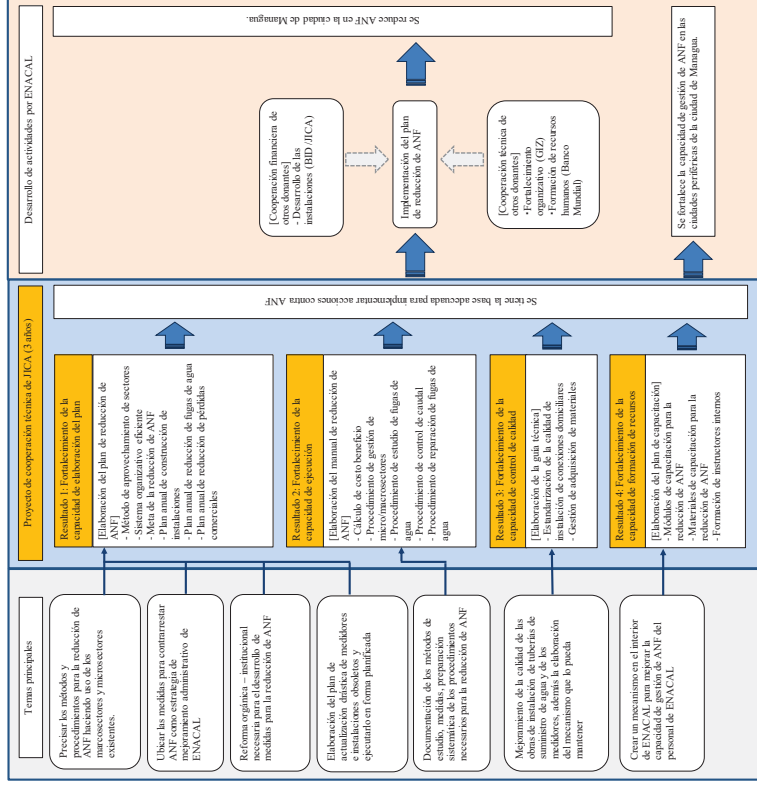


Figura 2: Concepto del Proyecto

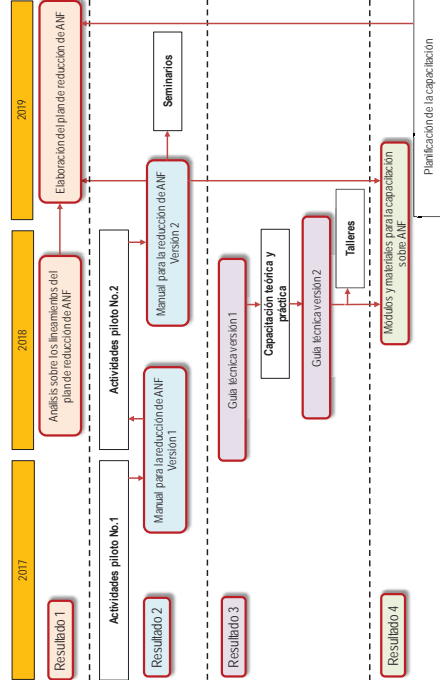


Figura 3: Relaciones entre las guías/manuales y los resultados

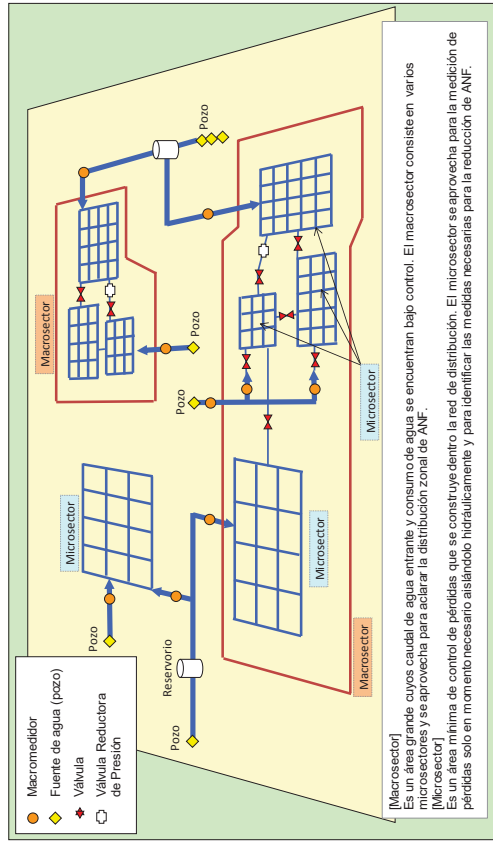


Figura 4: Imagen de la sectorización

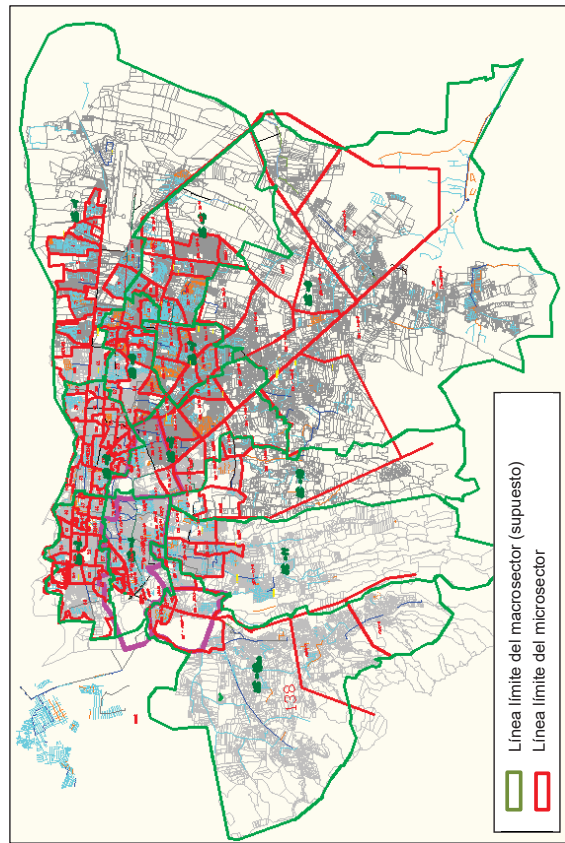


Figura 5: Perfil de sectorización actual en Managua

(4) Lineamientos de actividades

1) Resultado 1: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF

En colaboración con ENACAL, se elaborará un plan práctico y específico para una eficaz y eficiente implementación de la reducción de ANF en la ciudad de Managua. Los siguientes son los 5 lineamientos básicos para lograr el Resultado 1:

- ◆ Organizar los lineamientos de aprovechamiento de los sectores existentes

En el presente proyecto se brindará apoyo para que la contraparte comprenda correctamente los procedimientos y métodos de aprovechamiento efectivo de los microsectores creados por ENACAL, con la finalidad de lograr en el futuro la gestión de ANF a nivel de macrosectores como se indica en la Figura 4.

Específicamente, se propone el lineamiento de gestionar el balance de agua a nivel de macrosectores compuestos por varios microsectores, seleccionar eficientemente los barrios con alta tasa de ANF y priorizar la micro-sectorialización de los barrios seleccionados (Figura 4 y Figura 5).

Después de identificar la distribución de ANF en toda la ciudad de Managua a través de las acciones mencionadas, se aplicarán las medidas específicas contra ANF, priorizando microsectores de los barrios con alta tasa de ANF, lo cual permitirá promover la reducción de la tasa de ANF en forma eficaz y eficiente.

- ◆ Definir la dirección de la mejora de las instalaciones de agua potable

Dentro del “plan de implementación de la reducción de ANF” que se elaborará en el Resultado 1, se incluirá el plan de mejora de las instalaciones de agua potable. En base a las necesidades de ENACAL identificadas en el estudio de Línea Base, se definirá la dirección de la mejora de las instalaciones desde las siguientes perspectivas:

- Mejora de las instalaciones desde la perspectiva de la reducción de ANF

- Mejora de las instalaciones desde la perspectiva de los mejores servicios de agua

- ◆ Proponer la reforma organizacional e institucional

En cuanto a la reforma organizacional e institucional, se propondrá una eficiente estructuración organizacional para la reducción de ANF con suficiente información sobre las tendencias de la reestructuración de ENACAL que se está desarrollando actualmente en cooperación con la GIZ y considerando la coherencia con la política nacional de Nicaragua.

- ◆ Analizar la mejora del sistema de operación y mantenimiento

- Sistema de operación y mantenimiento con eficiencia

En la actualidad, en la ciudad de Managua existen 3 zonas de distribución de agua (zona baja, zona alta y zona alta superior) según su altura sobre el nivel del mar. Esta clasificación fue creada por conveniencia según las fuentes de agua y zonas de distribución y no necesariamente según las redes hidráulicas de distribución. Actualmente la sede central de ENACAL está supervisando todas las redes de distribución en Managua, y desde el punto de vista de la eficiencia se recomienda que se instale una oficina de delegación local en cada barrio responsable de operación y mantenimiento ya que es un sistema de agua potable urbano de un millón de habitantes.

- Autogestión de ANF en cada delegación

Si se logra aplicar el lineamiento de gestión a nivel de macrosectores mencionado anteriormente donde cada delegación local se encarga de gestionar uno o varios macrosectores y donde los límites de las zonas de abastecimiento coinciden con los límites de macrosectores, la delegación local podrá autogestionar ANF de los barrios bajo su

responsabilidad. Se espera que con la aplicación de este método surja el sentimiento de rivalidad entre las delegaciones locales. Además se propondrá mejorar y mantener la motivación del personal, analizando la posibilidad de incluir en el sistema de evaluación del desempeño los resultados obtenidos de las actividades contra ANF de cada delegación.

✦ Contenido del plan de implementación de la reducción de ANF

En el plan de implementación de la reducción de ANF, se incluirán los métodos y procedimientos para desarrollar las medidas de reducción de ANF en forma eficaz y eficiente y se indicarán en forma específica la dirección de la mejora de las instalaciones y del sistema organizacional y el plan operativo anual (POA) de las actividades posteriores.

2) **Resultado 2: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF**

✦ Implementar las medidas equilibradas para la reducción de ANF

La implementación de las medidas para reducir las "pérdidas físicas" y las "pérdidas comerciales" consideradas como causas de ANF generará grandes resultados. La transferencia tecnológica y el fortalecimiento de las capacidades de los funcionarios de ENACAL que contempla el presente proyecto no deberán realizarse con el único objetivo de reducir las pérdidas físicas sino se incluirán, de forma equilibrada, diversas actividades para lograr la reducción de las pérdidas comerciales, entre ellas, la recopilación de la información exacta de los usuarios de los sectores piloto y la obtención de los resultados de la medición exacta a través del uso eficiente de dicha información.

✦ Medidas de reducción de ANF en las áreas piloto

Se prepararán las medidas de reducción de ANF en

6 etapas indicadas en la Figura 6, donde la implementación comienza en la etapa 1 y la estabilización de la tasa de ANF finaliza en la etapa 6.

Las acciones para la reducción de ANF que se realizarán en los sectores piloto del Proyecto cubrirán las primeras tres etapas hasta la etapa de restauración de fugas, y posteriormente en el resto de las etapas se exige que ENACAL se esfuerce por lograr el resultado, aprovechando el sistema de capacitación que se describirá más adelante.

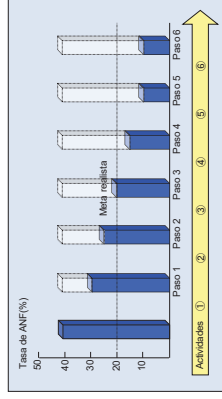


Figura 6: Pasos para el desarrollo de actividades de reducción de ANF

✦ Procedimiento de las actividades de OJT
En la capacitación en el trabajo (en adelante denominada como "OJT") que se realizará en los sectores piloto, se identificará la Línea Base de medidas de reducción de ANF en etapas tempranas y se cuantificará la reducción de ANF alcanzada mediante la implementación de las medidas del Proyecto, con el fin de que el personal de ENACAL pueda ver con sus propios ojos la relación costo-beneficio, comparando los efectos

cuantificados con la inversión. Se promoverá la importancia de la reducción de ANF dando a conocer el resultado al personal de otras secciones y gerencias de ENACAL que no haya participado en OJT, además, se planificarán actividades que sirvan para mejorar la motivación del personal.

3) **Resultado 3: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias**

✦ Mejorar la calidad de las conexiones domiciliarias

Las fugas de agua en las tuberías y micromedidores de conexiones domiciliarias son consideradas como un factor importante de las pérdidas físicas y se requiere mejorar la calidad de las obras de conexiones domiciliarias.

Por otro lado, la falta de resistencia de las cajas para medidores, la inadecuada instalación que impide el trabajo de lectura del medidor y el deficiente control de la precisión de los medidores son otros factores de las pérdidas comerciales. Las medidas que podrían tomarse en este momento son las siguientes:

- Creación de los estándares de obras de instalación fáciles de entender
- Utilización de materiales adecuados
- Mejora de las normas/métodos de instalación de las cajas para medidores
- Estandarización de los requisitos para medidores de agua
- Sensibilización de los usuarios ilegales para promover su legalización
- Promoción del correcto entendimiento sobre las fugas de agua en las viviendas

✦ Elaborar la guía técnica
Para fortalecer la capacidad de control de calidad, se elaborará una guía técnica en conjunto con ENACAL, revisando las especificaciones técnicas que ENACAL ha venido utilizando como referencia y mejorando su contenido de acuerdo al

nivel técnico.

✦ Realizar la capacitación técnica

Se planificará y se realizará una capacitación teórica y otra práctica aplicable a los trabajos de campo. La mayoría del personal que se dedica a las obras de instalación de conexiones domiciliarias no ha recibido una capacitación profesional y está trabajando empíricamente o aprendiendo de sus compañeros de trabajo. Para realizar la capacitación práctica, se elaborarán materiales con la intención de que su contenido sirva para mejorar la técnica práctica.

4) **Resultado 4: Fortalecimiento de la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL**

Aprovechando los conocimientos adquiridos mediante las actividades de los Resultados 2 y 3, se instalará un programa de capacitación permanente en ANF dentro de ENACAL. El programa de capacitación deberá tener un esquema integral, incluyendo los aspectos teóricos y prácticos de ANF. Con estas actividades se formará sucesivamente el personal de ENACAL que se dedique a la aplicación de las medidas de reducción de ANF, con el fin de preparar una base para realizar el fortalecimiento de la capacidad.

Estas actividades serán desarrolladas conjuntamente por la Dirección de Recursos Humanos de ENACAL y el Equipo del Proyecto. Los módulos de capacitación y los materiales didácticos necesarios serán elaborados mediante la discusión entre ambas partes considerando su adaptación en las delegaciones de ENACAL en otros departamentos y regiones para fortalecer las capacidades de gestión de ANF del personal, aunque el proyecto está destinado a ENACAL de Managua.

5) **Capacitación/Seminarios/Talleres**

✦ Capacitación en Japón

Se realizará la capacitación en Japón para que el

personal de ENACAL aprenda y adquiera los métodos prácticos para la gestión de ANF y luego los aplique en forma adecuada a las condiciones actuales de la ciudad de Managua.

Para funcionarios superiores al rango de jefe, se brindarán oportunidades de adquirir el know-how práctico que les permita profundizar aún más los conocimientos sobre la administración de los servicios del agua y reconocer cómo debe ser el sistema organizacional para implementar de manera planificada las medidas contra AFN, en cooperación con las entidades del agua de Japón.

Para el personal técnico, se brindarán oportunidades de aprendizaje no sólo sobre las técnicas contra ANF sino también el control de calidad de equipos y materiales y las técnicas de supervisión con la intención de ampliar sus conocimientos teóricos y prácticos.

◆Seminarios/Talleres

Se planificará la celebración de talleres y seminarios con el fin de presentar a las personas involucradas los resultados de las actividades del Proyecto y difundir las directrices técnicas y guías elaboradas.

3. Resultados de la práctica del enfoque

(1) Actividades para el Resultado 1

1) Estudio de Línea Base

El resultado 1 es el fortalecimiento de la capacidad de elaboración de planes, y aunque tiene como objetivo la reducción de ANF en toda la ciudad de Managua, la reducción de ANF contribuye a mejorar diversos indicadores de rendimiento de los servicios del agua, por lo que es importante reconocer estos indicadores como puntos de referencia.

En los primeros 3 meses a partir del inicio del proyecto, se realizó el estudio de reconocimiento de la situación actual de las medidas contra AFN

en la ciudad de Managua y se identificaron las tareas a resolver. Como consecuencia, se compilaron ordenadamente todos los datos del tema de ANF que hasta entonces se contabilizaban de manera independiente en cada sección. Los integrantes del Proyecto por parte de ENACAL tomaron en cuenta los resultados de dicho estudio y trabajaron para visibilizar los resultados de las actividades desarrolladas durante el Proyecto.

Hasta entonces ENACAL no tenía un documento ordenado como esto que sirviera como valor de Línea Base, por lo tanto, este resultado es sumamente útil para ENACAL. Actualmente los funcionarios de ENACAL ya saben reconocer cuantitativamente los datos básicos importantes para desarrollar el Proyecto.

Asimismo, este estudio permitió conocer correctamente el perfil general de las actividades asociadas a AFN en la ciudad de Managua así como las tareas pendientes de ENACAL, y definir claramente la dirección hacia donde se dirige el Proyecto en su conjunto. Además, se ratificó el valor de Línea Base para monitorear/evaluar los avances del cumplimiento de los resultados y objetivos del Proyecto.

Los indicadores de rendimiento que muestran el desempeño de los servicios del agua se calcularon tomando en cuenta los parámetros por rubros como la operación, venta, energía y administración. En caso de la tasa de ANF, uno de los indicadores técnicos, el resultado del cálculo fue de un 54.9% en toda la ciudad de Managua en 2016. Como indicadores no técnicos, se definieron los rubros como la tasa de cobro, costo de energía eléctrica por volumen de producción, costo de abastecimiento, etc.

2) Estudio de la situación actual de la red de distribución de agua en la ciudad de Managua

Mejorar la red de distribución de agua en la ciudad de Managua para que tenga un aspecto eficiente es un proceso muy importante en la gestión de AFN. Actualmente existe una gran diferencia entre el sistema de transmisión y distribución de agua

propuesto por el Plan Maestro y el sistema actual, mientras tanto, la misma ENACAL no comprendía exactamente la situación actual de la transmisión y distribución de agua desde un panorama más amplio.

La altura sobre el nivel del mar de la ciudad de Managua va subiendo a medida que se dirige hacia el Sur desde el Lago de Managua situada al Norte de la ciudad. En los últimos años, existe un marcado aumento de la población hacia la zona alta del Sur. Esto ha obligado a restringir el volumen de abastecimiento en la zona baja del Norte y a distribuir el agua por horario. Los datos cuantitativos lo confirman.

Otra de las actividades desarrolladas en el Proyecto fue el fortalecimiento de las técnicas de medición para conocer exactamente las operaciones actuales del agua. Una de las actividades fue la medición con caudalímetro ultrasónico y datalogger de presión realizada en colaboración entre los funcionarios del Departamento de Operaciones y la División de ANF de ENACAL, la cual resultó en el mejoramiento de la capacidad técnica de los funcionarios y el fortalecimiento de la coordinación entre los departamentos.

Particularmente, cuando se requería una orientación técnica para instalar caudalímetros en las tuberías de diámetros grandes, se realizó la transferencia tecnológica en forma de OJT, por ejemplo, las técnicas de posicionamiento utilizando un papel calibrado impermeable, el criterio de fiabilidad de los valores medidos y el método de protección de los equipos.

3) Evaluación del sistema de operaciones de agua

Además de la medición real del volumen actual de transmisión y distribución de agua, se realizaron análisis del volumen de facturación, volumen de producción (volumen de distribución) y volumen de demanda en horas pico en los sectores de distribución existentes (12 sectores).

El análisis del balance de agua por sector permitió mostrar con datos cuantitativos cuáles son los

barrios con abastecimiento inestable y los estanques de distribución no utilizados efectivamente. Por ejemplo, en los sectores de la zona baja de la ciudad de Managua, no se puede garantizar suficiente abastecimiento en muchos barrios. Una clara muestra es el sector de distribución San Cristóbal donde la cobertura real de abastecimiento es de apenas 20% del volumen de demanda.

Asimismo, dicho análisis evidenció la falta de abastecimiento en muchos barrios de la ciudad durante las horas pico cuando incrementa la demanda del agua, así como la falta absoluta de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua. De 12 sectores analizados, en 9 se observa la falta de volumen de abastecimiento en horas pico.

Estas informaciones serán compartidas entre el Equipo del Proyecto en las reuniones regulares y serán utilizadas como documento base para revisar las mejores medidas en componentes estructurales que deben ser desarrolladas en paralelo con las medidas contra ANF.

4) Lineamientos para aprovechar los sectores de distribución existentes

En las reuniones regulares del Proyecto, se corroboraron mutuamente la situación actual y las tareas pendientes de la red de distribución de agua en la ciudad de Managua. El Equipo del Proyecto propone métodos específicos de aprovechamiento de los sectores de distribución existentes para implementar las medidas de reducción de ANF de manera eficiente y eficaz, los cuales han sido discutidos en reiteradas ocasiones.

Los funcionarios de ENACAL superiores al rango de jefe han aprendido las técnicas de gestión sectorial de Japón a través del curso de capacitación en Japón, por lo que saben bien la intención y la pertinencia de las propuestas del Equipo del Proyecto, además, se está construyendo un consenso alrededor de la dirección para el futuro.

(2) Actividades para el Resultado 2

En las actividades piloto iniciadas a partir de abril del 2017, se brindaron las siguientes orientaciones técnicas en la modalidad de OJT, y los funcionarios de ENACAL están en proceso de aprendizaje de técnicas prácticas necesarias para la reducción de ANF.

Dentro de las actividades piloto realizadas entre junio y agosto del 2017, la capacitación teórica sobre las técnicas de reducción de ANF sirvió para que los técnicos de campo mejoraran sus capacidades. En el segundo semestre del 2017, la contraparte ya podía realizar diversas actividades sin acompañamiento del experto japonés, entre ellas, la planificación de las mediciones, preparación de los equipos y materiales, contabilización de los resultados, hasta podía proponer asuntos que deben ser mejorados en el futuro.

1) Transferencia tecnológica

- Método de investigación de usuarios y actualización del catastro de usuarios
- Medición del caudal mínimo nocturno y método de análisis
- Sub-sectorialización de la red de distribución y tecnología de medición directa del volumen de pérdidas
- Método de estudio del volumen de uso de agua en horario nocturno y método de identificación de las fugas en las viviendas
- Tecnología de detección de fugas de tipos acústico y correlativo
- Trabajo en coordinación con el departamento de lectura de medidores para la gestión correcta de ANF.

2) Monitoreo de ANF

Las actividades en el sector piloto 1 (en adelante, "AZA 3") están programadas hasta el primer semestre del 2018. El análisis de costo-efectividad se realizará en la última fase de una serie de

actividades, sin embargo, en este momento están comprobados los siguientes resultados con datos cuantitativos.

✧ Tasa de ANF

Valor de Línea Base: 55.7% (Promedio del año 2016) → 52.4% (Diciembre de 2017)

✧ Volumen de agua distribuida por día en promedio

Valor de Línea Base: 4,095m³/día (Promedio del año 2016)

→ 3,366m³/día (Diciembre de 2017)

3) Composición de ANF

En la Figura 8 se muestra la composición de ANF identificada en el AZA 3.

En este trabajo de análisis, se aplicó la técnica de medición donde se divide la red de tuberías del AZA 3 en pequeños sectores (sub-sectorialización), luego se mide el volumen de pérdidas generadas en cada sector directamente con medidor en horas nocturnas.

El volumen de ANF que se obtiene restando el volumen de facturación del volumen de distribución incluye otros volúmenes clasificados como "Otros", por ejemplo, el volumen excluido de la facturación por razones de clasificación del uso y el volumen no medibles con medidores.

Las pérdidas que permiten esclarecer la causa inmediatamente cuando se mide el volumen de pérdidas en horas nocturnas, pueden ser contabilizadas clasificándolas como agua ilegal (robo de agua) o fugas de agua.

Sin embargo, las pérdidas que no permiten esclarecer la causa fácilmente en ese momento, por ejemplo, las que no permiten localizar la ubicación de la pérdida y las tuberías que no aparecen en el plano existente, son tratadas como no clasificadas, y es necesario seguir estudiando para esclarecer la causa.

A finales de noviembre del 2017, aproximadamente el 40% del volumen de pérdidas

reales aún queda sin esclarecer la causa. Las pérdidas comerciales como robo de agua son mayores que las pérdidas físicas como fugas de agua.

Las actividades en el AZA 3 se encuentran en su proceso, sin embargo, ya se han compartido con la contraparte los métodos de cálculo para componentes de ANF y los valores estimados en este momento.

Particularmente, podemos afirmar que es un gran logro el haber transferido a la contraparte las tecnologías de "Sub-sectorialización" y "Técnica de medición del volumen de pérdidas mediante el uso de las tuberías temporales y medidores de agua" como técnicas prácticas para definir el porcentaje de las pérdidas físicas (pérdidas verdaderas) y las pérdidas comerciales (pérdidas aparentes).



Foto: Robo de agua (Conexión ilegal de con tubería de By-Pass)

(3) Actividades para el Resultado 3

Estas actividades se realizarán a partir de la Fase 2 (año 2018) del período del Proyecto.

(4) Actividades para el Resultado 4

Estas actividades se realizarán a partir de la Fase 2 (año 2018) del período del Proyecto.

(5) Capacitación en Japón

Se realizó una capacitación en Japón para 5 personas de cargos administrativos durante 10 días aproximados a partir de 28 de agosto de 2017. Los

temas de capacitación se muestran a continuación:

Temas	Contenidos
Método de operación de los servicios de agua potable	Sistema organizacional, Administración del personal, Atención a usuarios, Sistema de facturación
Método de planificación	Plan operativo anual (POA), Plan de capacitación
Método de reducción de ANF	Lineamiento para el aprovechamiento de sectores, Gestión de recursos hídricos, Sistema de micromedición
Control de calidad de conexiones domiciliarias	Instalación de certificación de medidores, fábricas de medidores

Durante la capacitación, los participantes lograron experimentar y adquirir el know-how práctico de la gestión de ANF gracias a la cooperación de la Oficina del Agua del Gobierno Metropolitano de Tokio, profundizaron aún más el entendimiento sobre las actividades que se están desarrollando en el proyecto piloto y reconocieron las tareas pendientes en Managua.

Como resultado, ahora las instrucciones a los funcionarios de otras secciones y la verificación de los resultados se realizan más rápido que antes y de esta manera están contribuyendo enormemente al desarrollo de las actividades del Proyecto.

4. Innovaciones y lecciones aprendidas en la ejecución del Proyecto

(1) Sistema de ejecución del Proyecto

Cuando se inició el Proyecto, se creó un mecanismo de trabajo que permitiera resolver problemas como ENACAL en su conjunto a través del monitoreo de las actividades y resultados obtenidos de los equipos conformados para cada Resultado esperado, gestionando de manera integral los avances y cumplimientos de las actividades de cada Resultado esperado.

Especialmente, la creación de la "Unidad de Gestión del Proyecto" aparte del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto contribuyó a la gestión de los avances de todo el Proyecto y a la pronta resolución de los problemas.

(2) Composición del Comité de Coordinación Conjunta

Como planteamiento en el sistema operativo, se puede mencionar el establecimiento de las funciones de sub clases debajo del cargo de Director del Proyecto y Gerente del Proyecto. Aunque dentro de ENACAL la facultad de decisión final se confiere al Presidente Ejecutivo, éste por sus múltiples actividades diarias no es posible que realice el monitoreo general del Proyecto ni que esté al tanto de su desarrollo con frecuencia.

Ante estas circunstancias, se decidió a nombrar al Gerente de Proyectos e Inversiones que administraba en forma unificada los proyectos del BID y del Banco Mundial como Co-Director, además, se designó en el cargo de Subgerente a un directivo que se desempeñaba como asesor técnico de la presidencia.

Como consecuencia, diversos problemas incluyendo la eliminación de los factores que impiden la gestión, la toma de decisiones y el avance del proyecto fueron resueltos fácilmente en las reuniones regulares, se construyó un consenso

completo entre las reuniones regulares y el Comité de Coordinación Conjunta y se desarrollaron programas de actividades sin inconvenientes.

(3) Visualización del Desarrollo de capacidades

En los Resultados 2 y 3, se proyecta la capacitación técnica del personal de ENACAL en forma de OJT. Para poder visualizar el nivel de fortalecimiento de capacidades antes y después del Proyecto, se realizó la evaluación de capacidades de los principales funcionarios en la etapa del estudio de Línea de Base.

Esta evaluación se realizó en forma de entrevista individual donde se estableció por consenso mutuo el nivel técnico actual basándose en la autoevaluación de cada uno y tras la entrevista e intercambio de opiniones con el Equipo del Proyecto.

Al revisar esta Hoja de evaluación nuevamente en el punto intermedio y punto final del Proyecto, podrán verificar visualmente cómo han mejorado las técnicas y conocimientos adquiridos a través del Proyecto.

(4) Análisis de causas de ANF

Se señala que un factor que impedía la reducción de ANF en la ciudad de Managua hasta la fecha es la no existencia de los datos de análisis exacto de los componentes de ANF. Las pérdidas comerciales y las físicas causadas por ANF tienen sus respectivas causas, sin embargo, no se puede proponer las medidas eficaces hasta que se conozca exactamente el porcentaje y la situación real de las mismas.

El presente Proyecto considera como un pilar de sus actividades "Conocer exactamente las causas de ANF en los sectores piloto" y para ello realiza la transferencia tecnológica práctica en modalidad de OJT.

(5) Colaboración con otros donantes

1) Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
El BID desempeña un rol sumamente importante

Monitoreo de ANF mensual en AZA No.3 (año 2017)

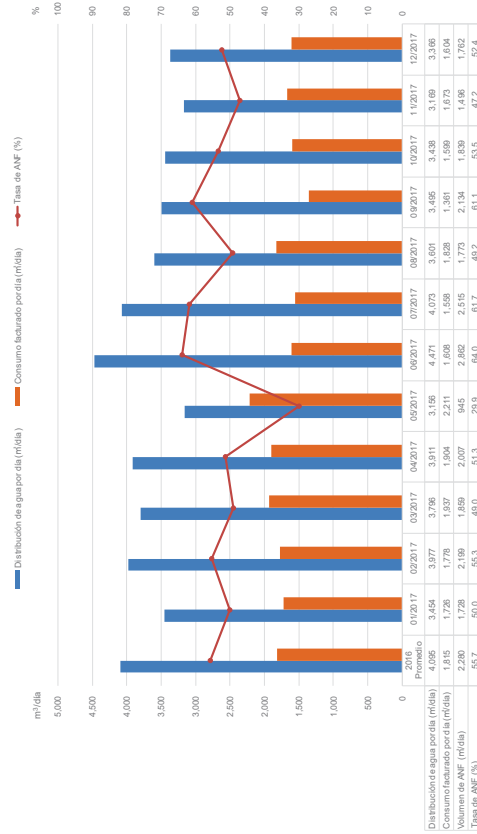


Figura 7: Variación de ANF mensual en el área piloto No.1 (AZA No.3)

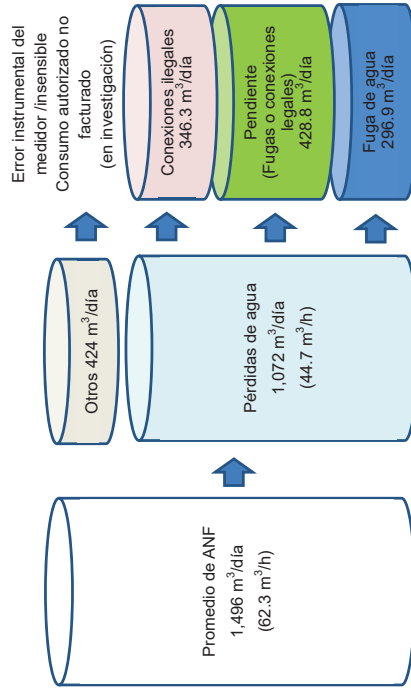


Figura 8: Composición estimativa de ANF en el área piloto No.1 (AZA No.3, Nov/2017)

en el aspecto del suministro de fondos para el acondicionamiento de las instalaciones de acueducto y alcantarillado que se encuentra dentro del plan estratégico de ENACAL.

Si se logra cumplir el objetivo final del presente Proyecto, la reducción de ANF, habrá menos inversiones en el desarrollo de nuevas fuentes de agua y podrán destinarse lo ahorrado para nuevas inversiones en equipos. Para maximizar los resultados del Proyecto y para que estos sean sostenibles, es preferible trabajar en paralelo con la renovación drástica de las instalaciones obsoletas de transmisión y distribución de agua. Se considera sumamente válida la opción de mejoramiento de las instalaciones con los fondos del BID.

El BID ha manifestado su política de continuar con el apoyo a ENACAL y planea iniciar nuevos proyectos en 2018 o después.

Se espera una mayor sinergia de apoyo de ambas instituciones de Japón y el BID donde el presente Proyecto de cooperación técnica defina claramente los procedimientos y técnicas eficientes y eficaces para reducir ANF y los funcionarios de ENACAL con capacidad técnica participen activamente en la operación de los futuros proyectos del BID.

2) Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ)

El gobierno de Alemania a partir del año 2011 puso en marcha el Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento (PROATAS), se incluyeron acciones para el mejoramiento organizacional de ENACAL y el fortalecimiento del sistema de gestión de operación y mantenimiento a nivel de las delegaciones departamentales y regionales.

En el marco de la cooperación técnica de JICA para la ciudad de Managua, se prevé la creación de un sistema de capacitación dentro de ENACAL para fortalecer constantemente las técnicas de reducción de ANF.

En las delegaciones departamentales y regionales también el tema de ANF es considerado como un tema importante, por lo tanto, se espera que con la coordinación de proyectos de ambas instituciones se fortalezca el sistema de reducción de ANF a nivel nacional en toda Nicaragua.

3) Banco Mundial (BM)

Los sectores piloto del presente Proyecto se seleccionan entre los sectores formados a través de la cooperación de otros donantes en el pasado. El AZA 3 donde actualmente se desarrollan actividades es uno de los sectores beneficiados por la sectorización con el apoyo del BM antes del 2015. La coordinación de apoyo de ambas instituciones se logra heredando el apoyo en componentes estructurales del BM y desarrollando el proyecto piloto de reducción de ANF de Japón.

Por otro lado, el BM ha venido brindando apoyo para la formulación del Plan Nacional de Recursos Hídricos de la República de Nicaragua desde abril del 2016 y ENACAL es el organismo responsable de coordinación por parte de Nicaragua.

Dicho plan establece el año 2030 como año meta y propone algunos acuíferos subterráneos que se deben ser estudiados prioritariamente, de acuerdo al diagnóstico de recursos hídricos de todo el territorio, la explotación de las aguas y el balance de agua, el análisis económico, etc.

En la ejecución del plan de implementación de la reducción de ANF que se formulará en el presente proyecto, cuando se revise el volumen de la futura demanda del agua y la necesidad de desarrollar fuentes subterráneas, se espera hacer uso de los resultados de dichos estudios.

【Período del Proyecto】

De enero de 2017 a diciembre de 2019 (Previsto)

【Documentos de Referencia】

Informe del Estudio de Planificación Detallada sobre el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua (Julio de 2016, JICA)

Informe Final del Estudio de Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua (Diciembre de 2005, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-II (Diciembre de 1998, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-I (Febrero de 1995, JICA)

Nota Breve del Proyecto JICA

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua

-Desarrollo de capacidad para elaborar el plan de reducción de ANF de forma eficiente y eficaz-

Diciembre de 2018, Tiempo Final de las actividades de la Fase 2



1. Antecedentes del Proyecto y problemas

En la República de Nicaragua, el Plan Nacional de Desarrollo Humano posiciona como tema prioritario “un acceso sostenible al agua segura para el pueblo” y está avanzando el fortalecimiento organizacional de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (en adelante denominada como “ENACAL”), encargada de la gestión de implementar servicios de agua potable y alcantarillados en el área metropolitana de Managua y otras ciudades.

En cuanto al desarrollo del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de

Managua. ENACAL ha venido desarrollando varios proyectos, tales como el desarrollo y reparación de fuentes de agua con el fin de incrementar el volumen de suministro y la ampliación del sistema de transmisión y distribución de agua, en cooperación con distintos donantes de acuerdo al plan de acción a mediano y largo plazo indicado en el Plan Maestro.

Como consecuencia, ha mejorado en forma significativa la capacidad de ENACAL para el abastecimiento de agua en la ciudad de Managua. Desde el punto de vista del servicio integral de agua potable, sin embargo, aún quedan varios problemas y aun en la zona urbana se encuentran barrios donde no se garantiza el suministro de agua suficiente tiempo. Podemos mencionar las 3 principales razones como las siguientes:

- ❖ Falta de sistema de almacenamiento de agua capaz de responder a la variación de la demanda
- ❖ Estructuración atrasada de las redes eficientes de distribución de agua
- ❖ Pérdidas físicas (fugas de agua), pérdidas comerciales (robo de agua y errores en la lectura de micromedidores), falta de plan de mantenimiento, etc.

Del volumen de agua distribuida a las tuberías, el porcentaje correspondiente al volumen fuera de la facturación se llama Agua No Facturada (en adelante denominada como “ANF”) y esto es un indicador importante para la administración de agua potable.

Especialmente la tasa de ANF de la ciudad de Managua es muy alta, estimada entre el 40 y 50 % en 2012. Por lo tanto, la reducción de la tasa de ANF se ha convertido en un desafío prioritario, con el fin de mejorar el estado financiero deficiente de ENACAL y asegurar un fondo necesario de inversión para mejorar el tiempo de abastecimiento.

ENACAL ha venido trabajando para mejorar la red de distribución de agua tomando en cuenta las propuestas del Plan Maestro, la política nacional,

los planes estratégicos de ENACAL, etc. con la cooperación de otros donantes. El trabajo más representativo es el método de “Sectorización” que consiste en dividir la red de distribución de la ciudad en pequeños sectores y administrar el volumen de distribución y el volumen de facturación por bloques (ver la Figura 4).

Hasta la fecha, se han observado algunos avances en la sectorización, sin embargo, las medidas contra ANF no están implementadas con efectividad porque no existe un “plan de reducción de ANF a mediano y largo plazo” y porque el problema de ANF no ha sido atendido de manera interinstitucional. Por otro lado, la capacidad de los funcionarios de ENACAL para atender el problema de ANF deja mucho que desear, hay que mejorarla y fortalecerla. No han podido atender de manera eficiente a las fugas de agua en el sistema de abastecimiento (medidores y tuberías) que es la mayor causa de todas las fugas de agua, además, no existe un sistema de capacitación para fortalecer las capacidades de los funcionarios.

Ante esta situación, consideramos necesario que el presente proyecto estructure un mecanismo de ejecución interinstitucional en ENACAL y que ENACAL formule un plan a mediano y largo plazo para reducir ANF de manera continua en la ciudad de Managua. Para ello, se espera que Japón brinde apoyo para preparar una base para fortalecer la capacidad de gestión en ANF de ENACAL e implementar las medidas efectivas de reducción de ANF en la ciudad de Managua, a través del siguiente enfoque de solución a los problemas.

2. Enfoque de solución a los problemas

(1) Resumen del Proyecto

A continuación, se indica el perfil del Proyecto acordado entre JICA y ENACAL.

【Objetivo Superior】

Las actividades de reducción de ANF en la ciudad de Managua se ejecutan de manera planificada.

【Objetivo del Proyecto】

Se tiene la base adecuada para implementar acciones contra ANF en la ciudad de Managua de manera planificada.

【Resultados Esperados】

1) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF.

2) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF.

3) Se fortalece la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias.

4) Se fortalece la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL.

las actividades y resultados esperados del proyecto, los cambios en las actividades y la resolución de problemas.

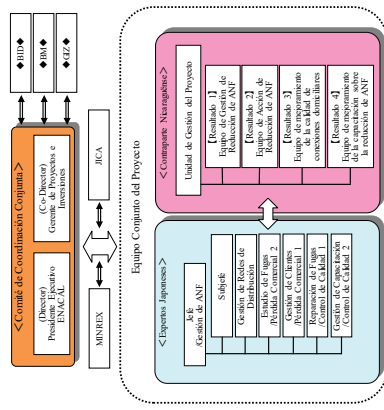


Figura 1: Esquema de ejecución del Proyecto

(3) Concepto del Proyecto

El presente Proyecto consiste en el desarrollo de capacidades, en el cual se establecerá como meta la estructuración de una base para la reducción continua de ANF por ENACAL; se mejorará su capacidad de afrontar desafíos mediante el fortalecimiento de 4 capacidades; y el equipo de expertos japoneses y ENACAL trabajarán conjuntamente para que se realicen las actividades sostenibles de reducción de ANF.

En la Figura 2 de Concepto, se indica la relación entre el objetivo y resultados esperados del Proyecto que deberán ser logrados por el personal de ENACAL bajo apoyo brindado por expertos japoneses.

Las guías y manuales a ser elaborados en cada una de las actividades formarán parte del plan de implementación de la reducción de ANF que se elaborará en el Resultado 1 y tendrán relaciones con cada uno de los resultados como se indican en la Figura 3.

(2) Esquema de ejecución del Proyecto

La Figura 1 muestra el esquema general de ejecución del Proyecto incluyendo a los expertos japoneses.

Se conforman equipos de trabajo para cada Resultado esperado dentro de ENACAL, y la Unidad de Gestión del Proyecto, órgano superior de estos equipos, gestiona los avances de todo el proyecto y resuelve rápidamente los problemas.

El Comité de Coordinación Conjunta presidido por el Presidente Ejecutivo de ENACAL funciona como un espacio oficial de toma de decisiones para

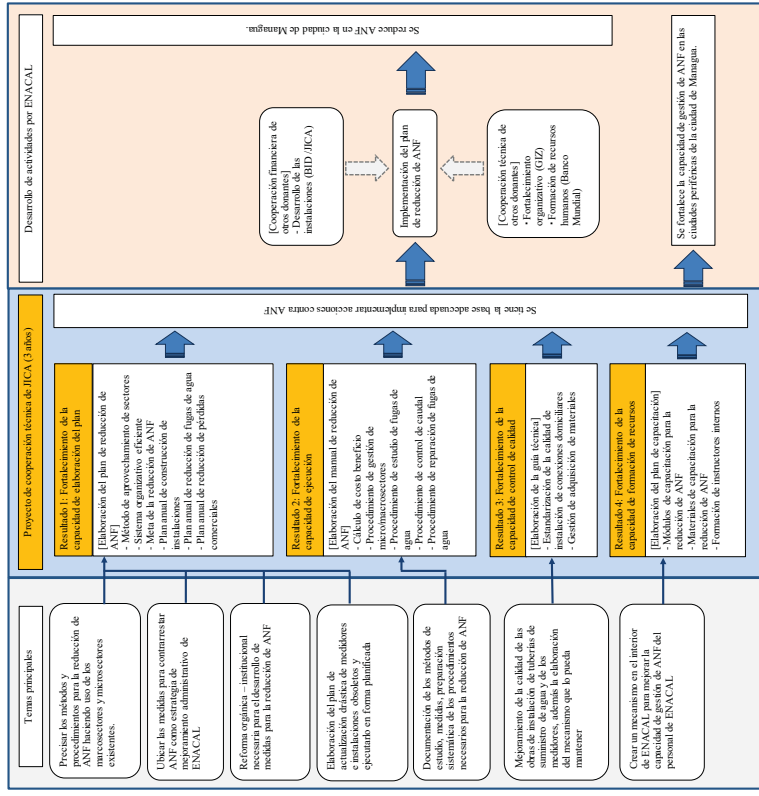


Figura 2: Concepto del Proyecto

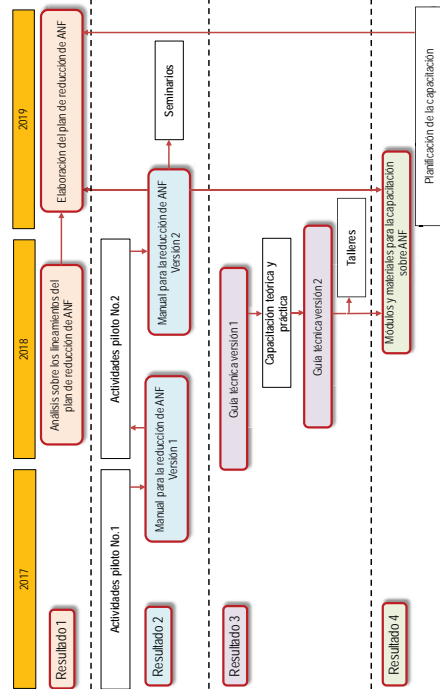


Figura 3: Relaciones entre las guías/manuales y los resultados

(4) Lineamientos de actividades

1) Resultado 1: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF

En colaboración con ENACAL, se elaborará un plan práctico y específico para una eficaz y eficiente implementación de la reducción de ANF en la ciudad de Managua. Los siguientes son los 5 lineamientos básicos para lograr el Resultado 1:

- ◆ Organizar los lineamientos de aprovechamiento de los sectores existentes

En el presente proyecto se brindará apoyo para que la contraparte comprenda correctamente los procedimientos y métodos de aprovechamiento efectivo de los microsectores creados por ENACAL, con la finalidad de lograr en el futuro la gestión de ANF a nivel de macrosectores como se indica en la Figura 4.

Específicamente, se propone el lineamiento de gestionar el balance de agua a nivel de macrosectores compuestos por varios microsectores, seleccionar eficientemente los barrios con alta tasa de ANF y priorizar la micro-sectorialización de los barrios seleccionados

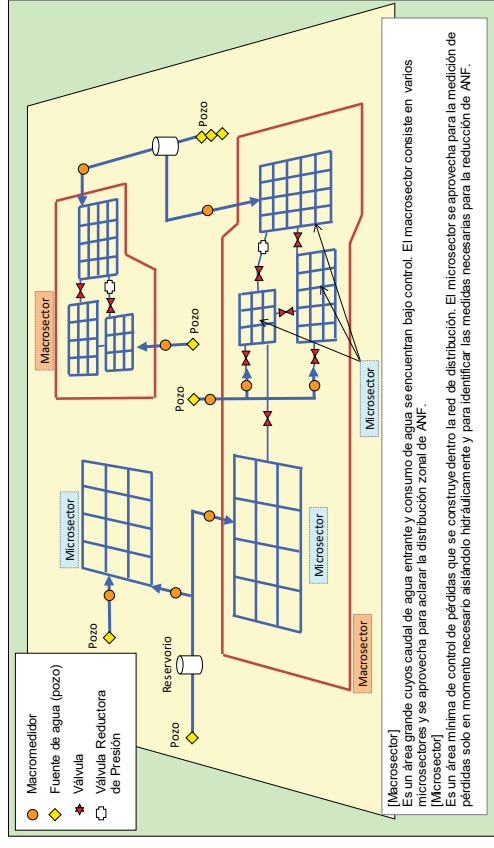


Figura 4: imagen de la sectorización

◆ Proponer la reforma organizacional e institucional

En cuanto a la reforma organizacional e institucional, se propondrá una eficiente estructuración organizacional para la reducción de ANF con suficiente información sobre las tendencias de la reestructuración de ENACAL que se está desarrollando actualmente en cooperación con la GIZ y considerando la coherencia con la política nacional de Nicaragua.

- ◆ Analizar la mejora del sistema de operación y mantenimiento

- Sistema de operación y mantenimiento con eficiencia

En la actualidad, en la ciudad de Managua existen 3 zonas de distribución de agua (zona baja, zona alta y zona alta superior) según su altura sobre el nivel del mar. Esta clasificación fue creada por conveniencia según las fuentes de agua y zonas de distribución y no necesariamente según las redes hidráulicas de distribución. Actualmente la sede central de ENACAL está supervisando todas las redes de

distribución en Managua, y desde el punto de vista de la eficiencia se recomienda que se instale una oficina de delegación local en cada barrio responsable de operación y mantenimiento ya que es un sistema de agua potable urbano de un millón de habitantes.

-Autogestión de ANF en cada delegación

Si se logra aplicar el lineamiento de gestión a nivel de macrosectores mencionado anteriormente donde cada delegación local se encarga de gestionar uno o varios macrosectores y donde los límites de las zonas de abastecimiento coinciden con los límites de macrosectores, la delegación local podrá autogestionar ANF de los barrios bajo su responsabilidad. Se espera que con la aplicación de este método surja el sentimiento de rivalidad entre las delegaciones locales. Además se propondrá mejorar y mantener la motivación del personal, analizando la posibilidad de incluir en el sistema de evaluación del desempeño los resultados obtenidos de las actividades contra ANF de cada delegación.

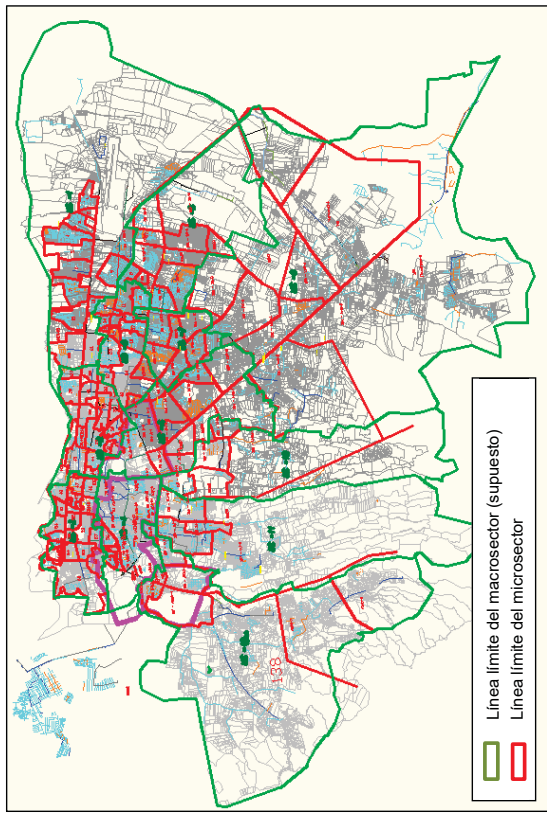


Figura 5: Perfil de sectorización actual en Managua

✦ Contenido del plan de implementación de la reducción de ANF

En el plan de implementación de la reducción de ANF, se incluirán los métodos y procedimientos para desarrollar las medidas de reducción de ANF en forma eficaz y eficiente y se indicarán en forma específica la dirección de la mejora de las instalaciones y del sistema organizacional y el plan operativo anual (POA) de las actividades posteriores.

2) **Resultado 2: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF**

✦ Implementar las medidas equilibradas para la reducción de ANF

La implementación de las medidas para reducir las “pérdidas físicas” y las “pérdidas comerciales” consideradas como causas de ANF generará grandes resultados. La transferencia tecnológica y el fortalecimiento de las capacidades de los funcionarios de ENACAL que contempla el presente proyecto no deberán realizarse con el único objetivo de reducir las pérdidas físicas sino se incluirán, de forma equilibrada, diversas actividades para lograr la reducción de las pérdidas comerciales, entre ellas, la recopilación de la información exacta de los usuarios de los sectores piloto y la obtención de los resultados de la medición exacta a través del uso eficiente de dicha información.

✦ Medidas de reducción de ANF en las áreas piloto

Se prepararán las medidas de reducción de ANF en 6 etapas indicadas en la Figura 6, donde la implementación comienza en la etapa 1 y la estabilización de la tasa de ANF finaliza en la etapa 6.

Las acciones para la reducción de ANF que se realizarán en las áreas piloto del Proyecto cubrirán hasta el inicio de la etapa 3 que corresponde al tiempo de la reparación de fugas, y posteriormente en el resto de las etapas se exige que ENACAL se esfuerce por lograr el resultado, aprovechando el

sistema de capacitación que se describirá más adelante.

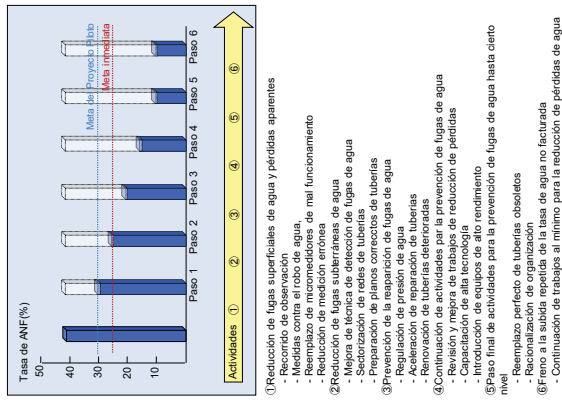


Figura 6: Pasos para el desarrollo de actividades de reducción de ANF

✦ Procedimiento de las actividades de OJT

En la capacitación en el trabajo (en adelante denominada como “OJT”) que se realizará en los sectores piloto, se identificará la Línea Base de medidas de reducción de ANF en etapas tempranas y se cuantificará la reducción de ANF alcanzada mediante la implementación de las medidas del Proyecto, con el fin de que el personal de ENACAL pueda ver con sus propios ojos la relación costo-beneficio, comparando los efectos cuantificados con la inversión. Se promoverá la importancia de la reducción de ANF dando a conocer el resultado al personal de otras secciones y gerencias de ENACAL que no haya participado en OJT, además, se planificarán actividades que sirvan para mejorar la motivación del personal.

3) **Resultado 3: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias**

✦ Mejorar la calidad de las conexiones domiciliarias

Las fugas de agua en las tuberías y micromedidores de conexiones domiciliarias son consideradas como un factor importante de las pérdidas físicas y se requiere mejorar la calidad de las obras de conexiones domiciliarias.

Por otro lado, la falta de resistencia de las cajas para medidores, la inadecuada instalación que impide el trabajo de lectura del medidor y el deficiente control de la precisión de los medidores son otros factores de las pérdidas comerciales. Las medidas que podrían tomarse en este momento son las siguientes:

- Creación de los estándares de obras de instalación fáciles de entender
- Utilización de materiales adecuados
- Mejora de las normas/métodos de instalación de las cajas para medidores

- Estandarización de los requisitos para medidores de agua
- Sensibilización de los usuarios ilegales para promover su legalización
- Promoción del correcto entendimiento sobre las fugas de agua en las viviendas

✦ Elaborar la guía técnica

Para fortalecer la capacidad de control de calidad, se elaborará una guía técnica en conjunto con ENACAL, revisando las especificaciones técnicas que ENACAL ha venido utilizando como referencia y mejorando su contenido de acuerdo al nivel técnico.

✦ Realizar la capacitación técnica

Se planificará y se realizará una capacitación teórica y otra práctica aplicable a los trabajos de campo. La mayoría del personal que se dedica a las obras de instalación de conexiones domiciliarias no ha recibido una capacitación profesional y está trabajando empíricamente o aprendiendo de sus compañeros de trabajo. Para realizar la

capacitación práctica, se elaborarán materiales con la intención de que su contenido sirva para mejorar la técnica práctica.

4) **Resultado 4: Fortalecimiento de la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL**

Aprovechando los conocimientos adquiridos mediante las actividades de los Resultados 2 y 3, se instalará un programa de capacitación permanente en ANF dentro de ENACAL. El programa de capacitación deberá tener un esquema integral, incluyendo los aspectos teóricos y prácticos de ANF. Con estas actividades se formará sucesivamente el personal de ENACAL que se dedique a la aplicación de las medidas de reducción de ANF, con el fin de preparar una base para realizar el fortalecimiento de la capacidad.

Estas actividades serán desarrolladas conjuntamente por la Dirección de Recursos Humanos de ENACAL y el Equipo del Proyecto. Los módulos de capacitación y los materiales didácticos necesarios serán elaborados mediante la discusión entre ambas partes considerando su adaptación en las delegaciones de ENACAL en otros departamentos y regiones para fortalecer las capacidades de gestión de ANF del personal, aunque el proyecto está destinado a ENACAL de Managua.

5) **Capacitación/Seminarios/Talleres**

✦ Capacitación en Japón

Se realizará la capacitación en Japón para que el personal de ENACAL aprenda y adquiera los métodos prácticos para la gestión de ANF y luego los aplique en forma adecuada a las condiciones actuales de la ciudad de Managua.

Para funcionarios superiores al rango de jefe, se brindarán oportunidades de adquirir el know-how práctico que les permita profundizar aún más los conocimientos sobre la administración de los servicios del agua y reconocer cómo debe ser el

sistema organizacional para implementar de manera planificada las medidas contra AFN, en cooperación con las entidades del agua de Japón.

Para el personal técnico, se brindarán oportunidades de aprendizaje no sólo sobre las técnicas contra ANF sino también el control de calidad de equipos y materiales y las técnicas de supervisión con la intención de ampliar sus conocimientos teóricos y prácticos.

◆Seminarios/Talleres

Se planificará la celebración de talleres y seminarios con el fin de presentar a las personas involucradas los resultados de las actividades del Proyecto y difundir las directrices técnicas y guías elaboradas.

3. Resultados de la práctica del enfoque

(1) Actividades para el Resultado 1

1) Gestión de ANF por cada delegación

Como una medida básica para reducir ANF de manera eficiente en la ciudad de Managua, ENACAL proyecta dividir la ciudad en cuatro delegaciones locales y delegar las facultades de gestión de usuarios y de mantenimiento para que cada delegación local fuera responsable de gestión de ANF (Figura 7).

De estas cuatro delegaciones locales previstas, se acordó comenzar primero con la Delegación Altamira. Como primer paso, se inició un proyecto con los fondos del BID. La creación de la Delegación Altamira es un caso modelo, y para las demás delegaciones locales es necesario ir definiendo cómo desarrollar la descentralización durante las Actividades para el Resultado 1.

El proyecto del BID se inició a partir del 2018. Se pretende independizar varios macrosectores ubicados en el centro de la ciudad de Managua como áreas de gestión comercial de la Delegación Altamira y reestructurar el sistema organizativo.

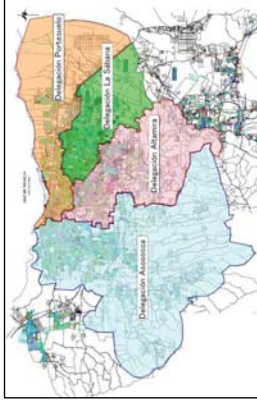


Figura 7. Relación entre delegación y su área de gestión comercial

En las Actividades para el Resultado 1, se propusieron las áreas que estarían bajo la responsabilidad de la Delegación Altamira tomando en cuenta la coordinación con el proyecto del BID. El catastro de usuarios y las rutas de lectura de medidores de ENACAL no concuerdan con los límites de macrosectores, por lo que es imposible conocer la situación de ANF a nivel de macrosectores.

Para definir las áreas de gestión comercial de la Delegación Altamira, es necesario tener congruencia con los actuales límites de macrosectores. Para ello, el Proyecto realiza el estudio de las condiciones hidráulicas y el estudio situacional de las áreas de distribución, igualmente brinda asistencia técnica para determinar los límites apropiados.

Las actividades del Proyecto permitieron que ENACAL tomara fuerte consciencia sobre la importancia de realizar la gestión de ANF a nivel de macrosectores. Para equipar las instalaciones de la Delegación Altamira necesarias para desarrollar la gestión de ANF, se utilizarán los fondos del BID y otros.

Para la creación de la Delegación Altamira, se señalan cuatro principales actividades que deberá emprender por parte de ENACAL. La primera es coincidir las áreas comerciales con los límites de macrosectores existentes. La segunda es administrar correctamente el volumen de agua de varios macrosectores dentro de su área de

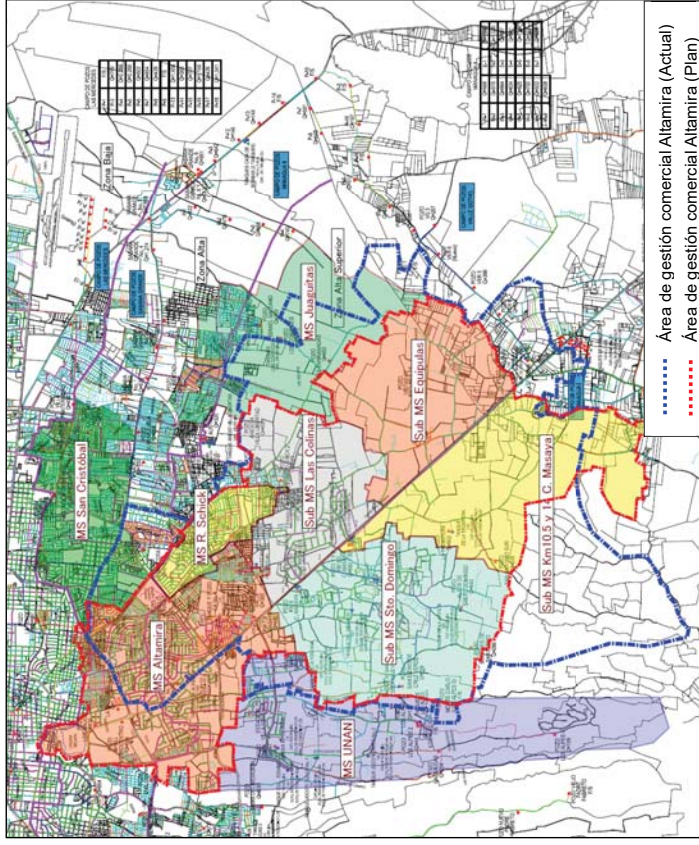


Figura 8: Área de gestión comercial Altamira y límite del macrosector

responsabilidad. La tercera es actualizar los datos de usuarios del área comercial a los datos más recientes. Por último, realizar una medición exacta del volumen de distribución y el volumen de facturación en el área comercial.

Si se logra desarrollar la reestructuración de los límites para la gestión de ANF en las demás delegaciones locales aplicando el mismo enfoque de descentralización utilizado para la creación de la Delegación local Altamira actualmente en proceso, esto permitirá dar un panorama claro de la distribución de ANF en toda la ciudad de Managua. Asimismo, si cada delegación local logra la autogestión de ANF, se generará el sentimiento de competencia entre las delegaciones locales y cada delegación local tomará las medidas adecuadas a su situación de ANF. De igual manera, para desarrollar la reducción de ANF en forma más

efectiva, creemos que será necesario analizar la pertinencia de introducir el mecanismo de incentivos para los funcionarios de ENACAL encargados de las medidas contra ANF.

2) Lineamientos organizados para el aprovechamiento de micro/macrosectores

Con respecto a los lineamientos de aprovechamiento de macrosectores, estamos suponiendo la reestructuración de los macrosectores, la mayor precisión en el control de caudal/presión y la administración del volumen de transmisión y distribución por área de gestión comercial como se mencionaba anteriormente. Referente a los lineamientos de aprovechamiento de microsectores, podemos mencionar la definición clara del ente responsable de gestión de macrosectores, la creación de una Dirección o División encargada de revisión y actualización de

la información sobre las redes de tuberías y el control preciso de caudal, entre otros. El Equipo del Proyecto ha discutido en reiteradas ocasiones sobre los métodos de aprovechamiento de los sectores de distribución existentes para una eficaz y eficiente implementación de la reducción de ANF.

(2) Actividades para el Resultado 2

Las actividades en el área piloto No.1 (en adelante, AZA No.3) se realizaron desde abril del 2017 hasta abril del 2018. Actualmente, se están realizando actividades en el área piloto No.2 (en adelante, MS No.61), las cuales continuarán hasta alrededor de agosto del 2019.

El objetivo de las actividades piloto es identificar los componentes de ANF, luego comprender los métodos y procedimientos para reducir ANF de manera eficiente en poco tiempo.

En AZA No.3, se identificaron otros elementos importantes de ANF aparte de las fugas de agua, son los medidores deficientes y el uso ilegal de agua. Si bien las medidas contra las pérdidas físicas son efectivas para la reducción de ANF, si no se promueven las medidas contra las pérdidas comerciales, entre ellas, las conexiones ilegales y la actualización del catastro de usuarios, la reducción de ANF no tendría efecto.

Con respecto a las actividades de MS No.61, se observa la incuestionable mejoría en las capacidades técnicas de los funcionarios de la Dirección de ANF sin necesidad de acompañamiento de los expertos japoneses, ya que sin ayuda de ellos son capaces de formular los planes de medición, preparar los materiales y equipos, contabilizar los resultados y proponer los aspectos que deben ser mejorados en el futuro.

1) Transferencia tecnológica

- Método de estudio del volumen de uso de agua en horario nocturno y método de identificación de las fugas en las viviendas

- Método de investigación de usuarios y actualización del catastro de usuarios

- Medición del caudal mínimo nocturno y método de análisis

- Sub-sectorialización de la red de distribución y tecnología de medición directa del volumen de pérdidas

- Tecnología de detección de fugas de tipos acústico y correlativo

- Trabajo en coordinación con el departamento de lectura de medidores para la gestión correcta de ANF.

2) Monitoreo de ANF

Los resultados del monitoreo se muestran en la Figura 9. Los resultados de las actividades en AZA No.3 son los siguientes.

❖ Tasa de ANF y volumen de distribución promedio diario

Área	Periodo de estudio	Tasa de ANF	Vol. de distribución promedio diario	Vol. de facturación promedio diario
AZA No.3	Línea de Base	55.4%	4,028 m ³ /d	1,797 m ³ /d
	Al finalizar las actividades	37.3%	3,228 m ³ /d	2,024 m ³ /d
MS No.61	Línea de Base	42.5%	1,717 m ³ /d	987 m ³ /d
	Al finalizar las actividades	-	-	-

*1 La Línea de Base es la media del 2016.

*2 La Línea de Base es la media del 2017.

3) Análisis costo-beneficio

Después de continuar el monitoreo de ANF, se establecieron dos beneficios como se muestran en la Figura 10.

El primero es el beneficio (incremento de ingresos) generado por la posibilidad de transferir el volumen de distribución disminuido en AZA No.3 hacia otras áreas.

El segundo es el beneficio (incremento de ingresos) generado por la transformación del volumen de Agua No Facturada producido dentro de AZA No.3 en volumen de Agua Facturada.

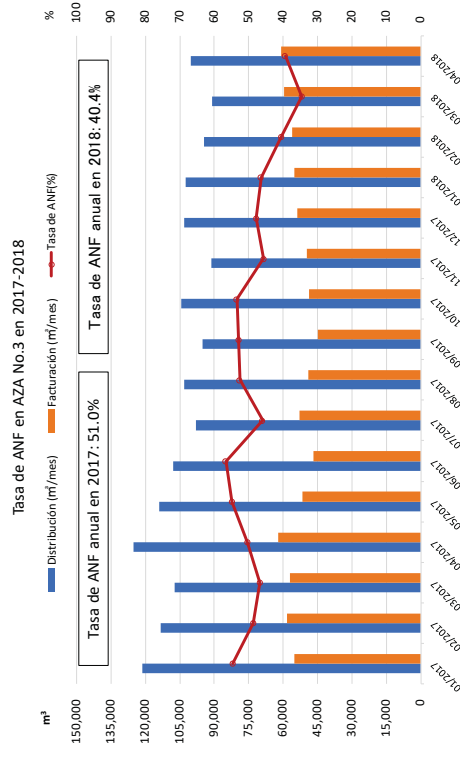


Figura 9: Monitoreo de ANF en el área piloto No.1 (AZA No.3)

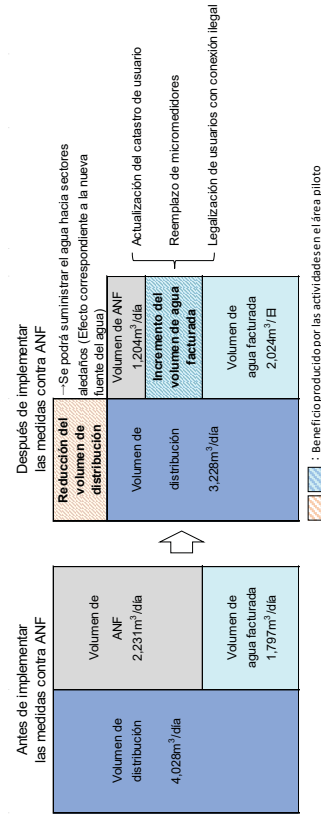


Figura 10: Imagen de efectos de las medidas contra ANF

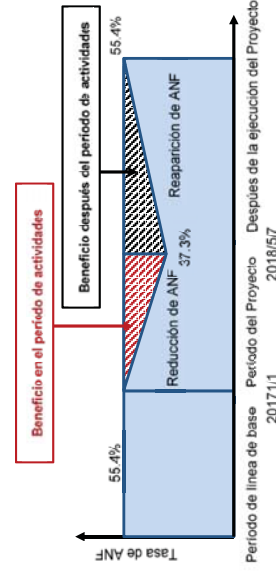


Figura 11: Imagen de período de generación del beneficio

En la Figura 11 se muestran las imágenes del período y el volumen de generación de dichos beneficios. Con la reducción de ANF como resultado de la implementación de las actividades piloto, estos beneficios incrementan paulatinamente y registran su máximo al finalizar las actividades (el triángulo rojo de la Figura). Posteriormente, la ANF reaparece e incrementa gradualmente (debido a los nuevos surgimientos de fugas de agua y robo de agua como factor humano, etc.), por lo que los beneficios van reduciéndose por un volumen constante hasta que ANF regrese completamente al nivel anterior (el triángulo negro de la Figura).

Como indicadores de efectos de las actividades piloto, se analizaron los siguientes cuatro indicadores.

En caso de AZA No.3, los resultados muestran que se obtuvieron suficientes efectos en todos los indicadores. Por ejemplo, el indicador del costo necesario para reducir ANF en un 1m³/día (Indicador A) demuestra que se logró aumentar el volumen de distribución con menor costo que producir el agua porque el costo de reducción de ANF es inferior al costo de producción de agua abastecida por ENACAL.

Indicador	Resultado del análisis	
	Costo por unidad de volumen ahorrado	Costo unitario de producción de producción
A:	Costo generado C\$4.002/m ³	< C\$9.86/m ³
B:	Período para recuperar el costo de las medidas contra ANF	Período de efectividad 41 meses
C:	Relación Costo-beneficio	> 1
D:	Tasa Interna de Retorno (TIR)	> 8%

(3) Actividades para el Resultado 3
1) Reconocimiento de los desafíos alrededor

de las conexiones domiciliarias

Como un desafío representativo de las conexiones domiciliarias que enfrenta ENACAL, podemos mencionar las obras de baja calidad debido a la falta de conocimientos básicos. Entre algunos ejemplos de obras de conexiones domiciliarias practicadas por ENACAL, podemos señalar la conexión de tubos de PVC con calentamiento a fuego directo para ensanchar el diámetro sin utilizar un conector para ese fin (Fotografía 1), el uso excesivo de codos en los tubos para instalar medidores (Fotografía 2), el contacto directo de piedras grandes con los tubos en el momento del entierro, entre otros, todos los cuales aumentan el riesgo de fugas de agua.

Se planificó un curso de capacitación para que los técnicos fontaneros adquirieran conocimientos básicos sobre las fugas de agua y técnicas correctas de las obras y entendieran cuáles son las obras incorrectas, los puntos de atención, etc. con la finalidad de mejorar la calidad de obras.



Foto 1: Imagen del calentamiento del tubo PVC a fuego directo



Foto 2: Instalación del medidor y tubos con codos

2) Realización de capacitación técnica

Para mejorar las capacidades técnicas de los funcionarios técnicos encargados de conexiones domiciliarias y reparaciones, se realizó el (primer) curso de capacitación combinando la capacitación teórica (clase en aula) y otra práctica (experiencia). En el curso de capacitación, participaron un total de 16 personas incluyendo el personal que trabaja el tema de mejora de la calidad de conexiones domiciliarias de la sede central de ENACAL, además de los delegados o representantes de las delegaciones departamentales y regionales.

Durante el curso se elaboró un sistema de conexión de tuberías con fines de capacitación (Figura 12). Esto fue elaborado utilizando tuberías y conexiones domiciliarias realmente utilizadas en la ciudad de Managua, de manera que los participantes del curso podrán hacer uso de las técnicas aprendidas en este curso directamente en su lugar de trabajo.

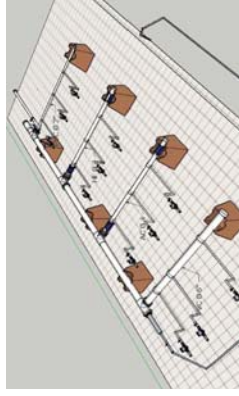


Figura 12: Esquema del sistema de conexión de tuberías con fines de capacitación

Los miembros que participan en el primer curso de capacitación fungirán como instructores de otros funcionarios de ENACAL para replicar el segundo y los posteriores cursos. Por esta razón, los participantes de este curso están suficientemente conscientes de las iniciativas propias que deben tener. Los principales contenidos del curso de capacitación son los siguientes.

Al finalizar el curso de capacitación, se realizó un examen para comprobar el nivel de adquisición de conocimientos y técnicas, y todos los participantes aprobaron.

Rubro	Contenido
Clase en aula	Generalidades de los proyectos de agua potable, Descripción general/fundamentos de las conexiones domiciliarias, Planificación y trabajo de instalación de conexiones domiciliarias, Estudio de caso y Conexiones domiciliarias en Japón
Práctica	Corte/ conexión/ instalación de tuberías de abastecimiento



Foto 3: Imagen de la capacitación práctica

(4) Actividades para el Resultado 4

Estas actividades se realizarán a partir de la Fase 3 (año 2019) del período del Proyecto.

(5) Capacitación en Japón/Taller de trabajo

1) Capacitación en Japón

Se realizó 1ra. capacitación en Japón para 5 personas de cargos administrativos durante 10 días aproximados a partir de 28 de agosto de 2017. Los temas de capacitación se muestran a continuación:

Temas	Contenidos
Método de operación de servicios de agua potable	Sistema organizacional, Administración del personal, Atención a usuarios, Sistema de facturación
Método de planificación	Plan operativo anual (POA), Plan de capacitación
Método de reducción de ANF	Lineamiento para el aprovechamiento de sectores,

	Gestión de recursos hídricos, Sistema de micromedición
Control de calidad de las conexiones domiciliarias	Instalación de certificación de medidores, fábricas de medidores domiciliarios



Foto 4: Imagen de la capacitación práctica

El Segundo curso de capacitación en Japón de 2 semanas de duración dirigido a cinco personas de nivel técnico se realizó a partir del 27 de agosto del 2018. Los temas impartidos son las siguientes.

Temas
Casos reales de administración eficiente de distribución de agua
Gestión de usuarios y métodos de atención a reclamos
Medidas de detección y prevención de fugas de agua (método de aprovechamiento de sectores y control de presión)
Método de control de calidad de conexiones domiciliarias (medidores de agua)
Método de control de calidad de materiales de agua potable (válvulas, materiales para la reparación de fugas de agua)
Niveles exigidos de supervisión de obras y calidad de obras a través de las visitas al lugar de obras de conexiones domiciliarias

Durante la capacitación, los participantes lograron experimentar y adquirir el know-how práctico de la gestión de ANF gracias a la cooperación de la Oficina del Agua del Gobierno Metropolitano de Tokio, profundizaron aún más el entendimiento sobre las actividades que se están desarrollando en el proyecto piloto y reconocieron las tareas pendientes en Managua.

Como resultado, ahora las instrucciones a los funcionarios de otras secciones y la verificación de los resultados se realizan más rápido que antes y de esta manera están contribuyendo enormemente al desarrollo de las actividades del Proyecto.



Foto 5: Imagen del Segundo curso de capacitación en Japón

2) Taller de trabajo

Con el objetivo de divulgar los resultados y las lecciones aprendidas del Proyecto piloto en AZA No.3 a nivel interno de ENACAL, se realizó un taller de trabajo. Participaron los jefes de la sede central de ENACAL, delegados y encargados de ANF de las delegaciones departamentales y regionales y personas relacionadas al Proyecto de GIZ quienes intercambiaron las opiniones activamente.



Foto 6: Demostración del método de medición del volumen de fugas de agua

El método de medición del volumen de fugas de agua adoptado en las actividades piloto se llama "Método de medición directa". En las delegaciones

departamentales y regionales donde hay poca población con cobertura de agua, la posibilidad de aplicación de este método es mayor que en la ciudad de Managua, por lo tanto, se espera que este método también se desarrolle en las actividades de reducción de ANF a nivel nacional en toda Nicaragua.

4. Innovaciones y lecciones aprendidas en la ejecución del Proyecto

(1) Sistema de ejecución del Proyecto

Cuando se inició el Proyecto, se creó un mecanismo de trabajo que permitiera resolver problemas como ENACAL en su conjunto a través del monitoreo de las actividades y resultados obtenidos de los equipos conformados para cada Resultado esperado, gestionando de manera integral los avances y cumplimientos de las actividades de cada Resultado esperado.

Especialmente, la creación de la "Unidad de Gestión del Proyecto" aparte del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto contribuyó a la gestión de los avances de todo el Proyecto y a la pronta resolución de los problemas.

(2) Composición del Comité de Coordinación Conjunta

Como planteamiento en el sistema operativo, se puede mencionar el establecimiento de las funciones de sub clases debajo del cargo de Director del Proyecto y Gerente del Proyecto. Aunque dentro de ENACAL la facultad de decisión final se confiere al Presidente Ejecutivo, éste por sus múltiples actividades diarias no es posible que realice el monitoreo general del Proyecto ni que esté al tanto de su desarrollo con frecuencia.

Ante estas circunstancias, se decidió a nombrar al Gerente de Proyectos e Inversiones que administraba en forma unificada los proyectos del BID y del Banco Mundial como Co-Director,

además, se designó en el cargo de Subgerente a un directivo que se desempeñaba como asesor técnico de la presidencia.

Como consecuencia, diversos problemas incluyendo la eliminación de los factores que impiden la gestión, la toma de decisiones y el avance del proyecto fueron resueltos fácilmente en las reuniones regulares, se construyó un consenso completo entre las reuniones regulares y el Comité de Coordinación Conjunta y se desarrollaron programas de actividades sin inconvenientes.

(3) Visualización del Desarrollo de capacidades

En los Resultados 2 y 3, se proyecta la capacitación técnica del personal de ENACAL en forma de OJT. Para poder visualizar el nivel de fortalecimiento de capacidades antes y después del Proyecto, se realizó la evaluación de capacidades de los principales funcionarios en la etapa del estudio de Línea de Base.

Esta evaluación se realizó en forma de entrevista individual donde se estableció por consenso mutuo el nivel técnico actual basándose en la autoevaluación de cada uno y tras la entrevista e intercambio de opiniones con el Equipo del Proyecto.

Al revisar esta Hoja de evaluación nuevamente en el punto intermedio y punto final del Proyecto, podrán verificar visualmente cómo han mejorado las técnicas y conocimientos adquiridos a través del Proyecto.

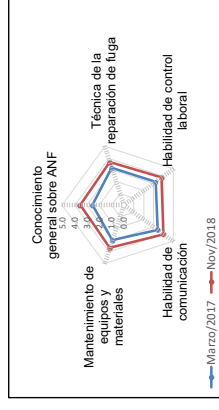


Figura 13: Ejemplo de evaluación de capacitación del personal

(4) Análisis de causas de ANF

Se señala que un factor que impedía la reducción de ANF en la ciudad de Managua hasta la fecha es la no existencia de los datos de análisis exacto de los componentes de ANF. Las pérdidas comerciales y las físicas causadas por ANF tienen sus respectivas causas, sin embargo, no se puede proponer las medidas eficaces hasta que se conozca exactamente el porcentaje y la situación real de las mismas.

El presente Proyecto considera como un pilar de sus actividades “Conocer exactamente las causas de ANF en los sectores piloto” y para ello realiza la transferencia tecnológica práctica en modalidad de OJT.

Con respecto a las pérdidas físicas, se comprobaron las fugas de agua no sólo desde la parte dañada de las tuberías y desde los conectores, sino también desde las tuberías desconocidas no registradas en la información disponible.

De igual manera, se descubrió que existen pérdidas aparentes, entre ellas, el uso del agua mediante las conexiones ilegales y el volumen no facturado mediante la conexión directa sin pasar por el medidor. La incidencia de estas pérdidas aparentes es casi la misma de las pérdidas físicas.

En las medidas de reducción de ANF en la ciudad de Managua, las medidas contra las pérdidas físicas siguen siendo las actividades importantes para la reducción de fugas de agua. Estas actividades no sólo tienen efecto para reducir temporalmente el volumen de fugas de agua sino también tienen efecto disuasivo colateral para evitar que se empeore el volumen de fugas de agua.

Por otro lado, el análisis de costo-beneficio demostró de manera cuantitativa que las medidas contra las conexiones ilegales, la instalación de medidores y la mejora de la tasa de lectura de medidores tienen un efecto considerable para la reducción de ANF. Se entiende que estos resultados son factores importantes para ENACAL para su futura planificación de las estrategias de

reducción de ANF.

(5) Colaboración con otros donantes

1) Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID desempeña un rol sumamente importante en el aspecto del suministro de fondos para el acondicionamiento de las instalaciones de acueducto y alcantarillado que se encuentra dentro del plan estratégico de ENACAL.

Si se logra cumplir el objetivo final del presente Proyecto, la reducción de ANF, habrá menos inversiones en el desarrollo de nuevas fuentes de agua y podrán destinarse lo ahorrado para nuevas inversiones en equipos. Para maximizar los resultados del Proyecto y para que estos sean sostenibles, es preferible trabajar en paralelo con la renovación drástica de las instalaciones obsoletas de transmisión y distribución de agua. Se considera sumamente válida la opción de mejoramiento de las instalaciones con los fondos del BID.

Como se menciona anteriormente, el BID ha manifestado la política de continuar apoyando a ENACAL, y en 2018 inició un proyecto que incluye la creación de la Delegación Allamira y el mejoramiento de las redes de distribución. Esto tiene que ver con los antecedentes de frecuentes intercambios de opiniones entre el BID y el presente Proyecto desde la etapa de planificación, por lo que se puede afirmar que es un caso ejemplar de coordinación de ambas partes funcionando de manera oportuna.

Se espera una mayor sinergia de apoyo de ambas instituciones de Japón y el BID donde el presente Proyecto de cooperación técnica defina claramente los procedimientos y técnicas eficientes y eficaces para reducir ANF y los funcionarios de ENACAL con capacidad técnica participen activamente en la operación de los futuros proyectos del BID.

2) Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ)

El gobierno de Alemania a partir del año 2011

puso en marcha el Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento (PROATAS), se incluyeron acciones para el mejoramiento organizacional de ENACAL y el fortalecimiento del sistema de gestión de operación y mantenimiento a nivel de las delegaciones departamentales y regionales.

En el marco de la cooperación técnica de JICA para la ciudad de Managua, se prevé la creación de un sistema de capacitación dentro de ENACAL para fortalecer constantemente las técnicas de reducción de ANF.

En las delegaciones departamentales y regionales también el tema de ANF es considerado como un tema importante, por lo tanto, se espera que con la coordinación de proyectos de ambas instituciones se fortalezca el sistema de reducción de ANF a nivel nacional en toda Nicaragua.

(6) VIII Foro Mundial del Agua en Brasil

El líder del Proyecto participó en el VIII Foro Mundial del Agua celebrado en Brasilia del 18 al 22 de marzo del 2018. En este Foro del Agua, se presentó el Proyecto y los resultados obtenidos de otros proyectos de ANF que ha venido ejecutando JICA hasta ahora.



Foto 7: Imagen del Panel de discusión

【Período del Proyecto】

De enero de 2017 a mayo de 2020 (Previsto)

【Documentos de Referencia】

Informe del Estudio de Planificación Detallada sobre el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua (Julio de 2016, JICA)

Informe Final del Estudio de Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua (Diciembre de 2005, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-II (Diciembre de 1998, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-I (Febrero de 1995, JICA)

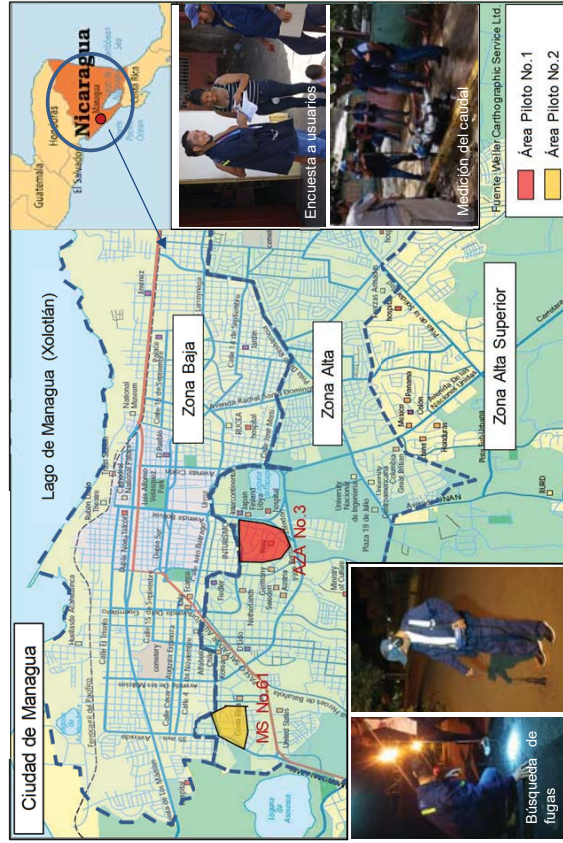
Nota Breve del Proyecto JICA

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua

-Desarrollo de capacidad para elaborar el plan de reducción de ANF de forma eficiente y eficaz-

Mayo de 2020, Tiempo Final del Proyecto

 Agencia de Cooperación Internacional del Japón Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados



1. Antecedentes del Proyecto y problemas

En la República de Nicaragua, el Plan Nacional de Desarrollo Humano posiciona como tema prioritario “un acceso sostenible al agua segura para el pueblo” y está avanzando el fortalecimiento organizacional de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (en adelante denominada como “ENACAL”), encargada de la gestión de implementar servicios de agua potable y alcantarillados en el área metropolitana de Managua y otras ciudades.

En cuanto al desarrollo del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de

venido desarrollando varios proyectos, tales como el desarrollo y reparación de fuentes de agua con el fin de incrementar el volumen de suministro y la ampliación del sistema de transmisión y distribución de agua, en cooperación con distintos donantes de acuerdo al plan de acción a mediano y largo plazo indicado en el Plan Maestro.

Como consecuencia, ha mejorado en forma significativa la capacidad de ENACAL para el abastecimiento de agua en la ciudad de Managua. Desde el punto de vista del servicio integral de agua potable, sin embargo, aún quedan varios problemas y aun en la zona urbana se encuentran barrios donde no se garantiza el suministro de agua suficiente tiempo.

Por ejemplo, solo el 50 % de todo el área está recibiendo el agua potable las 24 horas del día, y un 14 % de los usuarios tiene acceso al abastecimiento de agua por menos de 8 horas al día. La población no tienen acceso a un servicio suficiente de agua potable, aun en el área urbana, debido a las siguientes tres causas.

✦ Falta de capacidad de almacenamiento de agua

Con el fin de responder a la variación temporal de la demanda de agua, normalmente se recomienda almacenar el volumen de agua equivalente a 6 ~ 8 horas de la demanda diaria. Sin embargo, el agua almacenada en las áreas bajas cercanas al Lago de Managua no alcanza ni para dos horas de servicio.

✦ Estructuración atrasada de las redes eficientes de distribución de agua

No se da una gestión adecuada del agua distribuida debido a la definición poco clara de la relación entre las fuentes de agua y las áreas de distribución, resultando en un desequilibrio del balance hídrico entre las áreas.

✦ Gran cantidad de la pérdida de agua

Pérdidas físicas (fugas de agua), pérdidas comerciales (robo de agua y errores en la lectura de micromedidores), falta de plan de mantenimiento, etc.

Del volumen de agua distribuida a las tuberías, el porcentaje correspondiente al volumen fuera de la facturación se llama Agua No Facturada (en adelante denominada como “ANF”) y esto es un indicador importante para la administración de agua potable.

Especialmente la tasa de ANF de la ciudad de Managua es muy alta, estimada entre el 40 y 50 % en 2012. Por lo tanto, la reducción de la tasa de ANF se ha convertido en un desafío prioritario, con el fin de mejorar el estado financiero deficiente de ENACAL y asegurar un fondo necesario de inversión para mejorar el tiempo de abastecimiento.

ENACAL ha venido trabajando para mejorar la red de distribución de agua tomando en cuenta las propuestas del Plan Maestro, la política nacional, los planes estratégicos de ENACAL, etc. con la cooperación de otros donantes. El trabajo más representativo es el método de “Sectorialización” que consiste en dividir la red de distribución de la ciudad en pequeños sectores y administrar el volumen de distribución y el volumen de facturación por bloques (ver la Figura 4).

Hasta la fecha, se han observado algunos avances en la sectorialización, sin embargo, las medidas contra ANF no están implementadas con efectividad porque no existe un “plan de reducción de ANF a mediano y largo plazo” y porque el problema de ANF no ha sido atendido de manera interinstitucional. Por otro lado, la capacidad de los funcionarios de ENACAL para atender el problema de ANF deja mucho que desear, hay que mejorarla y fortalecerla. No han podido atender de manera eficiente a las fugas de agua en el sistema de abastecimiento (medidores y tuberías) que es la mayor causa de todas las fugas de agua, además, no existe un sistema de capacitación para fortalecer las capacidades de los funcionarios.

Ante esta situación, consideramos necesario que el presente proyecto estructure un mecanismo de ejecución interinstitucional en ENACAL y que ENACAL formule un plan a mediano y largo plazo para reducir ANF de manera continua en la ciudad de Managua. Para ello, Japón brindó apoyo para

preparar una base para fortalecer la capacidad de gestión en ANF de ENACAL e implementar las medidas efectivas de reducción de ANF en la ciudad de Managua, a través del siguiente enfoque de solución a los problemas.

2. Enfoque de solución a los problemas

(1) Resumen del Proyecto

A continuación, se indica el perfil del Proyecto acordado entre JICA y ENACAL.

【Objetivo Superior】

Las actividades de reducción de ANF en la ciudad de Managua se ejecutan de manera planificada.

【Objetivo del Proyecto】

Se tiene la base adecuada para implementar acciones contra ANF en la ciudad de Managua de manera planificada.

【Resultados Esperados】

- 1) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF.
- 2) Se fortalece la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF.
- 3) Se fortalece la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias.
- 4) Se fortalece la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL.

(2) Esquema de ejecución del Proyecto

La Figura 1 muestra el esquema general de ejecución del Proyecto incluyendo a los expertos japoneses.

Se conforman equipos de trabajo para cada Resultado esperado dentro de ENACAL, y la Unidad de Gestión del Proyecto, órgano superior de estos equipos, gestiona los avances de todo el proyecto y resuelve rápidamente los problemas.

El Comité de Coordinación Conjunta presidido por el Presidente Ejecutivo de ENACAL funciona como un espacio oficial de toma de decisiones para las actividades y resultados esperados del proyecto, los cambios en las actividades y la resolución de problemas.

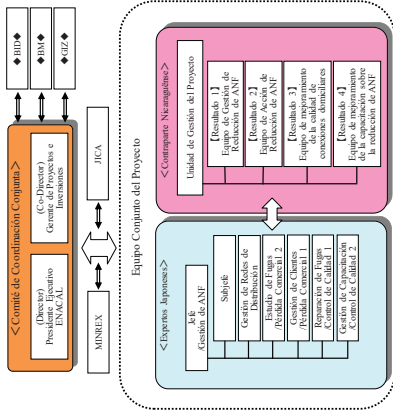


Figura 1: Esquema de ejecución del Proyecto

(3) Concepto del Proyecto

El presente Proyecto consiste en el desarrollo de capacidades, en el cual se establecerá como meta la estructuración de una base para la reducción continua de ANF por ENACAL; se mejorará su capacidad de afrontar desafíos mediante el fortalecimiento de 4 capacidades; y el equipo de expertos japoneses y ENACAL trabajarán conjuntamente para que se realicen las actividades sostenibles de reducción de ANF.

En la Figura 2 de Concepto, se indica la relación entre el objetivo y resultados esperados del Proyecto que deberán ser logrados por el personal de ENACAL bajo apoyo brindado por expertos japoneses.

Las guías y manuales a ser elaborados en cada una de las actividades formarán parte del plan de implementación de la reducción de ANF que se elaborará en el Resultado 1 y tendrán relaciones con cada uno de los resultados como se indican en la Figura 3.

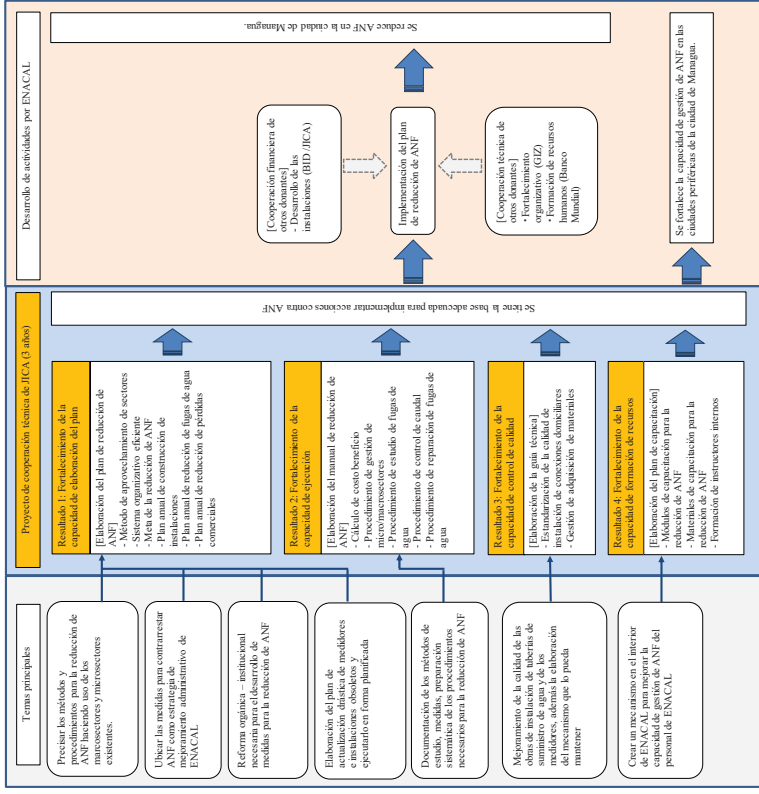


Figura 2: Concepto del Proyecto

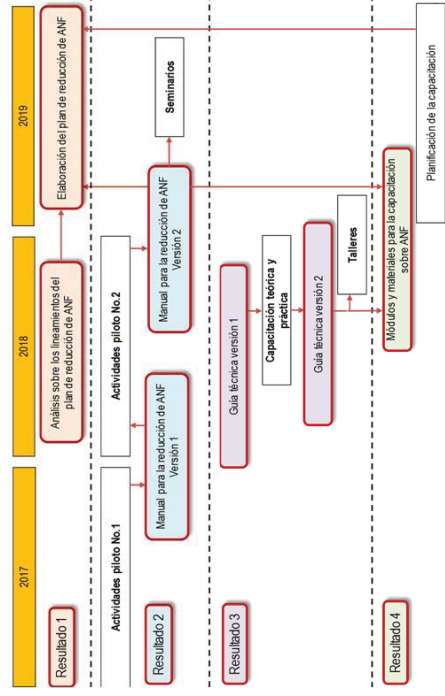


Figura 3: Relaciones entre las guías/manuales y los resultados

(4) Lineamientos de actividades

1) Resultado 1: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la elaboración del plan de reducción de ANF

En colaboración con ENACAL, se elaborará un plan práctico y específico para una eficaz y eficiente implementación de la reducción de ANF en la ciudad de Managua. Los siguientes son los 5 lineamientos básicos para lograr el Resultado 1:

- ◆ Organizar los lineamientos de aprovechamiento de los sectores existentes

En el presente proyecto se brindará apoyo para que la contraparte comprenda correctamente los procedimientos y métodos de aprovechamiento efectivo de los microsectores creados por ENACAL, con la finalidad de lograr en el futuro la gestión de ANF a nivel de macrosectores como se indica en la Figura 4.

Específicamente, se propone el lineamiento de gestionar el balance de agua a nivel de macrosectores compuestos por varios microsectores, seleccionando eficientemente los barrios con alta tasa de ANF y priorizar la micro-sectorialización de los barrios seleccionados (Figura 5).

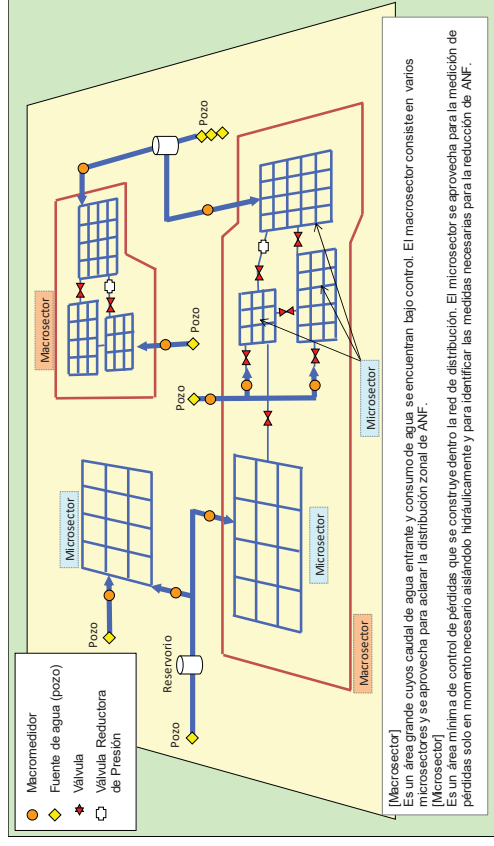


Figura 4: Imagen de la sectorización

En cuanto a la reforma organizacional e institucional, se propondrá una eficiente estructuración organizacional para la reducción de ANF con suficiente información sobre las tendencias de la reestructuración de ENACAL que se está desarrollando actualmente en cooperación con la GIZ y considerando la coherencia con la política nacional de Nicaragua.

- ◆ Analizar la mejora del sistema de operación y mantenimiento

- Sistema de operación y mantenimiento con eficiencia

En la ciudad de Managua existen 3 zonas de distribución de agua (zona baja, zona alta y zona alta superior) según su altura sobre el nivel del mar. Esta clasificación fue creada por conveniencia según las fuentes de agua y zonas de distribución y no necesariamente según las redes hidráulicas de distribución. Hasta ahora, la gestión de la red de distribución de la Ciudad de Managua había sido asumida solamente por la sede central de ENACAL. Sin embargo, la centralización de la gestión en un sistema de acueducto en una ciudad con magnitud

de 1 millón de habitantes resulta en la pérdida considerable de la eficiencia operativa. El presente Proyecto propuso crear delegaciones en cada macrosector transfiriéndoles la función de operar y mantener la red, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la sostenibilidad organizativa. El proceso de su creación será reflejado en el "Plan de Implementación de la Reducción de ANF".

- Autogestión de ANF en cada delegación
- Si se logra aplicar el lineamiento de gestión a nivel de macrosectores mencionado anteriormente donde cada delegación local se encarga de gestionar uno o varios macrosectores y donde los límites de las zonas de abastecimiento coinciden con los límites de macrosectores, la delegación local podrá autogestionar ANF de los barrios bajo su responsabilidad. Se espera que con la aplicación de este método surja el sentimiento de rivalidad entre las delegaciones locales. Además, se propondrá mejorar y mantener la motivación del personal, analizando la posibilidad de incluir en el sistema de evaluación del desempeño los resultados obtenidos de las actividades contra ANF de cada delegación.

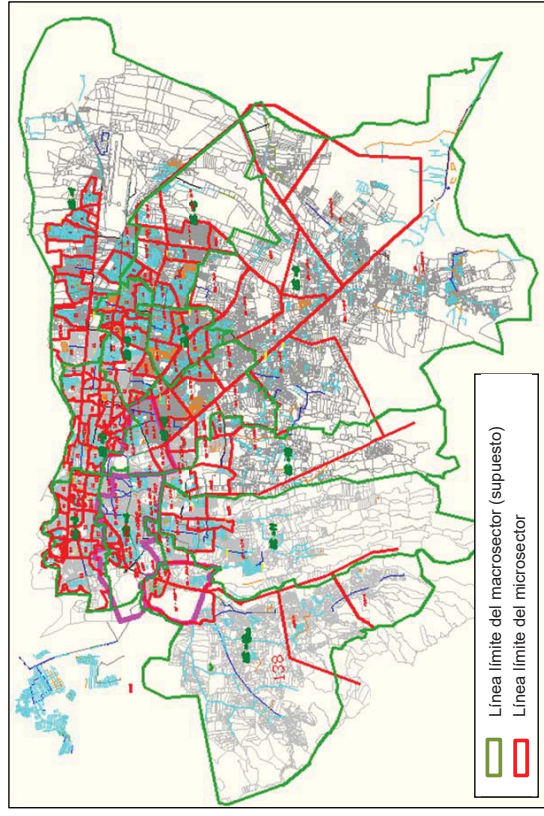


Figura 5: Perfil de sectorización actual en Managua

⇨ Contenido del plan de implementación de la reducción de ANF

En el plan de implementación de la reducción de ANF, se incluirán los métodos y procedimientos para desarrollar las medidas de reducción de ANF en forma eficaz y eficiente y se indicarán en forma específica la dirección de la mejora de las instalaciones y del sistema organizacional y el plan operativo anual (POA) de las actividades posteriores.

2) Resultado 2: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la ejecución de las acciones de reducción de ANF

⇨ Implementar las medidas equilibradas para la reducción de ANF

Las causas de ANF se clasifican en las pérdidas físicas y pérdidas comerciales. Las inversiones realizadas adaptándose a las características de cada macrosector permitirán maximizar el efecto de la inversión.

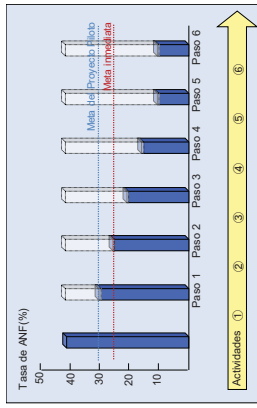
La transferencia tecnológica y el fortalecimiento de las capacidades de los funcionarios de ENACAL que contempla el presente proyecto no deberán realizarse con el único objetivo de reducir las pérdidas físicas sino se incluirán, de forma equilibrada, diversas actividades para lograr la reducción de las pérdidas comerciales, entre ellas, la recopilación de la información exacta de los usuarios de los sectores piloto y la obtención de los resultados de la medición exacta a través del uso eficiente de dicha información.

⇨ Medidas de reducción de ANF en las áreas piloto

Se prepararán las medidas de reducción de ANF en 6 etapas indicadas en la Figura 6, donde la implementación comienza en la etapa 1 y la estabilización de la tasa de ANF finaliza en la etapa 6.

Las acciones para la reducción de ANF que se realizarán en las áreas piloto del Proyecto cubrirán hasta el inicio de la etapa 3 que corresponde al tiempo de la reparación de fugas, y posteriormente en el resto de las etapas se exige que ENACAL se

esfuerce por lograr el resultado, aprovechando el sistema de capacitación que se describirá más adelante.



- 1) Reducción de fugas superficiales de agua y pérdidas aparentes
 - Recorrido de observación
 - Identificación del robo de agua, mal funcionamiento
 - Reducción de medición errónea
- 2) Reducción de fugas subterráneas de agua
 - Mejora de técnica de detección de fugas de agua
 - Sietización de redes de tuberías
- 3) Preparación de planos correctos de tuberías
 - Regulación de presión de agua
 - Aceleración de reparación de tuberías
 - Renovación de tuberías deterioradas
- 4) Continuación de actividades para la prevención de fugas de agua
 - Revisión y mejora de trabajos de reducción de pérdidas
 - Introducción de equipos de alto rendimiento
- 5) Paso final de actividades para la prevención de fugas de agua hasta cierto nivel
 - Reemplazo perfecto de tuberías obsoletas
- 6) Reorganización de actividades de agua no facturadas
 - Continuación de trabajos al menos para la reducción de pérdidas de agua

Figura 6: Pasos para el desarrollo de actividades de reducción de ANF

⇨ Procedimiento de las actividades de OJT

En la capacitación en el trabajo (en adelante denominada como "OJT") que se realizará en los sectores piloto, se identificará la Línea Base de medidas de reducción de ANF en etapas tempranas y se cuantificará la reducción de ANF alcanzada mediante la implementación de las medidas del Proyecto, con el fin de que el personal de ENACAL pueda ver con sus propios ojos la relación costo-beneficio, comparando los efectos cuantificados con la inversión. Se promoverá la importancia de la reducción de ANF dando a conocer el resultado al personal de otras secciones y gerencias de ENACAL que no haya participado en OJT, además, se planificarán actividades que sirvan para mejorar la motivación del personal.

3) Resultado 3: Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para el control de calidad de las conexiones domiciliarias

⇨ Mejorar la calidad de las conexiones domiciliarias

Las fugas de agua en las tuberías y micromedidores de conexiones domiciliarias son consideradas como un factor importante de las pérdidas físicas y se requiere mejorar la calidad de las obras de conexiones domiciliarias.

Por otro lado, la falta de resistencia de las cajas para medidores, la inadecuada instalación que impide el trabajo de lectura del medidor y el deficiente control de la precisión de los medidores son otros factores de las pérdidas comerciales. Las medidas que deberían tomarse son las siguientes:

- Creación de los estándares de obras de instalación fáciles de entender
- Utilización de materiales adecuados
- Mejora de las normas/métodos de instalación de las cajas para medidores
- Estandarización de los requisitos para medidores de agua

- Sensibilización de los usuarios ilegales para promover su legalización

- Promoción del correcto entendimiento sobre las fugas de agua en las viviendas

⇨ Elaborar la guía técnica

Para fortalecer la capacidad de control de calidad, se elaborará una guía técnica en conjunto con ENACAL, revisando las especificaciones técnicas que ENACAL ha venido utilizando como referencia y mejorando su contenido de acuerdo al nivel técnico.

⇨ Realizar la capacitación técnica

Se planificará y se realizará una capacitación teórica y otra práctica aplicable a los trabajos de campo. La mayoría del personal que se dedica a las obras de instalación de conexiones domiciliarias no ha recibido una capacitación profesional y está

trabajando empíricamente o aprendiendo de sus compañeros de trabajo. Para realizar la capacitación práctica, se elaborarán materiales con la intención de que su contenido sirva para mejorar la técnica práctica.

4) Resultado 4: Fortalecimiento de la capacidad de planificación y ejecución del programa de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL

Aprovechando los conocimientos adquiridos mediante las actividades de los Resultados 2 y 3, se instalará un programa de capacitación permanente en la gestión de ANF dentro de ENACAL. El programa de capacitación deberá tener un esquema integral, incluyendo los aspectos teóricos y prácticos de ANF. Con estas actividades se formará sucesivamente el personal de ENACAL que se dedique a la aplicación de las medidas de reducción de ANF, con el fin de preparar una base para realizar el fortalecimiento de la capacidad.

Estas actividades serán desarrolladas conjuntamente por la Dirección de Planificación de ENACAL y el Equipo del Proyecto. Los módulos de capacitación y los materiales didácticos necesarios serán elaborados mediante la discusión entre ambas partes considerando su adaptación en las delegaciones de ENACAL en otros departamentos y regiones para fortalecer las capacidades de gestión de ANF del personal, aunque el proyecto está destinado a ENACAL de Managua.

5) Capacitación/Seminarios/Talleres

⇨ Capacitación en Japón

Se realizará la capacitación en Japón para que el personal de ENACAL aprenda y adquiera los métodos prácticos para la gestión de ANF y luego los aplique en forma adecuada a las condiciones actuales de la ciudad de Managua.

Para funcionarios superiores al rango de jefe, se brindarán oportunidades de adquirir el know-how práctico que les permita profundizar aun más los

conocimientos sobre la administración de los servicios del agua y reconocer cómo debe ser el sistema organizacional para implementar de manera planificada las medidas contra ANF, en cooperación con las entidades del agua de Japón.

Para el personal técnico, se brindarán oportunidades de aprendizaje no sólo sobre las técnicas contra ANF sino también el control de calidad de equipos y materiales y las técnicas de supervisión con la intención de ampliar sus conocimientos teóricos y prácticos.

⇨ Seminarios/Talleres

Se planificará la celebración de talleres y seminarios con el fin de presentar a las personas involucradas los resultados de las actividades del Proyecto y difundir las directrices técnicas y guías elaboradas.

3. Resultados de la práctica del enfoque

(1) Actividades para el Resultado 1

1) Gestión de ANF por cada delegación

Como una medida básica para reducir ANF de manera eficiente en la ciudad de Managua, ENACAL consideró necesario dividir la ciudad en cuatro delegaciones locales y delegar las facultades de gestión de usuarios y de mantenimiento para que cada delegación local fuera responsable de gestión de ANF (Figura 7).

De estas cuatro delegaciones locales previstas, se acordó comenzar primero con la Delegación Altamira. Como primer paso, se inició un proyecto con los fondos del BID.

El caso de la transferencia de las funciones y facultades a la Delegación de Altamira, servirá de modelo, y para sus actividades se requieren definir correctamente la cobertura de la red de distribución sujeta a la gestión de ANF.

El equipo de los expertos japoneses ha analizado las medidas de mejoramiento de la red de distribución en el marco de las actividades orientadas al logro del Resultado Esperado 1, y propuso el alcance de

la red de distribución a ser asignada hacia el futuro a cada una de las cuatro delegaciones, así como el método de construcción y aplicación de este nuevo esquema. Esta propuesta ha sido incorporada en el plan de macrosectorización de las delegaciones y ha sido entregada a ENACAL como el anexo del Plan Implementación de la Reducción de ANF.

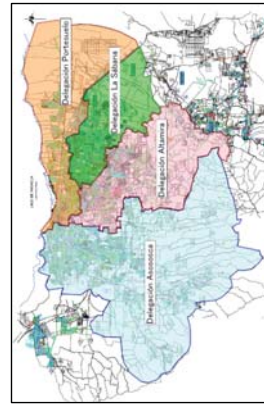


Figura 7: Relación entre delegación y su área de gestión comercial

El proyecto del BID se inició a partir del 2018. En conformidad con el lineamiento básico propuesto por JICA, se pretende independizar varios macrosectores ubicados en el centro de la ciudad de Managua como áreas de gestión comercial de la Delegación Altamira y reestructurar el sistema organizativo. (Figura 8)

En las Actividades para el Resultado 1, se propusieron las áreas que estarían bajo la responsabilidad de la Delegación Altamira tomando en cuenta la coordinación con el proyecto del BID. El catastro de usuarios y las rutas de lectura de medidores de ENACAL no concuerdan con los límites de macrosectores, por lo que es imposible conocer la situación de ANF a nivel de macrosectores.

Para definir las áreas de gestión comercial de la Delegación Altamira, es necesario tener congruencia con los actuales límites de macrosectores. Para ello, el Proyecto realizó el estudio de las condiciones hidráulicas y el estudio situacional de las áreas de distribución, igualmente brindó asistencia técnica para determinar los límites apropiados.

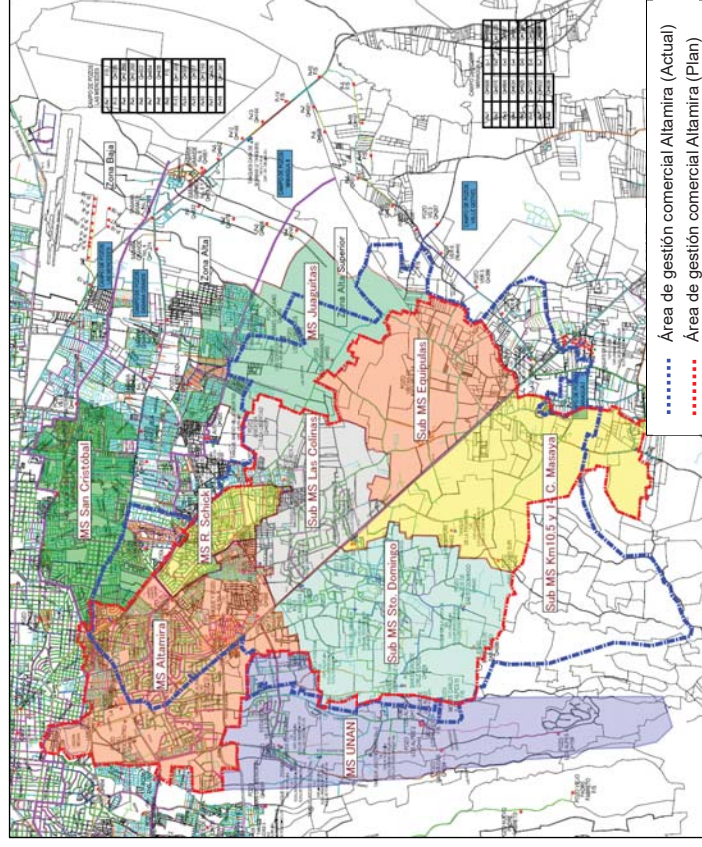


Figura 8: Área de gestión comercial de Altamira y límite de macrosectores

Las actividades del Proyecto permitieron que ENACAL tomara fuerte consciencia sobre la importancia de realizar la gestión de ANF a nivel de macrosectores. Para equipar las instalaciones de la Delegación Altamira necesarias para desarrollar la gestión de ANF, se utilizarán los fondos del BID y otros.

Para la creación de la Delegación Altamira, se señalan cuatro principales actividades que deberá emprender por parte de ENACAL. La primera es coincidir las áreas de gestión comercial con los límites de macrosectores existentes. La segunda es administrar correctamente el volumen de agua de varios macrosectores dentro de su área de responsabilidad. La tercera es actualizar los datos de usuarios del área comercial a los datos más recientes. Por último, realizar una medición exacta del volumen de distribución y el volumen de

facturación en el área comercial. Si se logra desarrollar la reestructuración de los límites para la gestión de ANF en las demás delegaciones locales aplicando el mismo enfoque de descentralización utilizado para la creación de la Delegación local Altamira que se inició a partir del 2018, esto permitirá dar un panorama claro de la distribución de ANF en toda la ciudad de Managua. Asimismo, si cada delegación local logra la autogestión de ANF, se generará el sentimiento de competencia entre las delegaciones locales y cada delegación local tomará las medidas adecuadas a su situación de ANF. De igual manera, para desarrollar la reducción de ANF en forma más efectiva, ENACAL está analizando la pertinencia de introducir el mecanismo de incentivos para los funcionarios de ENACAL encargados de las medidas contra ANF.

2) Lineamientos organizados para el aprovechamiento de micro/macrosectores

Con respecto a los lineamientos de aprovechamiento de macrosectores, estamos suponiendo la reestructuración de los macrosectores, la mayor precisión en el control de caudal/presión y la administración del volumen de transmisión y distribución por área de gestión comercial como se mencionaba anteriormente. Referente a los lineamientos de aprovechamiento de microsectores, podemos mencionar la definición clara del ente responsable de gestión de microsectores, la creación de una Dirección o División encargada de revisión y actualización de la información sobre las redes de tuberías y el control preciso de caudal, entre otros. El Equipo del Proyecto ha discutido en reiteradas ocasiones sobre los métodos de aprovechamiento de los microsectores existentes para una eficaz y eficiente implementación de la reducción de ANF.

Como resultado, se propuso desarrollar las acciones de reducción de ANF en 10 microsectores a partir de 2020 y fortalecer las capacidades del personal técnico de las cuatro delegaciones a través de dichas actividades, y posteriormente desplegar las mismas actividades en 20 microsectores cada año.

3) Formulación del Plan Básico de Reducción de ANF

El resultado máximo del presente Proyecto es la elaboración del Plan Básico de Reducción de ANF. (Figura 9)

Dicho documento describe claramente los métodos y procedimientos para desarrollar las medidas de reducción de ANF en forma eficaz y eficiente, además propone el direccionamiento del desarrollo de las instalaciones y del sistema organizativo, así como el plan de operación anual de las siguientes actividades.

El plan fue elaborado en un trabajo conjunto entre el equipo de los expertos japoneses y la Unidad de Gestión del Proyecto revisando todos los procedimientos necesarios. Asimismo, describe claramente los pasos concretos a seguir para la puesta en práctica del plan en coordinación y

cooperación con los proyectos del BID y de otros donantes junto con el plan de presupuestación.



Figura 9: Plan Básico de Reducción de ANF

(2) Actividades para el Resultado 2

Las actividades en el área piloto No.1 (en adelante, AZA No.3) se realizaron desde abril del 2017 hasta abril del 2018. Posteriormente las actividades en el área piloto No.2 (en adelante MS No.61) se realizaron desde abril del 2018 hasta julio del 2019. El objetivo de las actividades piloto es identificar los componentes de ANF, luego comprender los métodos y procedimientos para reducir ANF de manera eficiente en poco tiempo.

En AZA No.3, se identificaron otros elementos importantes de ANF aparte de las fugas de agua, son los medidores deficientes y el uso ilegal de agua. Si bien las medidas contra las pérdidas físicas son efectivas para la reducción de ANF, si no se promueven las medidas contra las pérdidas comerciales, entre ellas, las conexiones ilegales y la actualización del catastro de usuarios, la reducción de ANF no tendría efecto.

Con respecto a las actividades de MS No.61, se observa la incuestionable mejora en las capacidades técnicas de los funcionarios de la Dirección de ANF sin necesidad de acompañamiento de los expertos japoneses, ya que sin ayuda de ellos son capaces de formular los planes de medición, preparar los materiales y

equipos, contabilizar los resultados y proponer los aspectos que deben ser mejorados en el futuro.

1) Transferencia tecnológica

- Método de estudio del volumen de uso de agua en horario nocturno y método de identificación de las fugas en las viviendas

- Método de investigación de usuarios y actualización del catastro de usuarios

- Medición del caudal mínimo nocturno y método de análisis

- Sub-sectorización de la red de distribución y tecnología de medición directa del volumen de pérdidas

- Tecnología de detección de fugas de tipos acústico y correlativo

- Trabajo en coordinación con el departamento de lectura de medidores para la gestión correcta de ANF.

2) Monitoreo de ANF

Los resultados del monitoreo se muestran en la Figura 10 y Figura 11. Los efectos de reducción de ANF en las áreas piloto son los siguientes:

Tabla 1: Tasa de ANF y volumen de distribución promedio diario

Área	Tiempo de monitoreo	Tasa de ANF	Vol. de distribución promedio diario	Vol. de facturación promedio diario
AZA No.3	Línea de Base Al finalizar las actividades	55.4% 37.3%	4,028 m ³ /d 3,228 m ³ /d	1,797 m ³ /d 2,024 m ³ /d
MS No.61	Línea de Base Al finalizar las actividades	42.5% 17.4%	1,717m ³ /d 1,049 m ³ /d	987m ³ /d 867 m ³ /d

*1 La Línea de Base en AZA No.3 es la media del 2016.

*2 La Línea de Base MS No.61 es la media del 2017.

3) Análisis costo-beneficio

Después de continuar el monitoreo de ANF, se establecieron dos beneficios como se muestran en la Figura 12.

El primero es el beneficio (incremento de ingresos) generado por la posibilidad de transferir el volumen de distribución disminuido en AZA No.3 hacia otras áreas.

El segundo es el beneficio (incremento de ingresos) generado por la transformación del volumen de Agua No Facturada producido dentro de AZA No.3 en volumen de Agua Facturada.

En la Figura 13 se muestran las imágenes del período y el volumen de generación de dichos beneficios. Con la reducción de ANF como resultado de la implementación de las actividades piloto, estos beneficios incrementan paulatinamente y registran su máximo al finalizar las actividades (el triángulo rojo de la Figura 13). Posteriormente, la ANF reaparece e incrementa gradualmente (debido a los nuevos surtimientos de fugas de agua y robo de agua como factor humano, etc.), por lo que los beneficios van reduciéndose por un volumen constante hasta que ANF regrese completamente al nivel anterior (el triángulo negro de la Figura 13).

Como indicadores de efectos de las actividades piloto, se analizaron los siguientes cuatro indicadores.

A: Costo por unidad de volumen ahorrado

B: Período para recuperar el costo de las medidas contra ANF

C: Relación Costo-beneficio

D: Tasa Interna de Retorno (TIR)

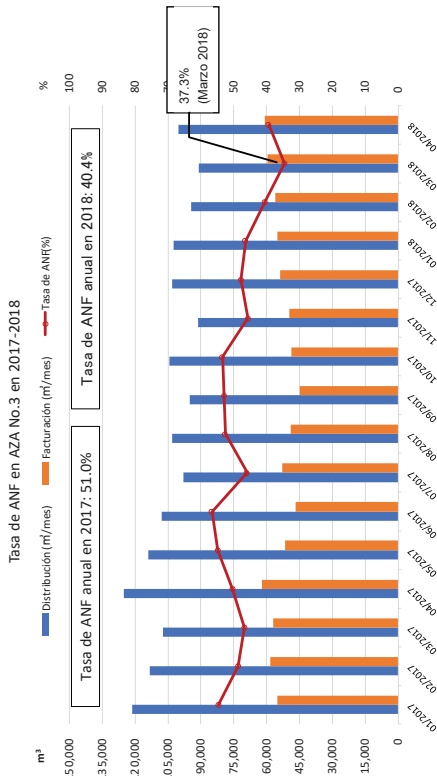


Figura 10: Monitoreo de ANF en el área piloto No.1 (AZA No.3)

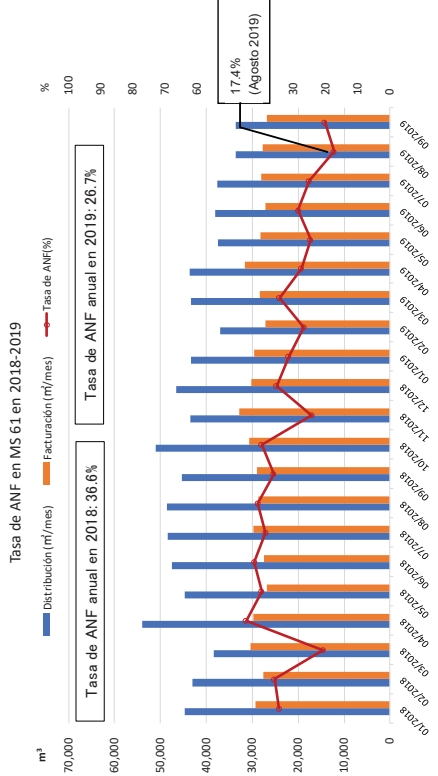


Figura 11: Monitoreo de ANF en el área piloto No.2 (MS No.61)

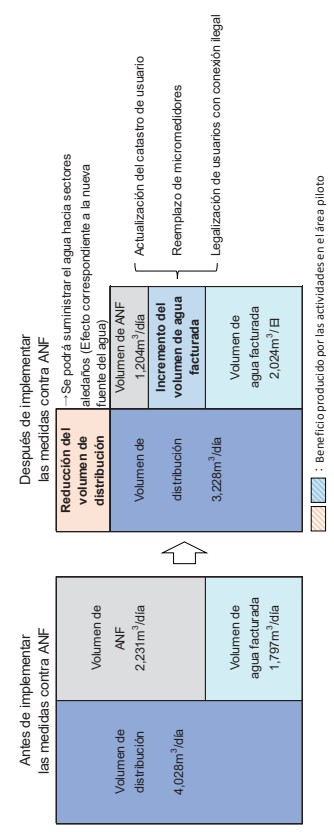


Figura 12: Imagen de efectos de las medidas contra ANF

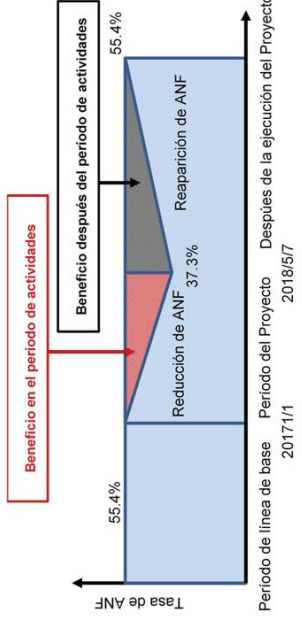


Figura 13: Imagen de período de generación del beneficio

Tabla 2: Efectos de las actividades en AZA No.3

Indicador	Resultado del análisis	
A: Costo por unidad de volumen ahorrado	Costo generado < Costo unitario de producción	<
Proyecto Piloto en su totalidad	C\$4,002/m³	C\$9,86/m³
Medidas contra las pérdidas aparentes	C\$3,569/m³	C\$9,86/m³
Medidas contra las pérdidas reales	C\$4,091/m³	C\$9,86/m³
B: Período para recuperar el costo de las medidas contra ANF		
Proyecto Piloto en su totalidad	23-1.2 meses	41 meses
Medidas contra las pérdidas aparentes	17.63 meses	41 meses
Medidas contra las pérdidas reales	24-50 meses	41 meses
C: Relación Costo-beneficio		
Proyecto Piloto en su totalidad	Beneficio /Costo	> 1
Medidas contra las pérdidas aparentes	Beneficio /Costo	> 1
Medidas contra las pérdidas reales	Beneficio /Costo	> 1
D: Tasa Interna de Retorno (TIR)		
Proyecto Piloto en su totalidad	55%	> Tasa de descuento 8%

Tabla 3: Efectos de las actividades en MS No.61

Indicador	Resultado del análisis	
A: Costo por unidad de volumen ahorrado	Costo generado < Costo unitario de producción	<
Proyecto Piloto en su totalidad	C\$5,754/m³	C\$9,86/m³
Medidas contra las pérdidas aparentes	C\$1,932/m³	C\$9,86/m³
Medidas contra las pérdidas reales	C\$7,212/m³	C\$9,86/m³
B: Período para recuperar el costo de las medidas contra ANF		
Proyecto Piloto en su totalidad	63.25 meses	84 meses
Medidas contra las pérdidas aparentes	10.01 meses	60 meses
Medidas contra las pérdidas reales	95.76 meses	84 meses
C: Relación Costo-beneficio		
Proyecto Piloto en su totalidad	Beneficio /Costo	> 1
Medidas contra las pérdidas aparentes	Beneficio /Costo	> 1
Medidas contra las pérdidas reales	Beneficio /Costo	> 1
D: Tasa Interna de Retorno (TIR)		
Proyecto Piloto en su totalidad	12%	> Tasa de descuento 8%

En caso de AZA No.3, los resultados muestran que se obtuvieron suficientes efectos en todos los indicadores. Por ejemplo, el indicador del costo necesario para reducir ANF en un 1m3/día (Indicador A) demuestra que se logró aumentar el volumen de distribución con menor costo que producir el agua porque el costo de reducción de ANF es inferior al costo de producción de agua abastecida por ENACAL (Tabla 2).

Si bien es cierto que en MS No.61 se logró reducir considerablemente la tasa de ANF, la relación costo-efecto tomando en cuenta el caudal de distribución y el caudal de facturación es menor que el área AZA No.3 (Tabla 3).

4) Lecciones aprendidas por los proyectos piloto

Un punto que se debe tomar en cuenta cuando se ejecuta el Proyecto piloto es no aferrarse a la tasa de ANF como única meta de las medidas, ya que posiblemente no podrán prever otros efectos esperados.

El área AZA No.3 incluye una zona comercial, mientras que el área MS No.61 está constituida principalmente por la zona residencial. El caudal de distribución es mayor en AZA No.3 por sus características locales, y porque el número de usuarios en el MS No.61 es aproximadamente dos tercios del área AZA No.3.

Por lo tanto, aun cuando se logre reducir considerablemente la tasa de ANF en MS No.61, su impacto general es menor en comparación con AZA No.61, si se toma en cuenta la reducción del agua distribuida así como el aumento del volumen de agua facturada.

ENACAL comprendió que los beneficios monetarios se relacionan directamente con el caudal de distribución y el caudal de facturación, y por lo tanto para definir la meta de la reducción de ANF, se requiere tomar en cuenta no solo dicha tasa, sino también el caudal absoluto de distribución y de facturación.

De igual manera, ENACAL comprendió que en la

etapa de planificación antes de implementar las medidas, se puede estimar el volumen de distribución reducido que se espera a partir del volumen total de distribución y el volumen de ANF en el área objeto, luego determinar el número adecuado del personal a asignar y el período aproximado de las medidas (período de finalización).

5) Elaboración del Manual Práctico de reducción de Agua No Facturada

El equipo de expertos japoneses trabajó junto con los oficiales de ENACAL en la elaboración del manual práctico de reducción de agua no facturada dirigida al personal técnico recopilando todos los conocimientos, experiencias, métodos, etc. adquiridos a través de las actividades piloto (Figura 14).



Figura 14: Manual Práctico de reducción de Agua No Facturada

La Ciudad de Managua enfrenta actualmente los desafíos de tener que renovar las tuberías obsoletas de la red de distribución y sustituir las tuberías de amianto, y constituye una tarea urgente medir la fragilidad de la red de distribución actual y definir las prioridades de la renovación de las tuberías.

Ante esta situación, el Manual incluye también los métodos de la evaluación de las tuberías de amianto, medición de la fragilidad de la red de distribución, de tal manera que pueda ser utilizado también como el documento técnico para la elaboración del futuro Plan Maestro.

(3) Actividades para el Resultado 3

1) Reconocimiento de los desafíos alrededor de las conexiones domiciliarias

Como un desafío representativo de las conexiones domiciliarias que enfrenta ENACAL, podemos mencionar las obras de baja calidad debido a la falta de conocimientos básicos. Entre algunos ejemplos de obras de conexiones domiciliarias practicadas por ENACAL, podemos señalar la conexión de tubos de PVC con calentamiento a fuego directo para ensanchar el diámetro sin utilizar un conector para ese fin (Fotografía 1), el uso excesivo de codos en los tubos para instalar medidores (Fotografía 2), el contacto directo de piedras grandes con los tubos en el momento del entierro, entre otros, todos los cuales aumentan el riesgo de fugas de agua.

Se planificó un curso de capacitación para que los técnicos fontaneros adquirieran conocimientos básicos sobre las fugas de agua y técnicas correctas de las obras y entendieran cuáles son las obras incorrectas, los puntos de atención, etc. con la finalidad de mejorar la calidad de obras.



Foto 1: Conexión inadecuada con el calentamiento del tubo PVC a fuego directo



Foto 2: Instalación inadecuada del medidor y tubos con codos

2) Realización de capacitación técnica

Para mejorar las capacidades técnicas de los funcionarios técnicos encargados de conexiones domiciliarias y reparaciones, se realizó el (primer) curso de capacitación combinando la capacitación teórica (clase en aula) y otra práctica (experiencia). En el curso de capacitación, participaron un total de 16 personas incluyendo el personal que trabaja el tema de mejora de la calidad de conexiones domiciliarias de la sede central de ENACAL, además de los delegados o representantes de las delegaciones departamentales y regionales.

Durante el curso se elaboró un sistema de conexión de tuberías con fines de capacitación (Figura 15). Esto fue elaborado utilizando tuberías y conexiones domiciliarias realmente utilizadas en la ciudad de Managua, de manera que los participantes del curso podrán hacer uso de las técnicas aprendidas en este curso directamente en su lugar de trabajo.

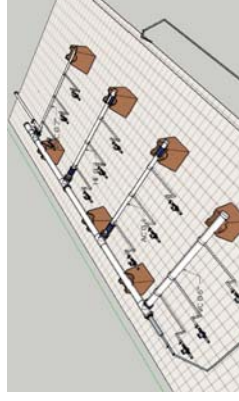


Figura 15: Esquema del sistema de conexión de tuberías con fines de capacitación

Los miembros que participan en el primer curso de capacitación fungirán como instructores de otros funcionarios de ENACAL para replicar el segundo y los posteriores cursos. Por esta razón, los participantes de este curso están suficientemente conscientes de las iniciativas propias que deben tener. Los principales contenidos del curso de capacitación son los siguientes.

Al finalizar el curso de capacitación, se realizó un examen para comprobar el nivel de adquisición de conocimientos y técnicas, y todos los participantes aprobaron.

Tabla 4: Contenido de capacitación técnica

Rubro	Contenido
Clase en aula	Generalidades de los proyectos de agua potable, Descripción general/fundamentos de las conexiones domiciliarias, Planificación y trabajo de instalación de conexiones domiciliarias, Estudio de caso y Conexiones domiciliarias en Japón
Práctica	Corte/ conexión/ instalación de tuberías de abastecimiento



Foto 3: Entrenamiento práctico sobre instalación de abrazadera

3) Elaboración de la Guía técnica para la instalación de las conexiones domiciliarias y micromedidores

La Guía Técnica que pueda ser consultada por los técnicos que trabajan en el campo, fue elaborada por los oficiales de ENACAL asistidos por los expertos japoneses con base en las actividades desarrolladas en 2018. La guía fue diseñada incorporando numerosas figuras para facilitar la interpretación visual. El documento contiene las normas y los procedimientos relacionados con la gestión de calidad, gestión de procesos, documentación, gestión de seguridad, entre otros temas.



Figura 16: Guía técnica de tamaño portátil

(4) Actividades para el Resultado 4

1) Preparación de módulos de capacitación y materiales didácticos

En base a las actividades de los Resultados 2 y 3 y sus logros, el equipo revisó el contenido de módulos de capacitación. Los módulos de capacitación combinan lo básico necesario para la gestión de ANF con la aplicación, y muestran rubros específicos para que en el futuro ENACAL vaya planificando la capacitación interna.

Tabla 5: Módulos de capacitación de ANF

Contenidos de módulos	
1. Técnicas de gestión de ANF	
1.1 Generalidades de la gestión de ANF	
1.2 Cálculo de las pérdidas	
1.3 Medidas contra las pérdidas	
1.3.1 Medidas para reducir las pérdidas reales	
1.3.2 Medidas para reducir las pérdidas aparentes	
1.4 Modelación hidráulica para la reducción de pérdida de agua	
1.5 Análisis Costo-Beneficio	
1.6 Plan de acción	
2. Técnicas de instalación de conexiones domiciliarias (tuberías y micromedidores)	
2.1 Introducción al negocio de agua	
2.2 Resumen de conexiones domiciliarias	
2.3 Lo básico sobre conexiones domiciliarias	
2.4 Planificación	
2.5 Trabajo de instalación de conexiones domiciliarias	
2.6 Estudio de caso	

Contenidos de módulos	
2.7 Temas especiales	
2.8 Corte de tuberías	
2.9 Conexión e instalación de tuberías de PVC	
2.10 Conexión de tuberías de polietileno de alta densidad	
3. Técnicas de lectura	
3.1 Curso teórico sobre el trabajo de lectura	
3.2 Curso práctico sobre el trabajo de lectura	

2) Ejecución de capacitación

El Proyecto adoptó el sistema de capacitación tipo cascada. Este sistema consiste en que, primero, los expertos japoneses capacitan a los futuros capacitadores que dictarán los cursos de cada módulo (en adelante TOT), para que posteriormente estos impartan la capacitación piloto dirigida a los demás empleados de la sede central y de las diferentes delegaciones de ENACAL.

Tabla 6: TOT y capacitación piloto

Tema	Técnica de la gestión de ANF	Instalación de las conexiones domiciliarias y micromedidores	Lectura de medidores
TOT	Entrenamiento en Trabajo (OJT) en los proyectos piloto	Capacitación en grupo/ noviembre de 2018	Capacitación en grupo/ abril de 2019
Capacitación piloto	Capacitación en grupo/ abril de 2019 y septiembre de 2019	Capacitación en grupo/ abril de 2019 y julio de 2019	Capacitación en grupo/ abril de 2019

Después de impartir la capacitación piloto, se llevaron a cabo las encuestas del nivel de satisfacción de los participantes a modo de evaluar los resultados (aspectos positivos, aspectos por mejorar y las observaciones a los instructores). Asimismo, se realizó la evaluación de los instructores por los instructores de otros módulos (oficiales de ENACAL) y por los expertos

japoneses. Los cursos dictados fueron grabados en vídeo para que los participantes puedan reflexionar las técnicas didácticas utilizadas en forma objetiva, y esta modalidad ha ayudado a corregir la brecha que existe entre la imagen ideal y la imagen real de cada uno de los participantes. Como consecuencia, los instructores pudieron reconocer los aspectos positivos y los aspectos que requieran mejorar más a través de la evaluación, retroalimentando los hallazgos y las lecciones a las siguientes capacitaciones reforzando así su motivación.



Foto 4: Trabajo en grupo sobre el análisis del volumen de distribución de agua

3) Elaboración del Plan de Capacitación

El equipo de los expertos japoneses elaboró junto con los oficiales de la Dirección de Planificación, un plan de capacitación a fin de construir un sistema continuo de capacitación en el tema de la reducción de ANF dentro de ENACAL. Dicho plan describe claramente los procesos de planificación de la capacitación en el tema de ANF, obtención de presupuesto, método de evaluación del nivel de dominio y del grado de cumplimiento de los participantes en la capacitación, método de operación, división de responsabilidades dentro de la institución, etc.

Tabla 7: Contenidos del Plan de Capacitación

Capítulo	Contenidos
1. Introducción	1.1 Objetivos del Plan de capacitación 1.2 Estructura del Plan de capacitación 1.3 Desarrollo del programa de capacitación
2. Elaboración del Plan Anual de Capacitación	2.1 Procedimiento para la elaboración del Plan Anual de Capacitación 2.2 Plan de Formación de Recursos Humanos (Análisis de las necesidades de capacitación) 2.3 Elaboración del programa de capacitación 2.4 Elaboración del Plan Anual de Capacitación 2.5 Proceso de aprobación del Plan anual de capacitación
3. Implementación y operación de la capacitación	3.1 Divulgación 3.2 Preparativos previos 3.3 Operación en el día de la capacitación 3.4 Evaluación y retroalimentación de la capacitación
4. Documentos de referencia	4.1 Análisis de las necesidades de capacitación 4.2 Tabla de currículo de capacitación 4.3 Programa de capacitación 4.4 Plan Anual de Capacitación 4.5 Cuestionario para participantes 4.6 Cuestionario para instructores 4.7 Técnicas prácticas de capacitación para capacitadores 4.8 Alcances de responsabilidades en la elaboración del plan de capacitación en ANF (Manual de Operaciones del Departamento de Capacitación)

(5) Capacitación en Japón/Taller de trabajo

1) Capacitación en Japón

Se realizó 1ra. capacitación en Japón para 5 personas de cargos administrativos durante 10 días aproximados a partir de 28 de agosto de 2017. Los temas de capacitación se muestran a continuación:

Tabla 8: Contenido de la primera capacitación en Japón

Temas	Contenidos
Método de operación de los servicios de agua potable	Sistema organizacional, Administración del personal, Atención a usuarios, Sistema de facturación
Método de planificación	de Plan operativo anual (POA), Plan de capacitación
Método de ANF	Lineamiento para el aprovechamiento de sectores, Gestión de recursos hídricos, Sistema de micromedicación
Control de calidad de las conexiones domiciliarias	Instalación de certificación de medidores, fábricas de medidores



Foto 5: Capacitación sobre el control de calidad de medidores

El Segundo curso de capacitación en Japón de 2 semanas de duración dirigido a cinco personas de nivel técnico se realizó a partir del 27 de agosto del 2018. Los temas impartidos son las siguientes.

Tabla 9: Contenido de la segunda capacitación en Japón

Temas
Casos reales de administración eficiente de distribución de agua
Gestión de usuarios y métodos de atención a reclamos
Medidas de detección y prevención de fugas de agua (método de aprovechamiento de sectores y control de presión)
Método de control de calidad de conexiones domiciliarias (medidores de agua)
Método de control de calidad de materiales de agua potable (válvulas, materiales para la reparación de fugas de agua)
Niveles exigidos de supervisión de obras y calidad de obras a través de las visitas al lugar de obras de conexiones domiciliarias

Durante la capacitación, los participantes lograron experimentar y adquirir el know-how práctico de la gestión de ANF gracias a la cooperación de la Oficina del Agua del Gobierno Metropolitano de Tokio, profundizaron aún más el entendimiento sobre las actividades que se están desarrollando en el proyecto piloto y reconocieron las tareas pendientes en Managua.

Como resultado, ahora las instrucciones a los funcionarios de otras secciones y la verificación de los resultados se realizan más rápido que antes y de esta manera contribuyeron enormemente al desarrollo de las actividades del Proyecto.



Foto 6: Entrenamiento práctico sobre control de caudal de la zona pequeña

2) Taller de trabajo

Con el objetivo de divulgar los resultados y las lecciones aprendidas del Proyecto piloto en AZA, No.3 y en MS No.61 a nivel interno de ENACAL, se realizó un taller de trabajo. (1er: 23 de noviembre de 2018, 2do: 5 de diciembre de 2019)

Participaron los jefes de la sede central de ENACAL, delegados y encargados de ANF de las delegaciones departamentales y regionales y personas relacionadas al Proyecto de GIZ quienes intercambiaron las opiniones activamente.

El método de medición del volumen de fugas de agua adoptado en las actividades piloto se llama "Método de medición directa". En las delegaciones departamentales y regionales donde hay poca población con cobertura de agua, la posibilidad de aplicación de este método es mayor que en la ciudad de Managua, por lo tanto, se espera que este método también se desarrolle en las actividades de reducción de ANF a nivel nacional en toda Nicaragua.



Foto 7: Demostración del método de medición del volumen de fugas de agua

El segundo taller incluyó la publicación de la Guía Técnica sobre la instalación de las tuberías de agua y de los medidores de agua, presentación sobre cómo difundir el uso de dicha guía así como otra presentación que tuvo como finalidad dar a conocer y divulgar el plan básico de reducción de agua no facturada y prácticamente este taller fue un evento de recapitulación del presente Proyecto.

3) Seminario Final del Proyecto

Con el objetivo de divulgar los logros del presente Proyecto y las iniciativas de ENACAL para reducir ANF, de manera amplia dentro y fuera de la institución, el viernes 7 de febrero del 2020 se realizó el Seminario Final.

A este seminario participaron no solamente el personal de la sede central y de las delegaciones de ENACAL, sino también otros donantes, así como los representantes de los organismos gubernamentales nicaragüenses relacionados con el manejo de los recursos hídricos y con el sistema de saneamiento, contribuyendo a difundir ampliamente los resultados del presente Proyecto.

Los asistentes calificaron altamente la utilidad del Plan de Reducción de ANF elaborado por el Proyecto, así como el plan de acción a mediano y largo plazo elaborado con transparencia y relevancia técnica.



Foto 8: Seminario Final del Proyecto

4. Innovaciones y lecciones aprendidas en la ejecución del Proyecto

(1) Sistema de ejecución del Proyecto

Cuando se inició el Proyecto, se consideró necesario crear un mecanismo de trabajo que permitiera resolver problemas como ENACAL en su conjunto a través del monitoreo de las actividades y resultados obtenidos de los equipos conformados para cada Resultado esperado, gestionando de

manera integral los avances y cumplimientos de las actividades de cada Resultado esperado.

Especialmente, la creación de la "Unidad de Gestión del Proyecto" aparte del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto contribuyó a la gestión de los avances de todo el Proyecto y a la pronta resolución de los problemas.

Como resultado, los diversos problemas como la gestión de proyectos, la toma de decisiones, la eliminación de factores que obstaculizan el progreso, etc., se resolvieron en las reuniones periódicas, lo cual está vinculado con el progreso favorable de los programas de las actividades, y se mantuvo reconocimiento de informaciones entre el Comité de Coordinación Conjunta y la Unidad de Gestión del Proyecto.

En particular, el hecho de haber sido discutido y compartido abiertamente los avances en el logro de los resultados esperados durante el período del Proyecto, ha agilizado la coordinación y cooperación de distintas unidades involucradas, y por ende, a la manifestación eficiente de los resultados. Asimismo, al compartir a nivel institucional los desafíos atravesados y la complejidad de las medidas de reducción del ANF, que hasta entonces había sido abordado por unos pocos oficiales, ha facilitado la obtención del compromiso de la directiva para emprender las medidas en modalidad transversal.

(2) Composición del Comité de Coordinación Conjunta

Como planteamiento en el sistema operativo, se puede mencionar el establecimiento de las funciones de sub clases debajo del cargo de Director del Proyecto y Gerente del Proyecto. Aunque dentro de ENACAL la facultad de decisión final se confiere al Presidente Ejecutivo, éste por sus múltiples actividades diarias no es posible que realice el monitoreo general del Proyecto ni que esté al tanto de su desarrollo con frecuencia.

Ante estas circunstancias, se decidió a nombrar al Gerente de Proyectos e Inversiones que administraba en forma unificada los proyectos del

BID y del Banco Mundial como Co-Director, además, se designó en el cargo de Subgerente a un directivo que se desempeñaba como asesor técnico de la presidencia.

Como consecuencia, diversos problemas incluyendo la eliminación de los factores que impiden la gestión, la toma de decisiones y el avance del proyecto fueron resueltos fácilmente en las reuniones regulares, se construyó un consenso completo entre las reuniones regulares y el Comité de Coordinación Conjunta y se desarrollaron programas de actividades sin inconvenientes.

(3) Visualización del Desarrollo de capacidades

En los Resultados 2 y 3, se proyecta la capacitación técnica del personal de ENACAL en forma de OJT. Para poder visualizar el nivel de fortalecimiento de capacidades antes y después del Proyecto, se realizó la evaluación de capacidades de los principales funcionarios en la etapa del estudio de Línea de Base.

Esta evaluación se realizó en forma de entrevista individual donde se estableció por consenso mutuo el nivel técnico actual basándose en la autoevaluación de cada uno y tras la entrevista e intercambio de opiniones con el Equipo del Proyecto.

Al revisar esta Hoja de evaluación nuevamente en el punto intermedio y punto final del Proyecto, todos pudieron verificar visualmente cómo han mejorado las técnicas y conocimientos adquiridos a través del Proyecto.

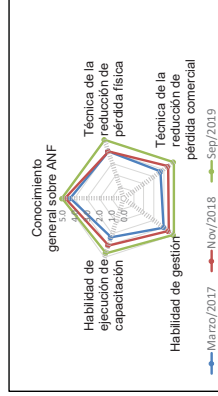


Figura 17: Ejemplo de evaluación de capacitación del personal

(4) Análisis de causas de ANF

Se señala que un factor que impedía la reducción de ANF en la ciudad de Managua hasta la fecha es la no existencia de los datos de análisis exacto de los componentes de ANF. Las pérdidas comerciales y las físicas causadas por ANF tienen sus respectivas causas, sin embargo, no se puede proponer las medidas eficaces hasta que se conozca exactamente el porcentaje y la situación real de las mismas.

El presente Proyecto considera como un pilar de sus actividades "Conocer exactamente las causas de ANF en los sectores piloto" y para ello se realizó la transferencia tecnológica práctica en modalidad de OJT.

(5) Colaboración con otros donantes

1) Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID desempeña un rol sumamente importante en el aspecto del suministro de fondos para el acondicionamiento de las instalaciones de acueducto y alcantarillado que se encuentra dentro del plan estratégico de ENACAL.

Si se logra cumplir el objetivo final del presente Proyecto, la reducción de ANF, habrá menos inversiones en el desarrollo de nuevas fuentes de agua y podrán destinarse lo ahorrado para nuevas inversiones en equipos. Para maximizar los resultados del Proyecto y para que estos sean sostenibles, es preferible trabajar en paralelo con la renovación drástica de las instalaciones obsoletas de transmisión y distribución de agua. Se considera sumamente válida la opción de mejoramiento de las instalaciones con los fondos del BID.

Este planteamiento ha sido discutido entre el BID y JICA desde el comienzo del Proyecto, y todas las informaciones obtenidas en el desarrollo del Proyecto han sido compartidas con el BID manteniendo el intercambio de opiniones.

Como consecuencia, el BID ha manifestado la política de continuar apoyando a ENACAL, y en 2018 inició un proyecto que incluye la creación de la Delegación Altamira y el mejoramiento de las redes de distribución. Esto tiene que ver con los

antecedentes de frecuentes intercambios de opiniones entre el BID y el presente Proyecto desde la etapa de planificación, por lo que se puede afirmar que es un caso ejemplar de coordinación de ambas partes funcionando de manera oportuna.

Se espera una mayor sinergia de apoyo de ambas instituciones de Japón y el BID donde el presente Proyecto de cooperación técnica defina claramente los procedimientos y técnicas eficientes y eficaces para reducir ANF y los funcionarios de ENACAL con capacidad técnica participen activamente en la operación de los futuros proyectos del BID.

2) Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ)

El gobierno de Alemania a partir del año 2011 puso en marcha el Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento (PROATAS), se incluyeron acciones para el mejoramiento organizacional de ENACAL y el fortalecimiento del sistema de gestión de operación y mantenimiento a nivel de las delegaciones departamentales y regionales.

En el marco de la cooperación técnica de JICA para la ciudad de Managua, se prevé la creación de un sistema de capacitación dentro de ENACAL para fortalecer constantemente las técnicas de reducción de ANF.

En las delegaciones departamentales y regionales también el tema de ANF es considerado como un tema importante, por lo tanto, se espera que con la coordinación de proyectos de ambas instituciones se fortalezca el sistema de reducción de ANF a nivel nacional en toda Nicaragua.

(6) VIII Foro Mundial del Agua en Brasil

El líder del Proyecto participó en el VIII Foro Mundial del Agua celebrado en Brasilia del 18 al 22 de marzo del 2018. En este Foro del Agua, se presentó el presente Proyecto y los resultados obtenidos de otros proyectos de ANF que ha venido ejecutando JICA hasta ahora.

El jefe del equipo consultor del presente proyecto participó como panelista en la sesión temática sobre el uso eficaz del agua y expuso la importancia de la

medición del agua no facturada recalando cómo la medición exacta contribuye al desarrollo sostenible con los siguientes tres enfoques.

- ✦ Sostenibilidad de los servicios públicos de acueducto
- ✦ Sostenibilidad de las operaciones de control de ANF
- ✦ Sostenibilidad del entorno de inversiones



Sede Principal



Sesión Temática

Foto 9: Imagen del Panel de discusión

(7) Actividades de relaciones públicas

Se realizaron varias acciones para divulgar efectivamente las acciones desarrolladas y los resultados del Proyecto. Se confeccionaron y se utilizaron varios materiales de promoción y divulgación incluyendo el logotipo, eslogan del Proyecto, gorras y chalecos del personal, etc. Asimismo, se emitieron las informaciones a través de los medios de comunicación masiva como la televisión, periódicos, etc. y los medios sociales como Facebook, YouTube, etc.



Logo del Proyecto



Carteles



Banner



Gorra

Figura 18: Materiales para Relaciones Públicas

El logotipo del Proyecto elaborado inmediatamente después de iniciar el Proyecto sirve de eslogan para infiltrar sus actividades en ENACAL, y ha sido utilizado también en las presentaciones ofrecidas sobre el Proyecto ante el BID y otros donantes. Posteriormente, ha sido utilizado también en los materiales preparados y en las presentaciones del Proyecto, contribuyendo en la consolidación del grado de reconocimiento del Proyecto dentro y fuera de la institución.

Los carteles y folletos fueron preparados principalmente para repartir a la comunidad y a los establecimientos educativos del área piloto. Esto, porque ha sido necesario obtener el apoyo de la comunidad local, ya que las actividades piloto pueden afectar de alguna manera a la población beneficiaria del servicio de agua. Estos materiales fueron distribuidos junto con el anuncio grabado previo a la ejecución de las actividades nocturnas, a fin de fortalecer la relación de confianza con la población local. Se logró percibir el impacto positivo de relaciones públicas reflejado en el apoyo de los residentes para el Proyecto, tanto en el momento del envío de las facturas como en la atención a las quejas y reclamos.

Adicionalmente, se repartieron los chalecos y gorras del Proyecto al personal de C/P que desarrollaron las actividades piloto, con el fin de fortalecer su conciencia y motivación en la participación. Esto no solo ha tenido un fuerte impacto en la consolidación del trabajo en equipo sino ha contribuido también a elevar el grado de reconocimiento del Proyecto entre la comunidad local.

(8) Introducción de las nuevas tecnologías teniendo la innovación en mente

El presente Proyecto ha introducido de manera experimental diversos equipos no utilizados hasta ahora en los proyectos de Agua No Facturada, y conjuntamente con ENACAL se han realizado actividades para demostrar sus efectos.

1) Georadar

Durante el proyecto se probaron varios equipos y maquinarias (cámaras termográficas, endoscopios industriales, métodos de detección de radar subterráneo (georadar), análisis de frecuencia de sonido generado por el paso del agua, etc.). Dentro de estas tecnologías el método de detección de radar subterráneo ha dado muy buenos resultados por lo que ENACAL ha adquirido esta maquinaria costosa con fondos propios en el 2019 para la detección de conexiones ilegales, misma que está dando muy buenos resultados. A dos meses de su utilización se han detectado cinco conexiones ilegales y se logró reclamación de multas y solución del problema de morosidad.



Foto 10: Practica del uso de georadar

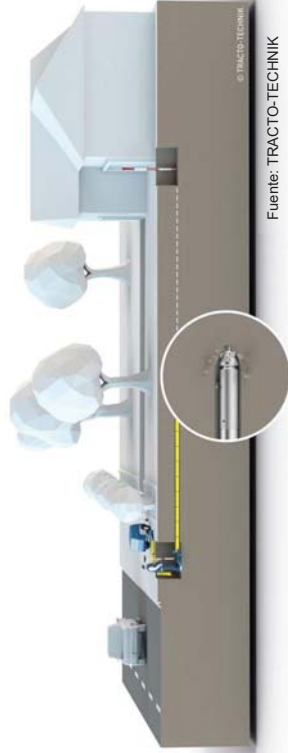
De esta manera, los equipos y las técnicas pueden ser eficaces o no para la reducción de ANF dependiendo de las condiciones y las situaciones de cada localidad. El Proyecto ha dado a conocer la pertinencia de buscar los medios más efectivos para cada localidad y que de esa manera se puede lograr mayor impacto en la reducción de ANF.

2) **Tubo de polietileno de alta densidad** y equipo para la instalación de tubo sin excavar zanja

ENACAL había venido utilizando únicamente el tubo de PVC como tubería de conexiones domiciliarias, sin embargo, en el Proyecto piloto, se utilizó el tubo de polietileno de alta densidad para

reemplazar las tuberías de conexiones domiciliarias. Cuando se conecta un tubo de PVC con codos y adaptadores de rosca, se utiliza el cemento para PVC, no obstante, cuando no se puede detener adecuadamente el agua durante la obra, el cemento para PVC no adhiere suficientemente, como consecuencia, se aumenta el riesgo de fuga de agua en la parte de unión.

Por otro lado, el tubo de polietileno es altamente flexible y resiste las variaciones del suelo, además, tiene la ventaja de aplicarse sin necesidad de utilizar uniones desde la parte de derivación hasta el medidor. Asimismo, no se requieren pegamentos como cemento para PVC ya que se utilizan uniones



Fuente: TRACTO-TECHNIK

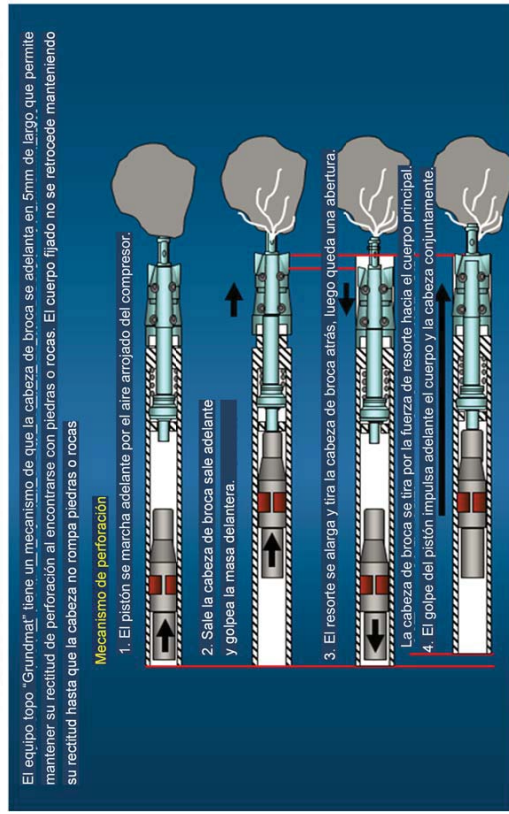


Figura: 19 Imagen del método de perforación sin zanja

roscaidas tipo acoplamiento en la parte de conexión.

Hasta ahora, para reemplazar una tubería de conexiones domiciliarias, era necesario romper el pavimento y excavar una zanja de 1.5m de ancho y 1.5m de profundidad en la dirección transversal de la calle, y en muchos casos, se consumía todo el día entero trabajando en un solo lugar. Además, se necesitaba tiempo y gastos para recuperar el pavimento después de la instalación de la tubería. Esta situación no permitía promover el reemplazo de las tuberías de conexiones domiciliarias.

Para poder realizar eficientemente el trabajo de reemplazo de tuberías de conexiones domiciliarias, se adquirió un equipo de excavación para el método "topo" de diámetro pequeño, y se realizó la capacitación técnica a través de la OJT (capacitación en el trabajo). El equipo adquirido es capaz de perforar una distancia de unos 6-10m en 12 minutos sin instalar la zanja, y en la capacitación en el lugar actual, se comprobó su efectividad y eficiencia.

(11) **Procedimiento para medidas de reducción de ANF en adelante**

1) **Desafíos además de las medidas contra pérdida real**

La detección de fugas de agua visibles y no visibles y reparaciones que ha venido ejecutando el Departamento de ANF son muy importantes, sin embargo, sin el esclarecimiento de la ubicación de las tuberías obsoletas, la determinación del destino desconocido de distribución de agua y sin la solución fundamental de las conexiones ilegales, es imposible realizar una reducción significativa de ANF.

Por parte de ENACAL, se ha logrado obtener un nivel satisfactorio en cuanto al desarrollo de técnicas de detección de fugas, reparación de tuberías y determinación de tuberías que no se encuentran dentro del catastro de redes. Por lo tanto, sería importante seguir haciendo el trabajo a la vez que se mejora el grado de destreza a través de las labores rutinarias diarias. Se espera que los conocimientos y técnicas correctas que se están

adquiriendo se difundan a toda ENACAL.

Por otro lado, en lo que respecta a la detección de conexiones ilegales y a la localización de tuberías que no están registradas en catastro, a excepción del Departamento de ANF no hay otro departamento en ENACAL que cuente con las técnicas adecuadas para la realización de dichas tareas. Estas labores corresponden a la Gerencia Comercial.

Sin embargo, las medidas contra las conexiones ilegales no dependen únicamente de esfuerzo considerable que se realiza por el personal de campo, sino que también se tiene que contar con el equipo efectivo para la detección. Por este motivo, además de utilizar los detectores de sonido existentes, se requiere la introducción experimental de tecnologías basadas en nuevos puntos de vista.

2) **Aprovechamiento del sistema avanzada de gestión comercial**

En el Proyecto, también ha quedado esclarecido que en la información del libro mayor de clientes se encuentran incluidos errores. Además, se ha verificado que es difícil conocer con exactitud el periodo de lectura del micromedidor y el periodo de facturación.

Es muy importante actualizar periódicamente el base de datos de catastro de usuarios y la comunicación y entendimiento entre el personal del sitio con los departamentos relacionado con el ingreso de datos informativos.

Por otro lado, en ENACAL se está mejorando el sistema de gestión de usuarios con el apoyo técnico de GIZ, y tienen previsto el uso de un sistema SIGIL que pueda fácilmente conocerse el periodo de lectura de micromedidores y el periodo de facturación, sobre el cual se espera su realización.

3) **Planificación para la futura renovación de la red de distribución de agua**

Las actividades del presente Proyecto se enfocaron en establecer la base adecuada para que ENACAL implemente medidas para la reducción de ANF en la ciudad de Managua con procedimientos correctos y de manera eficiente.

En el pasado, la ciudad de Managua ha ido ampliando y mejorando las fuentes de agua y las redes de distribución de agua en base al PMA que fue formulado en el 2005 con el apoyo de JICA. Sin embargo, ya han pasado cuatro años desde el año objetivo del PMA del 2015 y es hora de reconsiderar la planificación a futuro.

La verificación del estado de la red de distribución de agua existente arroja resultados serios de redes de distribución deterioradas por el paso del tiempo. En particular, la renovación de las redes de asbesto que representan el 40% de la red de distribución, es uno de los problemas que debe ser inevitablemente abordado para poder lograr un sistema de distribución de agua apropiado en los próximos 20 a 30 años.

La prueba de fragilidad de las tuberías de asbesto realizada durante las actividades del Proyecto ha demostrado evidencias claras del deterioro de las mismas y de no tomar medidas en los siguientes años, estas se pueden convertir en una gran amenaza.

Es recomendable por lo tanto que al tiempo de seguir implementando las medidas de reducción de ANF se implementen en paralelo una evaluación adecuada de la vulnerabilidad de la red de distribución de agua de la ciudad de Managua para formular el plan de reemplazo de las mismas a mediano y largo plazo.

【Período del Proyecto】

De enero de 2017 a mayo de 2020

【Información básica del servicio de agua en Managua】

- ◇ Nro. de población: 1,049,105 (2017)
- ◇ Nro. de conexión: 245,848 (Feb/2019)
- ◇ Tasa de cobertura de agua potable: mayor a 95%
- ◇ Fuentes de agua: Pozos y Lago Asososca
- ◇ Método de purificación de agua: Cloración
- ◇ Producción de agua: Aprox. 510 mil m³/día

【Documentos de Referencia】

Informe del Estudio de Planificación Detallada sobre el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua (julio de 2016, JICA)

Informe Final del Estudio de Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua (diciembre de 2005, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-II (diciembre de 1998, JICA)

Informe de Diseño Básico sobre el Proyecto de Mejoramiento de las Instalaciones de Agua Potable en la Ciudad de Managua Fase-I (febrero de 1995, JICA)

Apéndice 15: Reporte de estudio para
el desarrollo de tecnología de
detección de las conexiones ilegales

Apéndice 15. Reporte de estudio para el desarrollo de tecnología de detección de conexiones ilegales

1. Antecedentes

La situación de las conexiones ilegales en Nicaragua es muy grave. La misma ENACAL ha venido luchando contra las conexiones ilegales desde hace mucho tiempo, pero aún no se ha encontrado un método eficaz.

Las tres modalidades más recurrentes de las conexiones ilegales son las siguientes:

- Perforar un hoyo en la turbina del medidor para que se registre menos consumo que el consumo real
- Instalar el medidor temporalmente al revés para reducir el valor acumulado del consumo
- Instalar una tubería bypass antes o después del medidor y usar el agua sin pasar por el medidor

En el presente Proyecto, aparte de las actividades necesarias para alcanzar los indicadores de los Resultados, se han probado varios métodos de detección eficiente de las conexiones ilegales desde la perspectiva de innovación para los futuros proyectos de medidas contra ANF.

Como un documento base para mayor análisis en la futura implementación de las medidas contra las conexiones ilegales, aquí se presentan algunos métodos probados hasta la fecha y su efectividad.

2. Situación actual del robo de agua y las actividades de detección

2.1 Situación actual del robo de agua y las actividades de la Unidad Antifraude

Además de la manipulación y maniobra ilegal del medidor, la modalidad más recurrente del robo de agua es el uso de la tubería bypass como tubería de acometida hacia la propiedad conectando justo antes del medidor. La Unidad Antifraude de ENACAL ha realizado el estudio con los siguientes procedimientos.

- 1) Visitar la vivienda sospechosa y cerrar la válvula ubicada justo antes del medidor.
- 2) Comprobar si sale agua o no desde un grifo dentro de la propiedad.
- 3) Si se puede usar el agua dentro de la propiedad aun después de cerrar la válvula ubicada justo antes del medidor, esto indica que están abasteciendo de agua desde otra tubería.
- 4) Después de confirmar la existencia de una tubería bypass, excavar los alrededores para localizar la tubería ilegal.


Si los pobladores nos colaboran, se puede realizar el estudio dentro de la propiedad, sin embargo, en la práctica, algunos habitantes nos niegan hacer trabajo, incluso arremeten contra los trabajadores.

Para plantear un método seguro y eficiente para este trabajo tan complicado, se han realizado las siguientes actividades y se ha verificado su viabilidad.

2.2 Apoyo a las actividades de detección

En el Proyecto piloto (AZA No.3), se identificaron 50 de 1,000 usuarios con sospecha de conexiones ilegales. Este porcentaje tan alto evidencia que el uso ilegal del agua es un gran factor de pérdidas aparentes en la ciudad de Managua, por lo que la Unidad Antifraude de ENACAL está patrullando con turno de 2 equipos de 12 personas.

Con el actual método de estudio, difícilmente se obtienen resultados si no se cuenta con la colaboración de los pobladores, por lo tanto, prestamos los siguientes equipos para realizar el estudio, y se ha comprobado su viabilidad.

			
Cámara termográfica	Endoscopio (cable: 3.9mm)	Varilla acústica	Geófono localizador de fugas LD-7

Fotografía 2.1 Equipos para comprobar la viabilidad

[Prueba de comprobación de viabilidad]

En noviembre del 2018, le prestamos los equipos anteriormente mencionados al Departamento Técnico Comercial de ENACAL y se inició la prueba de comprobación de viabilidad de estos equipos en las actividades de detección de conexiones ilegales que es un trabajo de rutina (del 28 al 29 de noviembre del 2018).

Los equipos se utilizaron en varias viviendas de los usuarios con sospecha de conexiones ilegales, y como resultado, para el equipo de trabajo la varilla acústica y el geófono localizador de fugas eran útiles, ya que se podía aplicar estos equipos independientemente de las condiciones del terreno.

Con respecto al endoscopio industrial, esto implica la suspensión del servicio y el trabajo de retiro temporal del medidor, pero al menos se logró confirmar que se podía fotografiar bien las imágenes de derivación desde el tubo recto. Por no estar facultada para manipular válvulas de la red de distribución, la Unidad Antifraude de ENACAL no puede realizar un estudio que implique la suspensión del servicio sin autorización. por lo que las escenas donde se utiliza el endoscopio industrial son limitadas.

[Verificación de la efectividad de los equipos prestados]

El 13 de marzo del 2019, se realizaron entrevistas y acompañamiento al trabajo en el terreno para verificar el uso de los equipos prestados. Como consecuencia, se evidenciaron los siguientes.

- De todos los equipos hasta la fecha, la varilla acústica es la más efectiva por ser móvil.
- El geófono localizador de fugas también se utiliza junto con la varilla acústica según sea necesario.
- El endoscopio industrial (fibroscopio) no se puede utilizar sin suspender el servicio, ya que no soporta la presión de agua. La Unidad Antifraude no tiene facultad para suspender el servicio en el terreno, por lo tanto, el alcance del uso de este equipo se limita al registro

de imágenes fotográficas del interior de la tubería bypass después de cortar, como evidencia.

La inspección de conexiones ilegales se realiza esperando detectar unos 10-12 casos por día, aunque los casos claramente diagnosticados como robo de agua apenas son dos casos al día.

Cuando se realizó el acompañamiento en el terreno, no se logró detectar ningún caso de robo de agua, pero sí se detectó un medidor con más de 20 años de uso, por lo que inmediatamente se procedió a reemplazarlo. En cuanto a la varilla acústica, se confirmó su buen uso.

		
Detección con varilla acústica	Excavación alrededor del medidor	Medidor con más de 20 años de uso

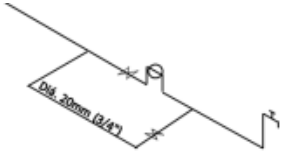
Fotografía 2.2 Imágenes de detección de conexiones ilegales

2.3 Modalidades del uso ilegal del agua

Las modalidades del robo de agua de ENACAL son varias, no existe una modalidad única, pero algunas son más representativas.

Ciertamente no hay muchos casos comúnmente observados en los países en desarrollo como “tuberías espagueti” u obstaculización de lectura del medidor con objeto extraño (algo parecido a un clavo), sin embargo, en dos Proyectos piloto, se estimó un porcentaje de 5-10% de robo de agua en alguna modalidad.

Generalmente, el robo de agua se practica en siguientes modalidades.

		<p>[Bypass simple] Se deriva el agua justo antes del medidor y se obtiene una tubería de acometida independiente hacia la propiedad.</p> <p>→ Ruta normal → Ruta ilegal</p>
		<p>[Bypass de retorno] Se deriva el agua justo antes del medidor y se conecta retornando a la tubería normal después de pasar el medidor.</p> <p>→ Ruta normal → Ruta ilegal</p>
		<p>[Medidor modificado (manipulado)] La fotografía de la izquierda es un ejemplo de perforación en la carcasa exterior de la caja secundaria).</p> <p>La fotografía de la derecha muestra turbinas de rotación del interior de la caja secundaria. Izq. de la foto de la derecha: turbina cortada Der. de la foto de la derecha: turbina normal</p>


Fotografía 2.3 Modalidades del uso ilegal del agua

Aparte de estos, existen usuarios que roban agua instalando el medidor al revés por cierto tiempo para que gire al revés y que reduzca el valor indicado acumulado, y cuando se acerca la fecha de lectura, lo retornan a la posición normal.

3. Análisis de equipos y sistemas considerados efectivos para la detección del robo de agua

3.1 Cámara termográfica

Tabla 3.1 Características de una cámara termográfica

Características y especificaciones	Fotografía	Resultados de la verificación en este momento
<p>Es un equipo que analiza los rayos infrarrojos radiados de un objeto, muestra la distribución térmica como imágenes y las analiza.</p> <p>Una tubería de conexiones domiciliarias que tenga tubería bypass en uso produce una diferencia de temperatura en relación a la temperatura de su alrededor. Se han realizado pruebas continuas para conocer si es posible detectar esta diferencia de temperatura desde la superficie del suelo mediante la termografía. Como experimento, si se logra detectar 1°C de diferencia de manera lineal y dimensional, es posible detectar la tubería bypass.</p>		<p>Cuando se realizan pruebas durante el día, la luz solar no es uniforme en muchos lugares, y en la detección de diferencia de temperatura en la superficie del suelo, la reflexión difusa afecta el resultado.</p> <p>Si la reflexión de la luz solar en la superficie fuera uniforme y el uso del agua continuara por cierto tiempo, probablemente se puede diagnosticar, pero en muchos casos, el robo de agua mediante la tubería bypass se comete en la noche.</p> <p>Es deseable seguir probando en la noche sin luz solar si es efectiva la detección cuando la temperatura de la superficie se mantenga estable. (Trabajo delegado a los trabajadores de ENACAL)</p>

En la superficie de un objeto, si la temperatura es mayor a cero absoluto (-273°C), se produce la radiación infrarroja. Si la temperatura es alta, se emite una mayor cantidad (intensidad) de rayos infrarrojos de ondas cortas y si la temperatura es baja, se emite una menor cantidad de (débiles) rayos infrarrojos de ondas largas.

En otras palabras, si se capta un rayo infrarrojo, se puede conocer la temperatura sin necesidad de tocar el objeto. Aplicando este principio, si existen condiciones donde la temperatura de agua de la tubería de conexiones domiciliarias enterrada se transmite al suelo, creemos que existe la posibilidad de localizar la tubería, por lo que hemos realizado pruebas en el terreno.

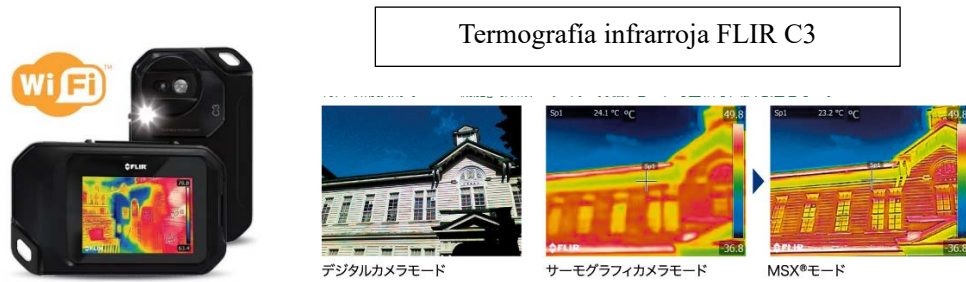
Primero, se realizó estudio en horas diurnas para comprobar si se puede diagnosticar la diferencia de temperatura con imágenes termográficas cuando existe diferencia entre la temperatura del alrededor del medidor de la vivienda, de la tubería excavada, de la tubería interna de la vivienda, etc.

Sin embargo, como no había condiciones para diagnosticar fácilmente con imágenes si existe tubería enterrada por no ocurrir casi nada los robos del agua durante el día y por la influencia de fuertes rayos solares de Centroamérica, prioritariamente se realizó la comprobación del rendimiento y la facilidad de manipulación de la cámara termográfica.

Como resultado, es difícil detectar la diferencia de temperatura si la superficie alrededor del medidor no es uniforme. Por ejemplo, el volumen de radiación infrarroja varía dependiendo del ambiente alrededor del medidor si es grama, concreto, tierra, etc. Además, en Centroamérica, hay fuerte influencia de rayos solares, por lo que se confirmó que era difícil detectar durante el día.

No obstante, en las altas horas de la noche cuando la Unidad Antifraude realiza actividades, tendrá sentido confirmar la posibilidad del uso de la cámara para detectar la tubería bypass o las

fugas subterráneas, de todas maneras, el deterioro de la seguridad ciudadana durante el período del Proyecto nos obligó a abandonar esta prueba.



Fotografía 3.1 Cámara termográfica utilizada

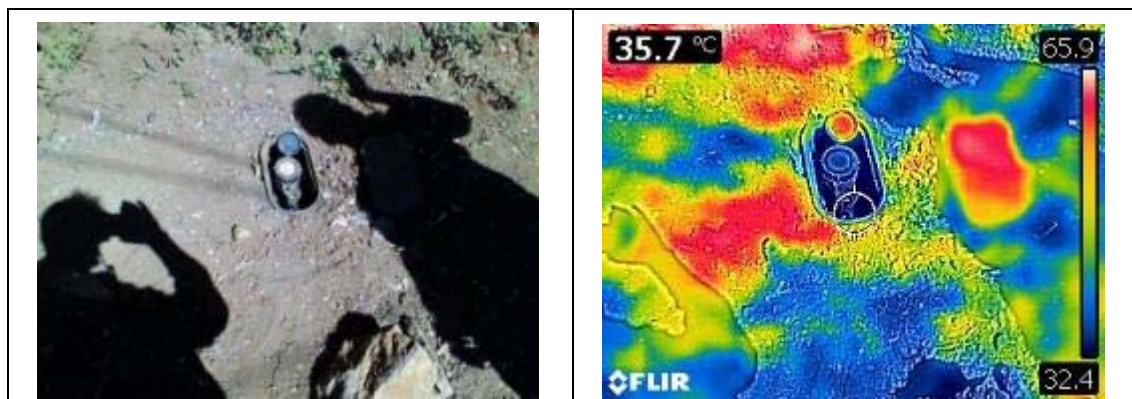


Imagen de alrededor del medidor rodeado de tierra. Debido a fuertes rayos infrarrojos, se produce la imagen de la derecha con reflexión de la luz. No existe diferencia de temperatura porque no están usando el agua.

Fotografía 3.2 Alrededor del medidor en el andén de tierra

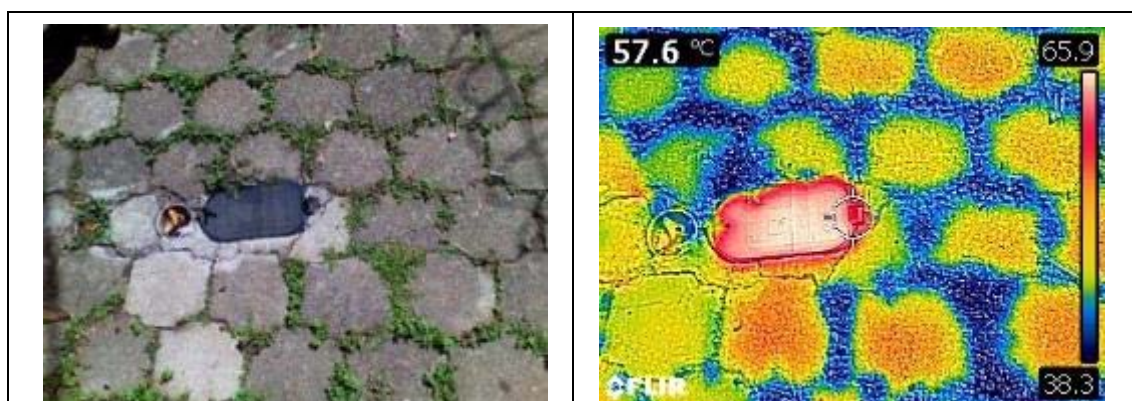
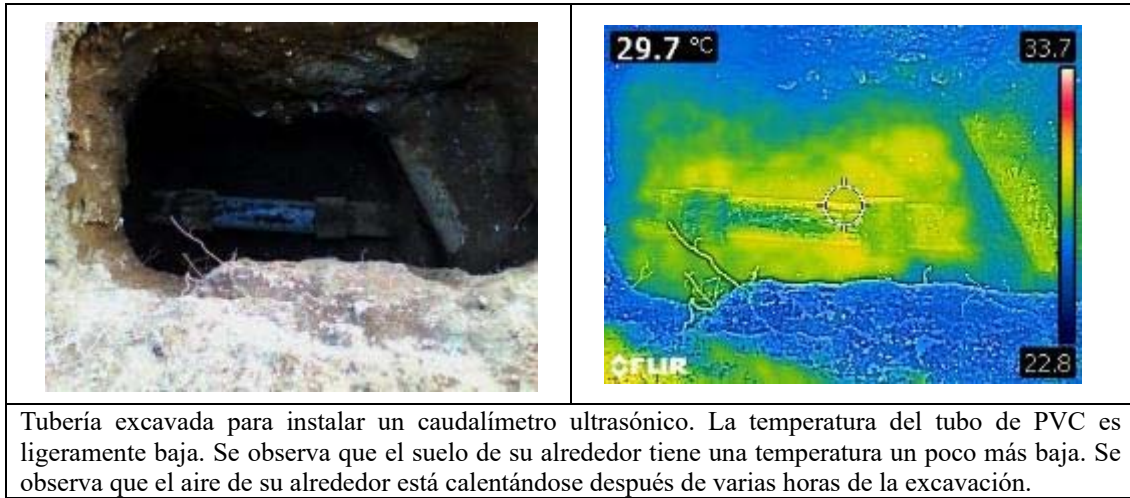
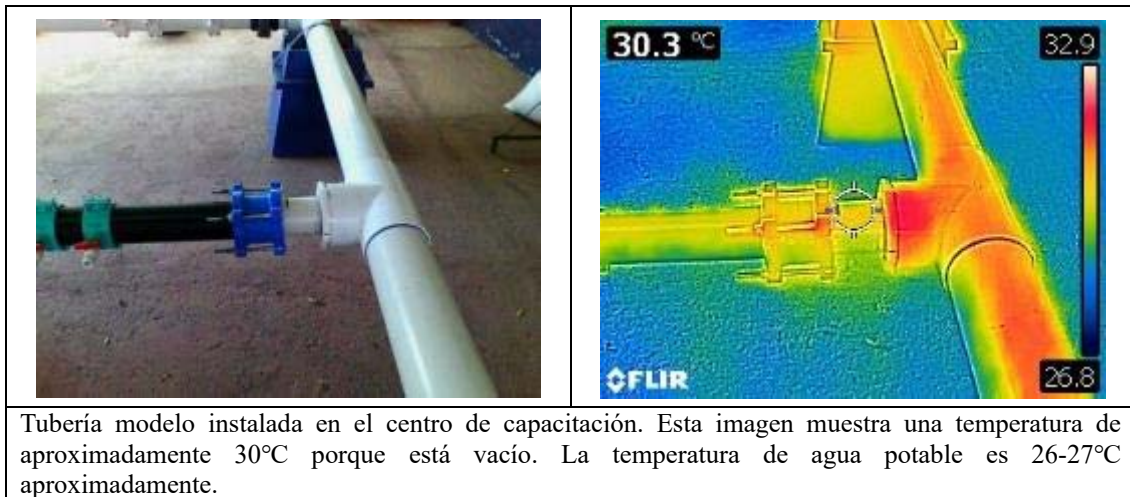


Imagen de alrededor del medidor rodeado de adoquines. Debido a los adoquines calentados por el sol, se produce la imagen de la derecha. La tapa del medidor está caliente y tiene alta temperatura.

Fotografía 3.3 Alrededor del medidor en el andén adoquinado



Fotografía 3.4 Temperatura de la tubería excavada



Fotografía 3.5 Temperatura de la tubería de prueba expuesta

3.2 Utilización del equipo de detección acústica y el endoscopio industrial

3.2.1 Varilla acústica

Es un equipo indispensable para la detección de fugas de agua.

Se desarrolla el estudio de detección acústica estableciendo como punto de conexión el medidor de las viviendas. Si existe el uso del agua mediante la tubería bypass conectada a la tubería de conexiones domiciliarias justo antes del medidor, se puede captar su sonido de paso de agua. Hasta entonces, ENACAL dependía únicamente del método de cerrar la válvula ubicada justo antes del medidor y verificar si sale agua dentro de la propiedad, sin embargo, si se adquiere la técnica de detección utilizando la varilla acústica, se puede comprobar el uso del agua aun cuando los habitantes de la vivienda no permiten manipular el grifo dentro de la vivienda.



Fotografía 3.6 Imágenes del trabajo de detección de conexiones ilegales

3.2.2 Geófono localizador de fugas

Se utilizó la máquina introductoria que es un aparato simplificado del equipo en posesión de la Unidad Antifraude del Departamento de ANF.

Si está utilizando el agua, se puede localizar la tubería bypass antes de llegar al medidor, incluso la ubicación de la derivación desde la tubería de distribución. Aunque se requiere un poco de pericia, se espera que dentro de unos meses se acostumbren al uso y se utilice más.

Durante dos días del 28 al 29 de noviembre, acompañamos a la Unidad Antifraude y enseñamos cómo se maneja el equipo.


En el primer día, a través del trabajo de localización de tubería de conexión domiciliar, se logró comprobar que se puede utilizar este equipo eficazmente con más tiempo de entrenamiento. Al día siguiente, la prueba en el lugar se realizó en el andén de una calle principal con bastante tráfico. La profundidad de la tubería enterrada era profunda, de un metro aproximadamente, por lo tanto, no se logró localizar la tubería de conexión domiciliar. Sin embargo, si existieran condiciones normales de tubería de conexiones domiciliarias, se puede utilizar este equipo muy eficazmente.

	
<p>Tubería bypass encontrada</p>	<p>Introducción de un tapón de hule especial en el interior de la tubería de conexión domiciliar</p>
	
<p>Observación introduciendo el endoscopio en el interior de la tubería de conexión domiciliar</p>	<p>Práctica de geófono localizador de fugas</p>

Fotografía 3.7 Imágenes del trabajo de detección de conexiones ilegales

3.2.3 Endoscopio industrial

Tabla 3.2 Características de un endoscopio industrial

Características/Especificaciones	Fotografía	Situación del terreno
<p>Es un método donde se introduce un cable de fibra óptica de diámetro 3.9mm y se comprueba la presencia de derivación con la cámara de la punta.</p> <p>Es deseable que el equipo tenga las siguientes especificaciones: 3m de longitud del cable, palo movable en la punta, resistente a la presión de agua (1.0Mpa) y 3-4mm de diámetro de la cámara, aunque es sumamente costoso.</p> <p>Para este experimento, se adquirió un producto de bajo costo, pero su impermeabilización está diseñada para uso doméstico y requiere suspender el servicio de agua cuando se introduce.</p>		<p>Se prestó el equipo a los miembros del Departamento Técnico Comercial y el Departamento de ANF para uso experimental.</p> <p>Es difícil introducirlo a un codo de 90° porque no se puede mover flexiblemente la dirección de la punta.</p> <p>En un tubo recto, se puede obtener una imagen nítida y se puede conocer la presencia de derivación en el camino.</p>

La detección de tubería bypass con fibroscopio también se realiza en otros países, por ejemplo, para el alcantarillado, por lo que existe alta posibilidad de dar un buen uso de este equipo.

Sin embargo, será bastante costoso un equipo que permita introducir por varios codos de 90° que existen en la tubería de conexiones domiciliarias y que llegue hasta unos 3m de distancia. Asimismo, la preparación de herramientas para introducir el equipo a la tubería de conexiones domiciliarias bajo la presión de agua de unos 2-3kgf/cm² requiere costo e innovación.

Este experimento tiene como objetivo verificar si es aplicable el endoscopio en la detección de conexiones ilegales, por lo que se seleccionó un equipo con impermeabilidad IP67 que permite introducir únicamente a la tubería recta. Cabe señalar que para uso en sumersión total de alta presión, se requiere un equipo de la máxima impermeabilidad IP68, pero es bastante costoso.

La cámara/cable del endoscopio adquirido para este ensayo tiene baja resistencia a la presión de agua, pero es capaz de resistir la sumersión de aproximadamente un metro de profundidad. Por esta razón, para observar una tubería de conexión domiciliar con endoscopio, pensábamos suspender el servicio por unos 10 minutos y observar el interior de la tubería de distribución a la cual está conectada la tubería de acometida.

Sin embargo, la Unidad Antifraude no tiene facultad para manipular válvulas de la red de tuberías de distribución, por lo tanto no puede suspender fácilmente el servicio de agua de ese tramo para el estudio. Ante esta situación, se podría fotografiar el interior de la tubería utilizando el aparato especial de detención de agua que se introduce desde la tubería de conexión domiciliar luego de retirar el medidor (introducir un tapón de hule en la tubería de conexión domiciliar con un alambre).

En este estudio, se reveló que se puede comprobar con imágenes la forma de tubería bypass detectada y hacia dónde se dirige. Mientras se utiliza experimentalmente este equipo para dejar imágenes de evidencia del robo de agua con tubería bypass, en el futuro, si se decide adoptar plenamente este sistema, es deseable analizar ¿Qué hay que mejorar? o ¿Qué otro uso puede dar con este equipo, aparte de la detección de tuberías bypass?

Tras la reunión con la Unidad Antifraude de la Gerencia Comercial, se llegó a un acuerdo de acompañar a la patrulla de detección de conexiones ilegales que se realiza varias veces al día para comprobar la efectividad de este equipo. Para este acompañamiento, también se utilizaron la varilla acústica, el equipo más fácil con excelente movilidad, y el geófono localizador de fugas portátil.



Díametro de cable: 3.9mm

Fotografía 3.8 Endoscopio industrial utilizado



Imagen de la válvula de tubería de conexión domiciliar



Justo antes del codo de 90°

Fotografía 3.9 Imágenes fotografiadas del interior de la tubería de conexión domiciliar

3.3 Detección subterránea por geolocalización

3.3.1 Introducción

En Nicaragua, el Agua No Facturada (ANF) por conexiones ilegales no sólo constituye un gran problema sino también existen numerosas tuberías de distribución que no aparecen en los planos existentes, por consiguiente, la actualización de la información de las redes de distribución requiere muchas labores.

La tecnología de detección por geolocalización ha sido aplicada para localizar la tubería de distribución, estructuras, huecos y fugas subterráneas, sin embargo, ha sido utilizada para tuberías de distribución de cierto diámetro.

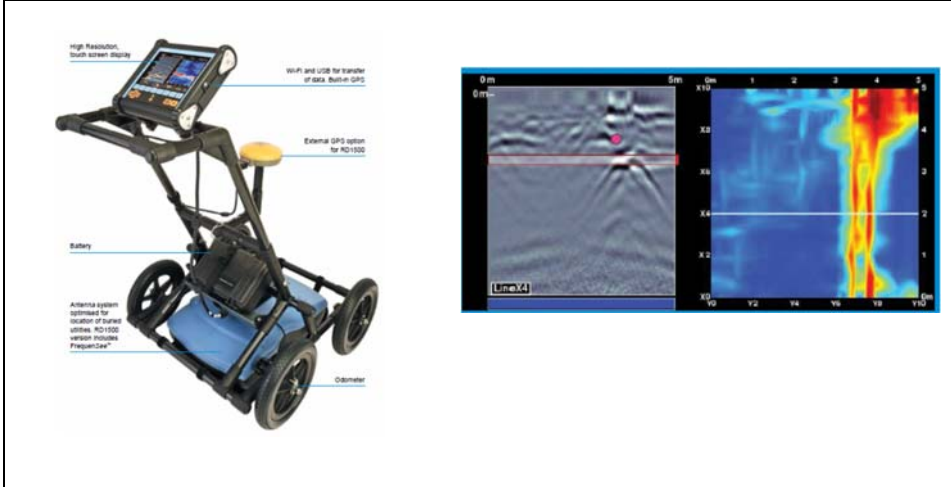
En el presente Proyecto, se decidió a comprobar la posibilidad del uso de la detección subterránea por geolocalización en Nicaragua, además de la viabilidad del equipo en el terreno para la detección de tuberías bypass conectadas ilegalmente a la tubería de conexiones domiciliarias junto antes del medidor y la detección de tuberías de distribución inexistentes en la información disponible.

3.3.2 Período de uso

A través de una agencia de instrumentos de medición “Óptima Ingeniería S.A.” con sede en Costa Rica, se alquiló el siguiente equipo por un mes.

Tabla 3.3 Descripción general del equipo

Rubro	Especificaciones
Fabricante	Radiodetection (EE.UU.)
Modelo	RD1500
Frecuencia del sensor	250MHz Franja de frecuencia ultra amplia
Profundidad de localización	Máximo 8m



The image shows the RD1500 geolocation equipment, a handheld device mounted on a cart. The cart has a yellow seat and a blue battery pack. The device has a high-resolution touch screen display. The display shows a map with a red line indicating the location of a buried pipe. The map is labeled 'Line X4' and shows a grid of coordinates. The equipment is labeled with various components: High Resolution touch screen display, Wi-Fi and USB for transfer of data, External GPS option for RD1500, Battery, Antenna system optimized for location of buried utilities, RD1500 version includes 'Prependance', and Odometer.

3.3.3 Agenda de ensayo demostrativo en el lugar actual

Para poder utilizar plenamente un georadar, es necesario probar en diferentes condiciones y ambientes y acumular experiencias comprendiendo y analizando los datos en imágenes obtenidos en cada prueba. Ante la fuerte solicitud de ENACAL, se convocó a técnicos de las Delegaciones departamentales para que participaran en la capacitación previa y posteriormente se realizó la práctica de detección de tuberías en 4 Delegaciones los últimos 4 días de capacitación.

El objetivo original del georadar es localizar la tubería de distribución, no obstante, en el presente Proyecto, se pretendió conocer la posibilidad del uso del equipo en la localización de tuberías de conexiones domiciliarias. ENACAL tiene intención de adquirirlo en el futuro, si se comprueba que es altamente práctico, y tiene fuerte deseo de compartir esta tecnología con otras Delegaciones departamentos fuera de Managua.

El alquiler tiene sentido ya que servirá como base de fortalecimiento de capacidades de los funcionarios para el futuro, y es una buena oportunidad para alquilar un equipo costoso. Igualmente es una buena oportunidad para conocer los niveles de los técnicos de las Delegaciones departamentales para proyectar módulos y programas de capacitación en ANF en el futuro, además, implica fortalecer comunicaciones con las Delegaciones para poder difundir los logros del proyecto de cooperación técnica realizado en Managua hacia otros Departamentos.

Tabla 3.4 Agenda de capacitación

Período	Contenido
12-15 de marzo del 2019	Capacitación previa sobre equipos y sistemas
18-22 de marzo del 2019	Entrenamiento inicial en 4 Delegaciones departamentales
25-29 de marzo del 2019	Detección de tuberías de conexiones domiciliarias y de distribución en el microsector No.19
1-5 de abril del 2019	Demostración y evaluación en otros microsectores
8-12 de abril del 2019	Demostración y evaluación en otros microsectores
15-18 de abril del 2019	Demostración y evaluación en otros microsectores

* El período de arrendamiento fue del 18 de marzo al 18 de abril del 2019.

Tabla 3.5 Participantes de capacitación

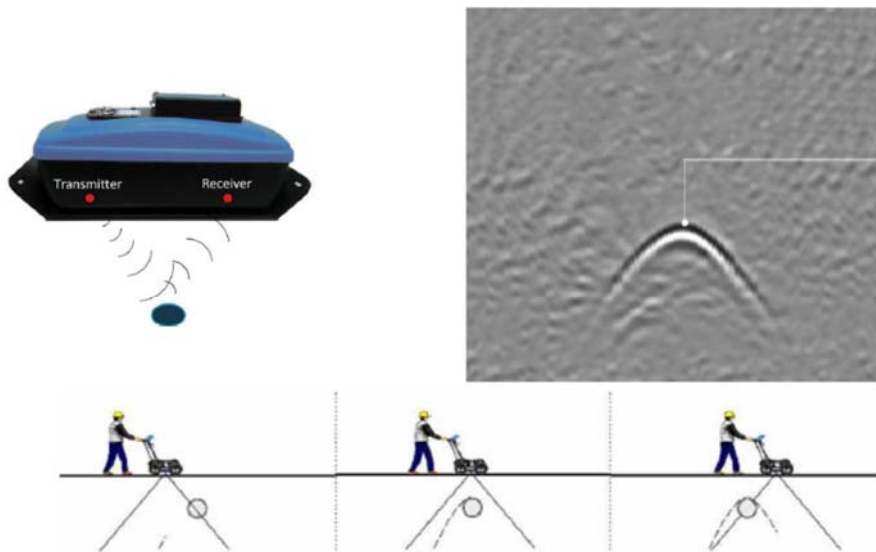
	Nombre	Pertenencia
1	Faryde Ivania García	Delegación de Carazo
2	Edwing Santamaría	Managua
3	Michaelle López	Managua Depto. Técnico Comercial
4	Humberto Lenín Sánchez	Managua DANF
5	Yader Antonio Cisneros	Delegación de León
6	Juan José Zacarias	Managua Depto. Comercial
7	Héctor Victorino Rivas	Delegación de Rivas
8	Renán Sánchez	Delegación de Granada
9	Daniel Muñoz López	Delegación de Masaya
10	Junior Cardoza	Managua DANF
11	Joseph Rodríguez Marengo	Managua DANF
12	Mauriel Gutiérrez	Managua DANF
13	Natán Gómez Lazo	Managua DANF



Capacitación teórica en georadar

Capacitación previa en el área piloto No.2 (MS No.61)

Fotografía 3.10 Imágenes de la demostración del georadar



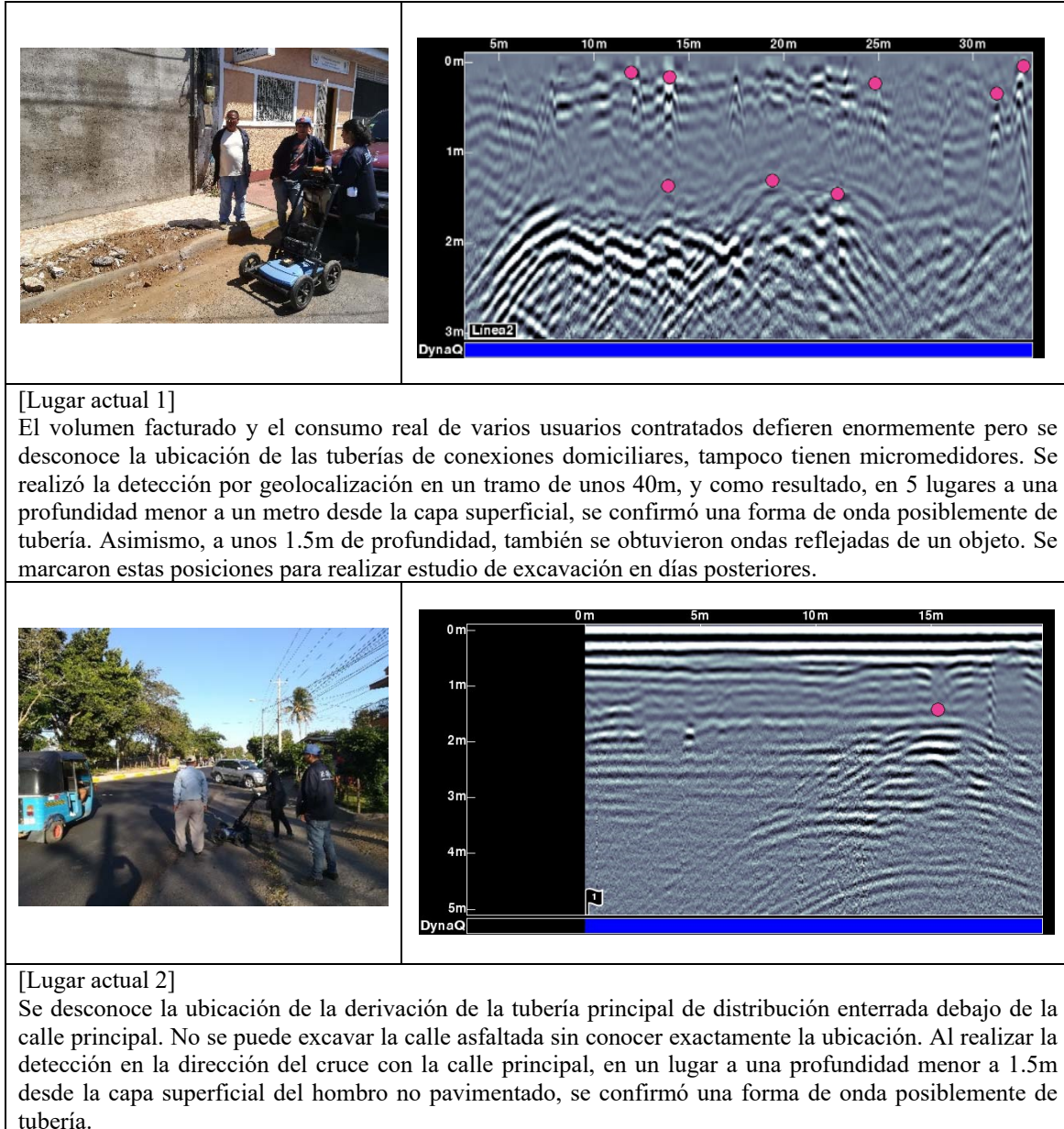
Al realizar la detección por geolocalización en la dirección que cruza con la tubería en ángulo recto, el sensor capta las ondas reflejadas de las ondas de radar, procesa operaciones de diferencia de tiempo e indica la distorsión de la forma de onda según la profundidad de localización. En condiciones ideales, se obtiene una hipérbola de la figura de arriba y la cima es la ubicación de la tubería. Se puede localizar el objeto a partir de la distancia de desplazamiento del georadar.

Figura 3.1 Principio de detección por geolocalización

3.3.4 Resultados de la demostración en el lugar actual

(1) Delegación de Carazo


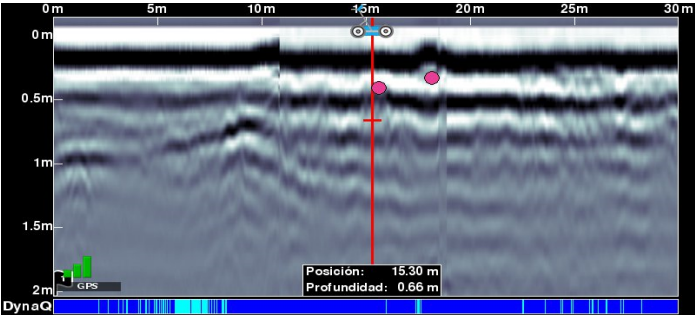

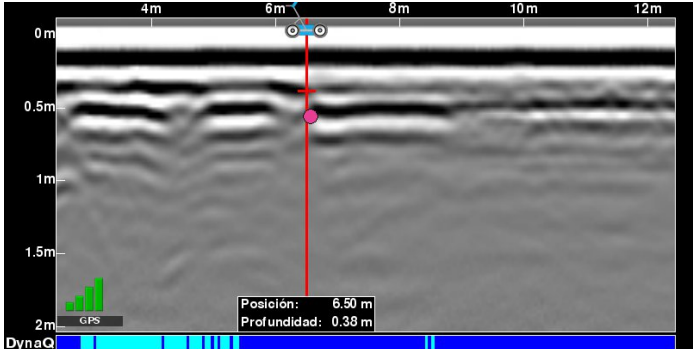
El 19 de marzo del 2019, en la ciudad de Jinotepe, Departamento de Carazo, se brindó apoyo a la detección de las tuberías de conexiones domiciliarias y de distribución solicitada desde hace tiempo.



Fotografía 3.11 Detección por geocalización en la Delegación de Carazo

(2) Delegación de Masaya

El 21 de marzo del 2019, se realizó el trabajo de detección en la ciudad de Masaya, ubicada en los suburbios de Managua.

	
<p>[Lugar actual 1]</p> <p>Se realizó la detección sobre una válvula enterrada hace unos 15 años a lo largo de la ruta de tubería principal de distribución. Cuando se realiza detección sobre la ruta de tubería, en principio no hay distorsión de las ondas reflejadas del radar y continúan capas uniformes, pero cuando existe un obstáculo, la forma de onda se distorsiona en ese lugar. En este caso, se supuso que existe algún objeto enterrado a unos 15m desde el tope, el punto de partida.</p>	
	
<p>[Lugar actual 2]</p> <p>Se realizó la detección alrededor de un establecimiento comercial con sospecha de diferencia entre el volumen facturado y el consumo real. Se suponía que sólo había una tubería de conexión domiciliar, pero la forma de onda muestra que hay distorsión de forma de onda en 2 lugares a unos 70cm de profundidad. Posiblemente se trata de una tubería de conexión domiciliar inexistente en la información anterior.</p>	

Fotografía 3.12 Detección por geolocalización en la Delegación de Masaya

(3) Microsector No.19 de la ciudad de Managua

Del 26 al 29 de marzo del 2019, se realizó el trabajo en el microsector No.19 de la ciudad de Managua. A partir de esta semana, los técnicos del Departamento de ANF de ENACAL central se encarga del trabajo práctico.



Fotografía 3.13 Detección por geolocalización en Managua

(4) Evaluación de la viabilidad en este momento

La detección por geolocalización muestra en imágenes las variaciones del estado subterráneo a través del procesamiento de operaciones de diferencia de tiempo de las ondas reflejadas del radar. Por esta razón, las imágenes obtenidas son diferentes cuando la capa del suelo está en condiciones uniformes o cuando la humedad y el suelo cambian de gran manera.

Algunos datos obtenidos hasta la fecha muestran claramente la imagen de la supuesta ubicación de la tubería de conexión domiciliar, otros no permiten diagnosticar claramente sólo con la imagen debido al estado de pavimentación de la capa superficial y de la tierra donde está enterrada la tubería. Para adquirir la habilidad de identificar las imágenes, es necesario acumular experiencias por cierto tiempo y adquirir el know-how incluyendo las pericias y los puntos cruciales.

3.4 Sistema de detección aprovechando la imagen y el sonido de paso de agua por el medidor

Hasta el momento, hemos probado detectar las conexiones ilegales aplicando las tecnologías existentes de detección de fugas y tuberías. En el presente Proyecto, se emprendió una nueva iniciativa para conocer las posibilidades de detección de conexiones ilegales mediante el diagnóstico del movimiento de la aguja del micromedidor y del sonido del flujo que pasa por la tubería.

Cabe señalar que el sistema elaborado en esta prueba debió ser al más bajo costo posible considerando el riesgo de robo en el lugar actual, como consecuencia, algunas pruebas no lograron obtener resultados esperados inicialmente.

Tabla 3.6 Sistemas de detección analizados en las pruebas demostrativas

Tipo	Contenido de prueba	Resultados y reflexiones
Método 1	El sensor de Doppler percibe el movimiento de la aguja piloto en la parte superior del micromedidor y detecta eléctricamente la presencia de agua que pasa por el medidor.	Dependiendo del material y la distribución de la parte superior del medidor, la precisión de la detección variaba. No se pudo detectar el movimiento de la aguja piloto hecha de plástico.
Método 2	En el interior de la caja de medidor se capta el sonido de paso de agua dentro del medidor en uso normal y el sonido propagado del robo de agua desde la tubería bypass alrededor del medidor. El sistema consiste en un kit de interruptor digital y una grabadora digital de voz.	El interruptor digital compuesto por materiales baratos tenía un circuito impreso frágil y su calidad era cuestionable. Por esta razón, no se pudo grabar por mucho tiempo en la grabadora.
Método 3	Utilizando una grabadora (Dashcam) con función de grabar varias horas, se comprobó la diferencia de sonido captado en la caja de medidor.	Al realizar la prueba en la tubería bypass modelo para la simulación de robo de agua instalada en el Taller de Medidores, se reveló que era posible distinguir el “sonido de paso de agua por el medidor” del “sonante” propagado de otra parte fuera del medidor.
Método 4	Es la versión mejorada del Método 3. Se utiliza un micrófono plano que se coloca cubriendo la parte superior del medidor y un micrófono de solapa para grabar el sonido en la grabadora. Se dividió en varios rangos el consumo de agua que fluye por la tubería modelo y se realizó el análisis de frecuencia del sonido captado por rango.	Se realizó la prueba en 4 rangos de 5L/min, 10L/min, 15L/min y totalmente abierto. En la tubería bypass modelo para la simulación de robo de agua, se reveló que era posible distinguir el “sonido de paso de agua” del “sonante” y que las características de frecuencia también eran diferentes.

3.4.1 Método de sensor de Doppler (Método 1)

[Concepto de la prueba]

Normalmente, cuando un usuario utiliza el agua, la aguja piloto (indicador de rotación) del micromedidor gira y se genera un sonido de paso de agua.

En esta conexión ilegal, si la tubería bypass se encuentra en una posición cercana al medidor, el sonido de paso de agua cuando se utiliza esa tubería propaga hasta el medidor. La “flecha roja” indicada aquí es la tubería bypass ilegal.

Existen las siguientes diferencias de sonido entre el uso normal del agua y el uso ilegal del agua, por lo tanto, se comparan los “datos de detección por la imagen de la aguja piloto (indicador de rotación) del medidor” con los “datos de grabación del sonido de paso de agua propagado” para diagnosticar la presencia del uso ilegal del agua.



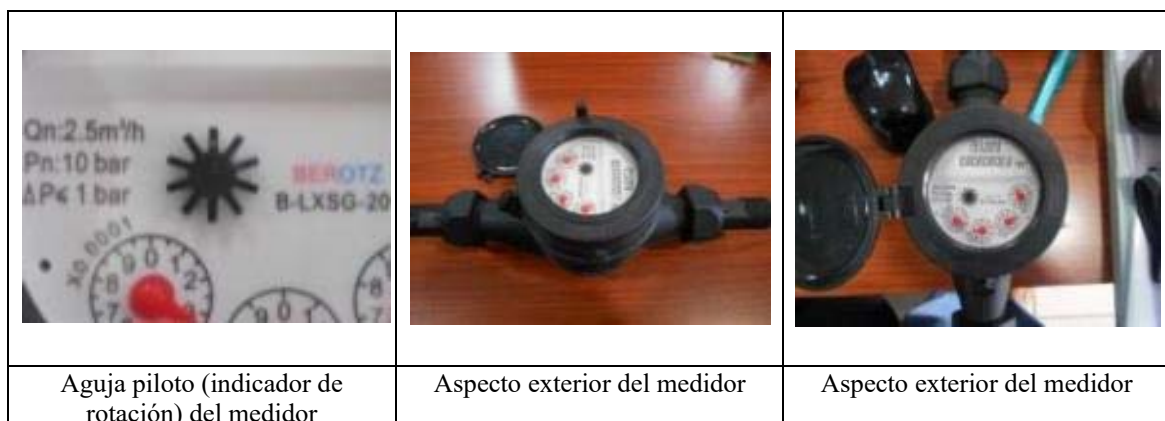
Figura 3.2 Imagen general de una conexión ilegal

Tabla 3.7 Relación entre el sonido de paso de agua y el uso del agua

Tipo de uso del agua	Sonido de paso de agua y estado del medidor
Uso normal del agua	Se escucha el sonido mecánico (sonido de paso de agua) por la rotación del medidor. La aguja piloto del medidor está girando.
Uso ilegal del agua	Se escucha el sonante en el medidor. La aguja piloto del medidor está detenida.

Cuando se aplica este método, la mayor precaución es el precio para elaborar el sistema. En la ciudad de Managua, existe alto riesgo de robo de medidores, por lo que el sistema de detección debe ser preparado a bajo costo. El costo de elaboración del sistema se estableció entre US\$30 y \$50.

El medidor de fabricación Berotz, el más utilizado en Managua, tiene la siguiente forma.



Fotografía 3.14 Aspecto exterior del medidor

La rotación de la aguja piloto (indicador de rotación, parecida a un cristal de nieve) de la parte superior del medidor indica que hay consumo (caudal) de agua.

La mayoría del robo de agua con tubería bypass deriva el agua desde la tubería de conexión

domiciliar a unos 0.5-2m antes de llegar a la caja de medidor e introduce el agua hacia la vivienda mediante la tubería bypass.

En caso del uso legítimo del agua, se genera un sonido mecánico cuando el agua pasa por el medidor, sin embargo, en caso del robo de agua con tubería bypass, también el sonido del paso de agua por la tubería se propaga hasta el medidor. Por consiguiente, si se detecta un sonido de paso de agua cuando no está girando la aguja piloto, se sospecha el uso ilegal del agua en su alrededor.

[Método de registro de imagen y registro de sonido]

Se capta el “movimiento” de rotación de la aguja piloto con el sensor de Doppler, se convierte este movimiento en señales digitales y se registran en el registrador de datos (datalogger).

Simultáneamente, se capta con micrófono el sonido de agua en uso y el sonido de paso de agua propagando al medidor, se convierten estos sonidos en señales digitales y se registran en el datalogger. Es deseable que en el datalogger se registren señales de movimiento y señales de sonido de mismo modo, escogiendo entre los 3 modos de registro; voltaje, corriente y pulso.

Cabe resaltar que los equipos costosos fácilmente se roban, aunque se instalen sólo por varias horas o un día, por lo tanto, los equipos deben ser de bajo costo.

Es deseable que se elabore el sistema con un costo menor a US\$40-\$50 para el sensor de imagen y el sensor de sonido, igualmente, menor a US\$40-\$50 para el datalogger.

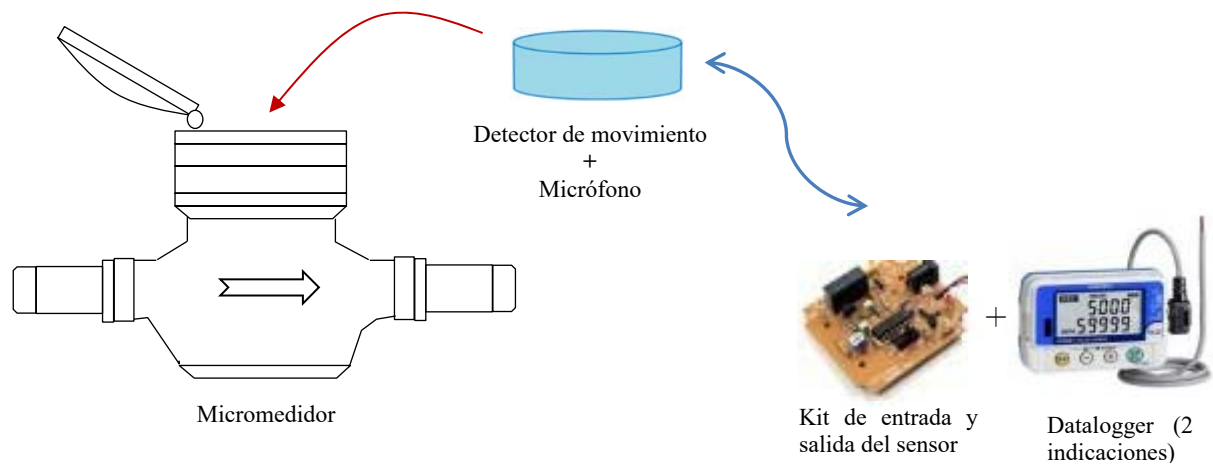


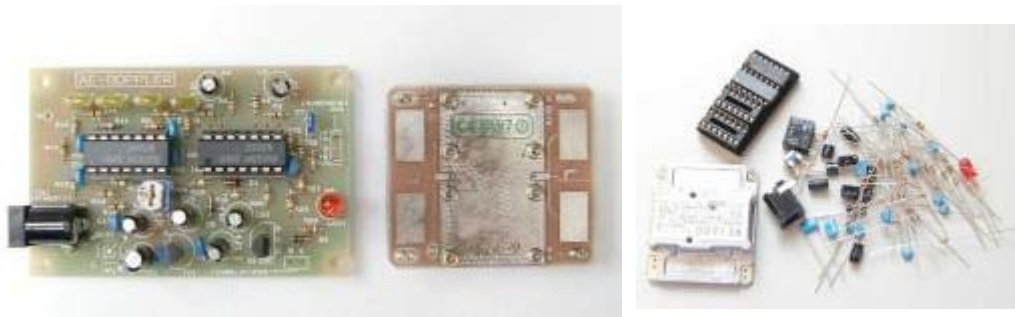
Figura 3.3 Esquema del sistema con sensor de Doppler

[Selección del método de detección]

Para escoger el detector de movimiento de la aguja piloto del medidor, se consideraban como candidatos el sensor ultrasónico, sensor de velocidad de rotación sin contacto, sensor de aceleración, sensor de vibración, entre otros. Al final se seleccionó el kit de detección de movimiento con sensor de Doppler por poder guardar en la caja de medidor y elaborar sólidamente a bajo costo.

Tabla 3.8 Kit de detección de movimiento con sensor de Doppler

Condiciones	Precio	Fabricante	Características
Voltaje utilizado: 5.5V-12V/5mA	Unos US\$25	Akizuki Denshi Tsusho Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de Doppler que utiliza microondas • A diferencia del sensor piroeléctrico, detecta otros movimientos que no sean de personas o animales. • Es un sensor de detección de distancia, pero puede detectar desniveles de la superficie. • Mientras no detecta un movimiento, emite señal alrededor de la potencia 2.5v. • Al detectar un movimiento, agita en ambas direcciones positiva y negativa (ajustable). • El tamaño es de unos 50×40mm y puede ser guardado en la parte superior del medidor dentro de un estuche protector en forma de cilindro.



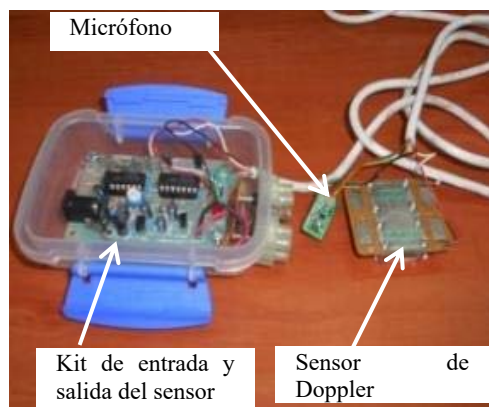
Fotografía 3.15 Sensor de Doppler y circuito impreso

Con la cooperación del Jefe del Departamento de ANF de ENACAL, que es ingeniero eléctrico, se preparó un sistema de prueba.

Al reaccionar el sensor de Doppler, se emiten señales de acuerdo con la detección de movimiento a través del circuito impreso.

El micrófono registra el sonido de rotación de la aguja piloto del medidor.

Se necesita un datalogger aparte, pero hemos preparado un kit armable con unos US\$30.



Fotografía 3.16 Montaje de sensor de Doppler y circuito impreso

[Resultados de la prueba]

Se probaron los siguientes medidores de tres tipos.



Fotografía 3.17 Tipos de medidores utilizados en la prueba

Como resultados de la prueba, el sensor detectó el movimiento del medidor de fabricación Elster cuando la aguja piloto (indicador de rotación) inició el movimiento. Sin embargo, el sensor no pudo percibir el movimiento de los medidores de Berotz y Baylan aunque la aguja piloto estaba girando. La aguja piloto de estos 2 medidores es de plástico negro, posiblemente es difícil detectar este tipo de material no conductor.

Aunque el sistema de detección óptica del movimiento del medidor es fácil, creemos que es necesario revisar un método más barato y más certero.

3.4.2 Método de grabación y análisis del sonido (Método 2)

Teóricamente, es posible aplicar el método donde se capta el movimiento de la aguja piloto con sensor y simultáneamente se comprueba la relación entre este movimiento y el sonido de paso de agua grabado, pero es difícil construir un sistema confiable de bajo costo.

Por consiguiente, nos enfocamos en la diferencia de sonido propagado entre en uso ilegal del agua y en uso normal del agua y analizamos cuál es el método de análisis más fácil.



Fotografía 3.18 Detección del uso ilegal del agua mediante el método de detección acústica

[Composición del sistema del Método 2]

“Interruptor que percibe el sonido” + “Grabadora digital de voz”

Existen una evidente diferencia en las características del sonido que se puede captar en la caja de medidor entre el “sonido de paso de agua en uso” y el “sonido de paso de agua cuando roban agua justo antes del medidor (uso ilegal del agua)”.



En caso del uso ilegal del agua, el sonido propagado es el sonido cuando el agua no pasa por el medidor y se caracteriza por no ser directo y contener muchos elementos de “resonancia” o “eco” (en el sentido del sonido que se escucha).




Si se logra distinguir fácilmente entre el “sonido de paso de agua” y el “sonante”, al analizar el sonido grabado por cierto período, se puede determinar si hay uso ilegal del agua.

Se puede construir un sistema de bajo costo utilizando cualquier micrófono en venta para la captación del sonido y cualquier programa de software gratuito para el análisis.

Primero, se analizó la siguiente composición del sistema.

Tabla 3.9 Sistema del Método 2

Equipo	Precio	Contenido	Fotografía
Kit de interruptor de sonido	Unos US\$8	Se enciende al percibir un sonido. Se apaga después de cierto tiempo (unos 4 segundos) de silencio. Se permite modificar el programa. Fuente: 9V Potencia: 5V	
Grabadora digital de voz	Unos US\$15	Módulo de grabación y reproducción capaz de grabar el sonido por 150 segundos. Fuente: 6V Potencia: 5V	

		
Kit de interruptor de sonido	Grabadora y parlante	Kit de interruptor de sonido + grabadora y parlante

Fotografía 3.19 Montaje de equipos del Método 2

En los hogares en general, se manipulan los grifos unas 20-30 veces al día.

Se supone que el tiempo promedio de una apertura de grifo es de unos 2-5 minutos, y 15 minutos como máximo. Este sistema permite grabar sólo por 150 segundos, por lo tanto, el tiempo de grabación debe limitarse a 10 segundos para cada grabación.

Si se logra distinguir la diferencia entre el “sonido de paso de agua” y el “sonante” en un total de 150 segundos de grabación experimental, se puede comprobar la universalidad de este sistema, no obstante, en el lugar actual era difícil su uso ya que el kit disponible en el mercado no está diseñado para poder modificar el programa.

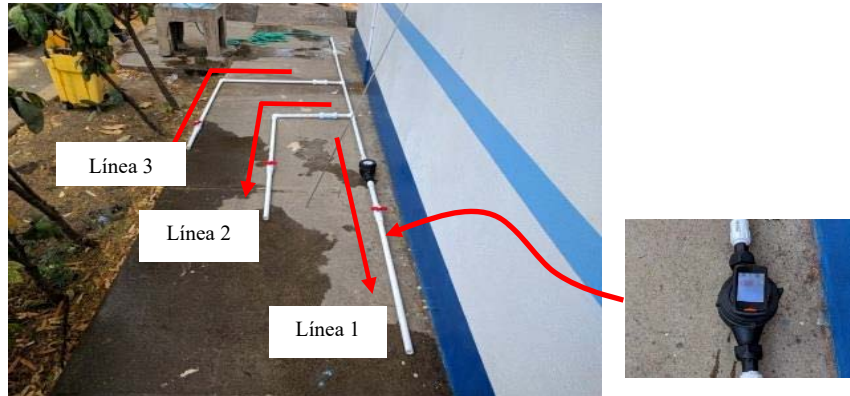
La ventaja del sistema anteriormente analizado es que únicamente cuando se produce un sonido se enciende el interruptor en el circuito impreso y se registra en la grabadora digital de voz. Sin embargo, alrededor del medidor siempre existen otros ruidos que no queremos grabar, por lo que es difícil garantizar la condición que permita funcionar adecuadamente el kit de interruptor.

También, se necesita modificar el programa para ajustar el tiempo de grabación del sonido.

Por consiguiente, en el presente Proyecto, se elaboró un sistema alternativo al sistema anteriormente descrito utilizando el micrófono y la grabadora digital de voz disponibles en el mercado y se realizaron actividades enfocadas únicamente en el análisis de características del sonido.

3.4.3 Método de grabación y análisis del sonido (Método 3)

Se preparó una tubería de prueba en la oficina de ENACAL y se registraron las características del sonido propagado de paso de agua.



Fotografía 3.20 Tubería simulada de conexiones ilegales

- Línea 1: Ruta normal donde pasa el agua de uso legítimo
- Línea 2: Ruta de paso de agua cuando roba agua desde 80cm antes del medidor
- Línea 3: Ruta de paso de agua cuando roba agua desde 1.5m antes del medidor

Se dejó pasar el agua en todas las rutas y se grabó el sonido durante un minuto.

Sin embargo, se reconoce que en la práctica no hay muchos casos de derivación a 1-2m antes del medidor, por lo que la tubería de prueba descrita antes se instaló por limitación de espacio.

(1) Análisis del sonido registrado

De los sonidos grabados en las Línea 1 - Línea 3, se extrajeron los datos de 30 segundos con relativamente poco ruido, los cuales fueron analizados con un software editor de audio (Audacity).

<https://ja.wikipedia.org/wiki/Audacity>

<https://forest.watch.impress.co.jp/library/software/audacity/>

La siguiente Figura muestra los datos de audio de la Línea 1 convertidos en imagen. El eje x indica tiempo y el eje y, intensidad del sonido.



Figura 3.4 Cambios de sonido en la Línea 1 (uso normal)

La siguiente Figura muestra los datos de audio de la Línea 2 convertidos en imagen. En comparación con la Línea 1, la intensidad del sonido (presión sonora) es un poco baja.

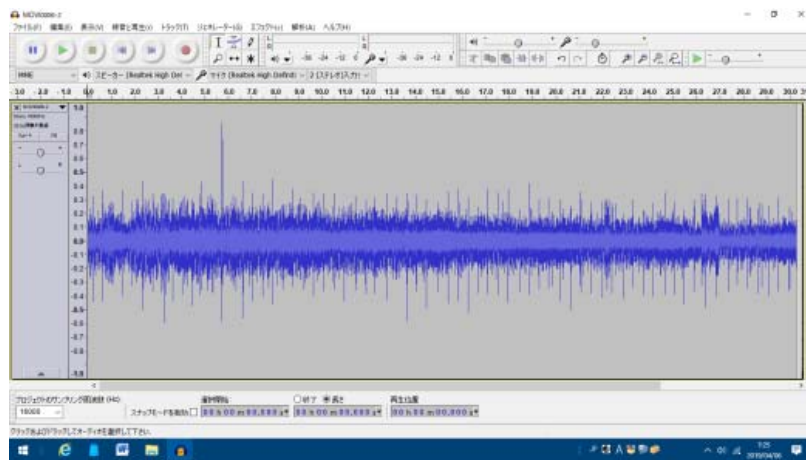


Figura 3.5 Cambios de sonido en la Línea 2 (uso de tubería bypass)

La siguiente Figura muestra los datos de audio de la Línea 3 convertidos en imagen. En comparación con las Líneas 1 y 2, la intensidad del sonido (presión sonora) es un poco baja.

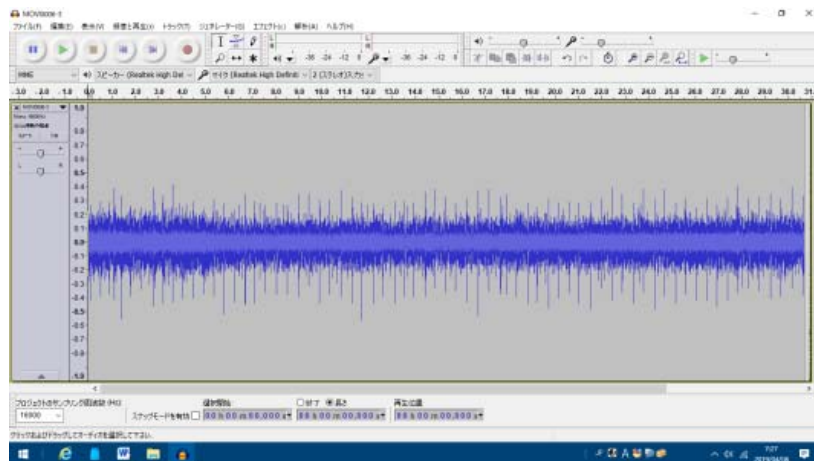


Figura 3.6 Cambios de sonido en la Línea 3 (uso de tubería bypass)

La Figura anterior simplemente muestra los cambios de presión sonora sobre el eje de tiempo, por lo tanto, mientras más lejos la derivación, menos intenso el sonido detectado en el medidor.

Para conocer las características del sonido grabado, es necesario analizar la frecuencia del sonido en horarios adecuados.

A continuación, se muestra el resultado del análisis espectral de los datos de audio de la Línea 2 en escala lineal de frecuencia.

El eje horizontal indica frecuencia y el eje vertical representa el tamaño del elemento de la frecuencia.

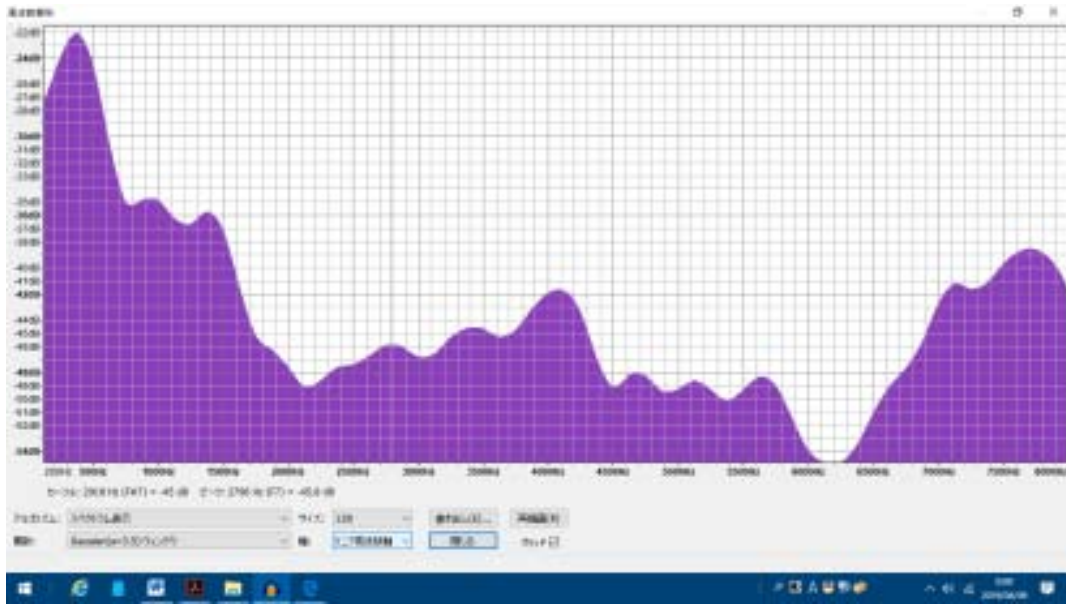


Figura 3.7 Análisis espectral de la Línea 2 (uso de tubería bypass) (1)

Si se reduce el eje horizontal del gráfico anterior a la escala logarítmica, se obtiene el siguiente gráfico.

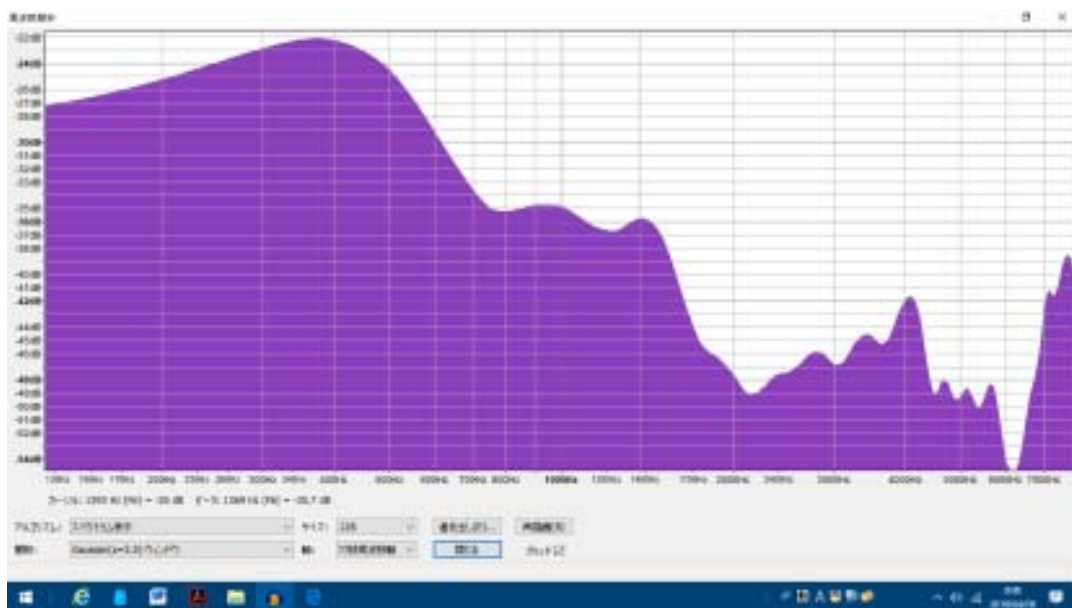


Figura 3.8 Análisis espectral de la Línea 2 (uso de tubería bypass) (2)

[Acerca del fenómeno de los planos de presencia (“sonido de paso de agua” y “sonante”)]

El término “sonante” se utiliza en la detección del sonido de fugas de agua. En la detección, se distingue el sonido de fugas de agua: en la cercanía, se expresa como “sonido de eyección” y en la lejanía, “sonante”.

Una de las diferencias entre el sonido lejano y el sonido cercano es su intensidad. Pero la

intensidad no es la única diferencia. Por ejemplo, bajar el volumen de un equipo reproductor de música no significa que ahora se escucha el sonido lejano.

Intuitivamente se sabe que entre más cerca, más alto se escucha el sonido.

La otra diferencia tiene que ver con la “reverberación”.

Cuando se escucha un sonido, además del “sonido directo” que llega primero, también se escuchan simultáneamente otros “sonidos reflejados” que llegan al oído después de reflejar en diferentes objetos.

Si se logra expresar numéricamente la existencia y la intensidad de reverberación, creemos que es suficientemente posible diagnosticar el uso ilegal del agua con sólo el sonido.

3.4.4 Método de grabación y análisis del sonido (Método 4)

(1) Método de la prueba

En el terreno del Taller de Medidores, se instaló el siguiente sistema de prueba.

Este sistema es para simular el robo de agua con bypass simple.

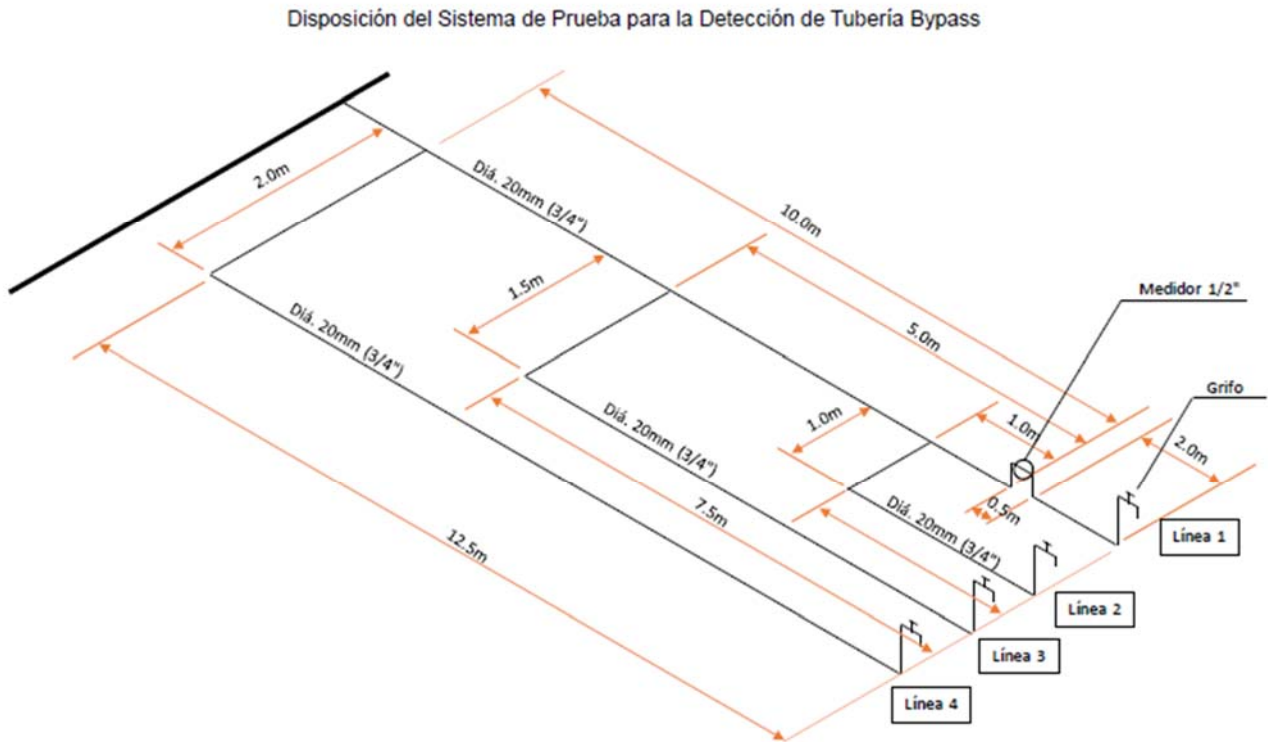


Figura 3.9 Sistema de simulación de robo de agua con bypass simple

Se instala un micrófono y una grabadora digital de voz dentro de la caja de medidor de la Línea 1 y se fluyen diferentes caudales en las Líneas de 1 a 4 para grabar el sonido.

El rango de caudales se establece en 5 escalas de 5L/min, 10L/min, 15L/min, 20L/min y 30L/min.



Fotografía 3.21 Composición de equipos de grabación

(2) Resultados de la prueba

En esta sección, se compara la diferencia de sonido propagado entre la Línea 1 y la Línea 4, en dos rangos de 5L/min y 15L/min.

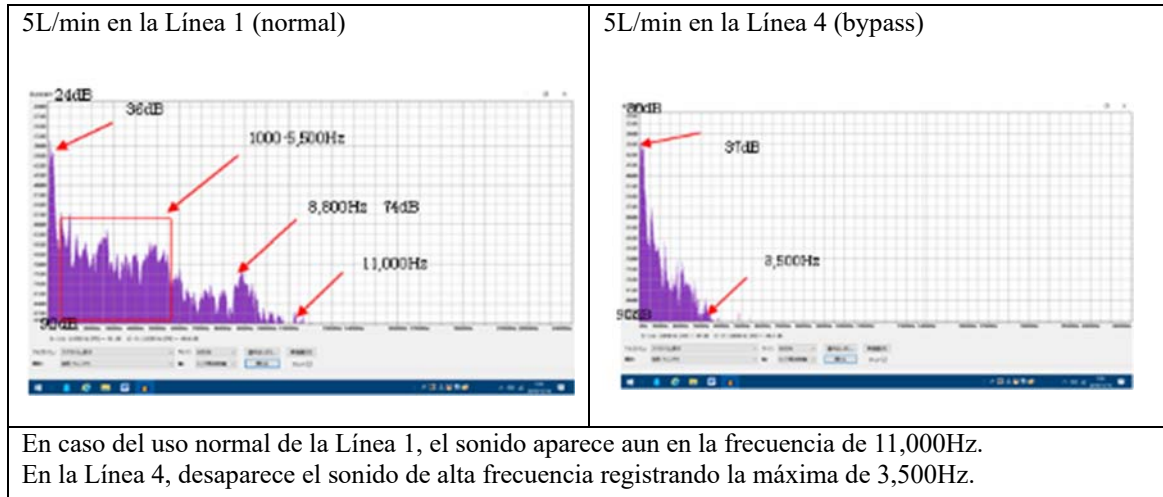


Figura 3.10 Diferencia de sonido propagado en el rango 5L/min

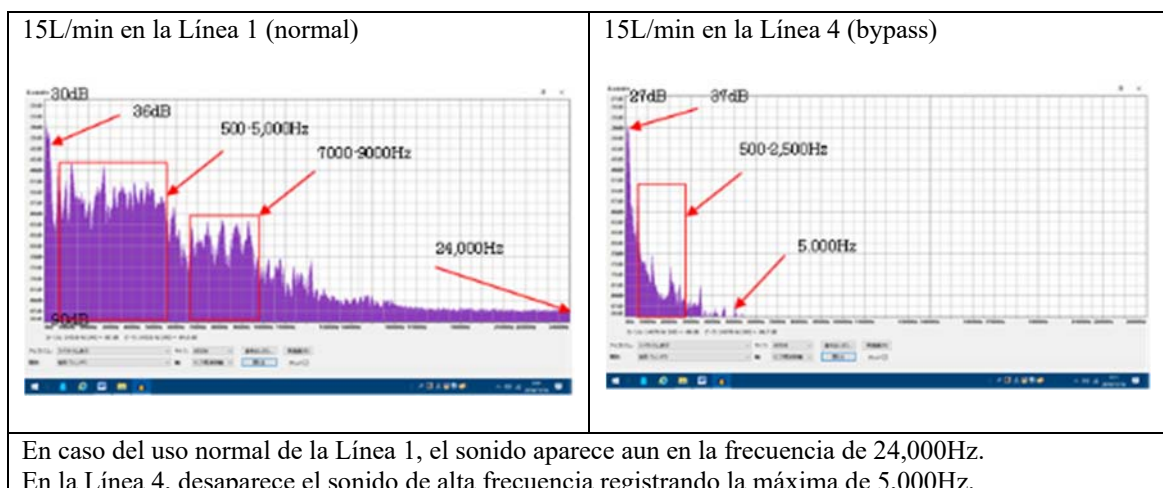


Figura 3.11 Diferencia de sonido propagado en el rango 15L/min

En los hogares en general, el rango de caudal más frecuente está entre el rango 5L/min (300L/h) y 15L/min (900L/h).

Según los resultados de la prueba con bypass simple, el sonido propagado en la caja de medidor aparece en la frecuencia entre 11,000Hz y 24,000Hz en caso del uso normal del agua, y hay tendencia de entre más caudaloso, más alto el nivel de presión sonora (dB).

En caso del robo de agua con bypass simple, no hay paso de agua por el medidor, por lo tanto el sonido propagado contiene el sonido de flujo de derivación a 1-10m de distancia. La atenuación de este sonido propagado es palpable en el rango de tono alto (rango de frecuencia alta) y esto es común en caso de tuberías de metal o tuberías de polímero.

(3) Efectividad

En los hogares en general, se abren y se cierran los grifos unas 30 veces al día.

Por ejemplo, cuando se registra audio durante 24 horas en la caja de medidor pero como resultado no aparece ningún dato que muestre la aparición de la frecuencia mayor a 5,000Hz, se sospecha que hay anomalía alrededor del medidor de ese usuario.

Creemos que este método es válido para cuando se estima que hay uso ilegal del agua por parte de los usuarios que no permiten la entrada a la propiedad.

(4) Puntos de mejora

Esta prueba tiene como premisa un sistema de bajo costo, por esta razón, se utilizan el micrófono de solapa y la grabadora digital de voz para recopilar los datos análogos.

Sin embargo, como estos equipos están expuestos en la caja de medidor, existe alto riesgo de robo.

Por consiguiente, se realizó una prueba similar utilizando el método de grabación adhiriendo el micrófono a la tubería enterrada justo antes del medidor.

3.4.5 Método de grabación y análisis del sonido (micrófono para enterrar)

Se realizó la prueba para conocer el tipo de sonido cuando se adhiere el micrófono directamente a la tubería de conexión domiciliar enterrada a 30cm de la caja de medidor hacia la calle.

(1) Método de la prueba

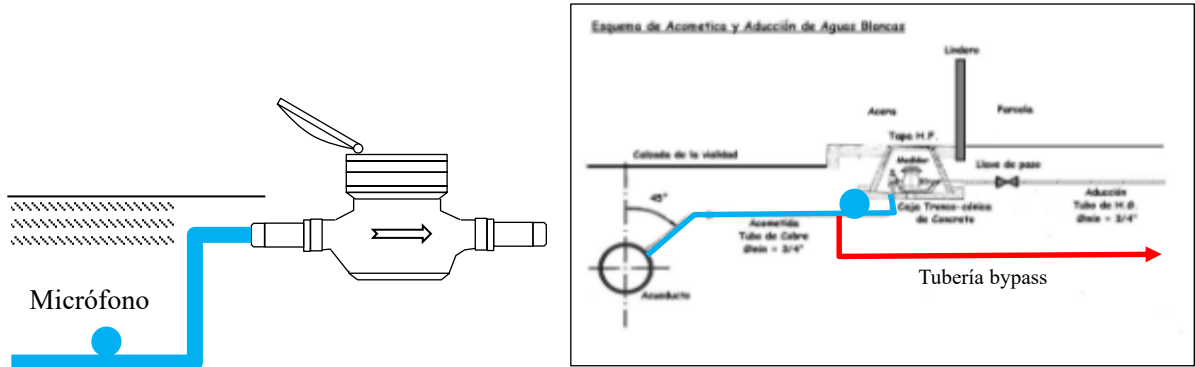
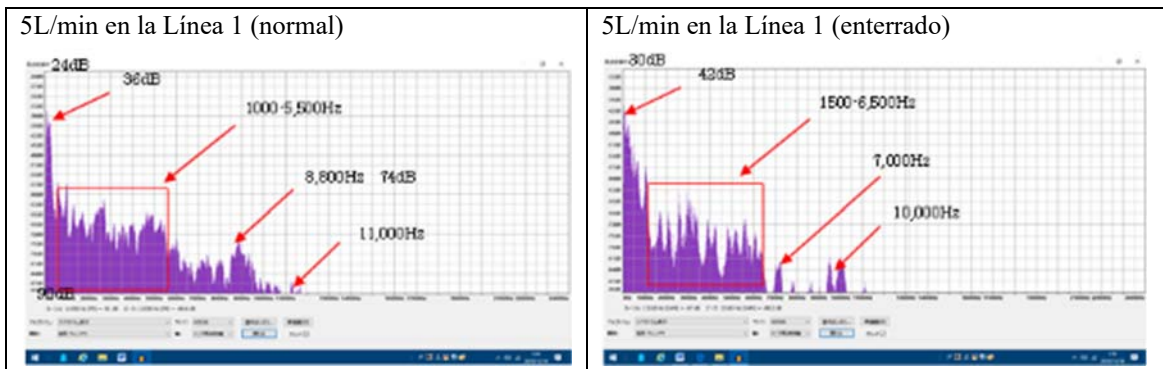


Figura 3.12 Imagen ilustrativa del método de micrófono enterrado



Fotografía 3.22 Método de instalación del método de micrófono enterrado

(2) Resultados de la prueba

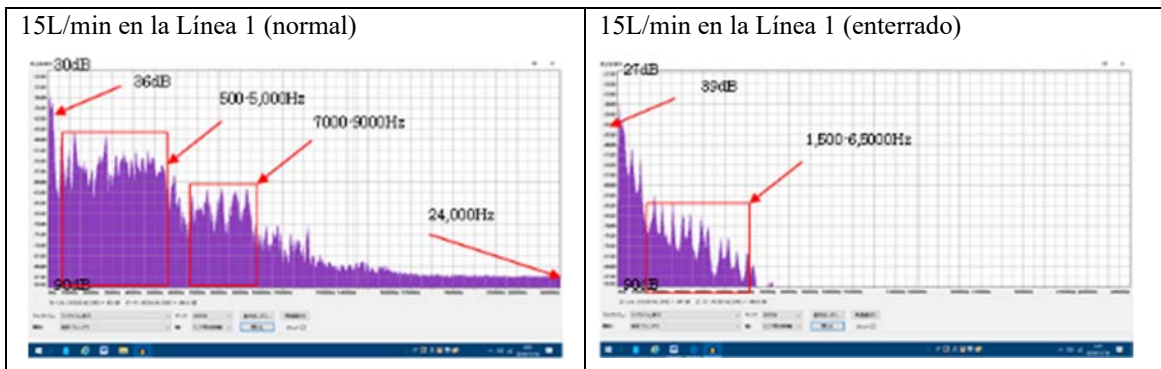


En el uso normal (Línea 1), en el sonido capturado en la caja de medidor, aparece la frecuencia de 11,000Hz.

En el uso normal (Línea 1), cuando se capta el sonido en la parte enterrada, la frecuencia máxima es de 10,000Hz y no hay grandes cambios en la presión sonora (dB).

En caso del micrófono enterrado, posiblemente hubo poco sonido propagado por vibración debido a la distancia de la turbina desde el medidor en rotación.

Figura 3.13 Diferencia de sonido propagado en el rango 5L/min (uso normal, Línea 1)

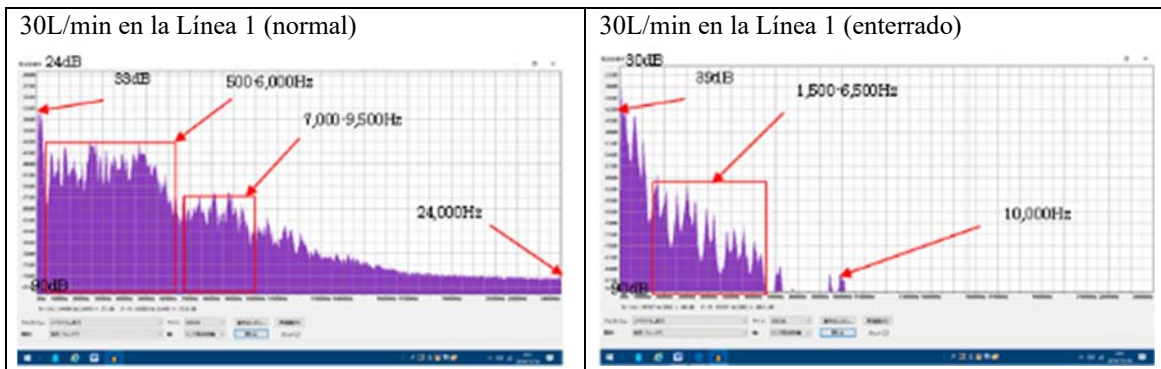


En el uso normal (Línea 1), en el sonido capturado en la caja de medidor, aparece la frecuencia de 24,000Hz.

En el uso normal (Línea 1), cuando se capta el sonido en la parte enterrada, la frecuencia máxima es de 7,000Hz.

El sonido del rango de alta frecuencia no ha propagado hasta la parte enterrada.

Figura 3.14 Diferencia de sonido propagado en el rango 15L/min (uso normal, Línea 1)



En el uso normal (Línea 1), en el sonido capturado en la caja de medidor, aparece la frecuencia de 24,000Hz.

En el uso normal (Línea 1), cuando se capta el sonido en la parte enterrada, la frecuencia máxima es de 10,000Hz.

El sonido del rango de alta frecuencia no ha propagado hasta la parte enterrada.

Figura 3.15 Diferencia de sonido propagado en el rango 30L/min (uso normal, Línea 1)

Como resultados de la prueba en 3 rangos de caudales, se logró captar el sonido del rango de baja frecuencia al igual que el caso de micrófono instalado en la caja de medidor. Sin embargo, se observa que el sonido del rango de alta frecuencia derivado de la vibración del cuerpo del medidor atenúa grandemente y no llega hasta la parte enterrada.

(3) Efectividad

Aunque el micrófono esté enterrado, se puede coleccionar el sonido de todos los rangos de frecuencia excepto la frecuencia alta que no se puede captar por atenuación.

El método de colección del sonido es la grabación con pequeño micrófono ordinario el cual capta vibraciones propagadas por el aire. Se supone que micrófono capta el sonido propagado incluyendo el sonido de vibración generado por el tubo y el sonido de rotación de la turbina del medidor a 30cm de distancia.

Aunque el rango de sonido coleccionado es limitado, creemos que se puede recopilar datos válidos aun en la parte enterrada si se ingenia algún método.

(4) Puntos de mejora

Se comprobó que es posible captar el sonido propagado tanto en la caja del medidor como en la parte enterrada.

Si se logra expresar cuantitativamente la relación entre la distancia desde el medidor y la frecuencia generada, se puede diagnosticar el uso ilegal del agua con micrófono enterrado.

Se supone que el volumen de vibración del tubo tiene que ver con el volumen de paso de agua. Por consiguiente, creemos que podemos revisar si es factible el método de captación del volumen de vibración no a través de la grabación con micrófono sino a través de la adhesión del sensor de vibración al tubo. Si se logra conocer y analizar esta relación, se puede utilizar este método como sistema de detección de robo de agua con micrófono enterrado.

Los factores que impiden la aplicación de este método es la forma y el número de uniones en T que son accesorios de la tubería de conexión domiciliar justo antes del medidor. Entre mayor cantidad de uniones, mayor impacto sobre las características del sonido propagado.

En las zonas residenciales en general, la distancia desde la calle pública hasta donde está enterrado el medidor es corta (unos 3m) y la tubería debe conectarse en una distancia corta, desde donde está la tubería de distribución debajo de la calle a un metro de profundidad hasta justo antes del medidor a 0.3m de profundidad. Por esta razón, cuando se utiliza el tubo de PVC, necesariamente tiene que usar mayor cantidad de uniones.

4. Posibilidad del futuro desarrollo del sistema

En el presente Proyecto, se analizaron métodos para determinar si hay presencia de conexiones ilegales a partir de las características del sonido propagado utilizando equipos de bajo costo en la medida que fuera posible.

A diferencia de las actividades generales de reducción de ANF, estas iniciativas fueron propuestas fuera de las actividades mencionadas en la PDM (Matriz de Diseño del Proyecto) y fueron realizadas con la cooperación de ENACAL, por lo tanto, las actividades se realizaron en medio de muchas limitaciones de recursos financieros y humanos.

En los países latinoamericanos, el uso ilegal del agua constituye un gran factor de ANF. Desarrollar un sistema fácil y altamente confiable podría resolver diversos problemas que enfrentan las entidades del agua.

Por ejemplo, podemos proponer un método para registrar el sonido propagado sin instalar el micrófono al medidor sino modificando la unión antes o después del medidor.

Asimismo, aunque no se pudo llevar a cabo en el presente Proyecto, valdría la pena seguir analizando la creación de un sistema donde se capta adecuadamente el movimiento de la aguja piloto del medidor, simultáneamente se capta y se analiza el sonido propagado.

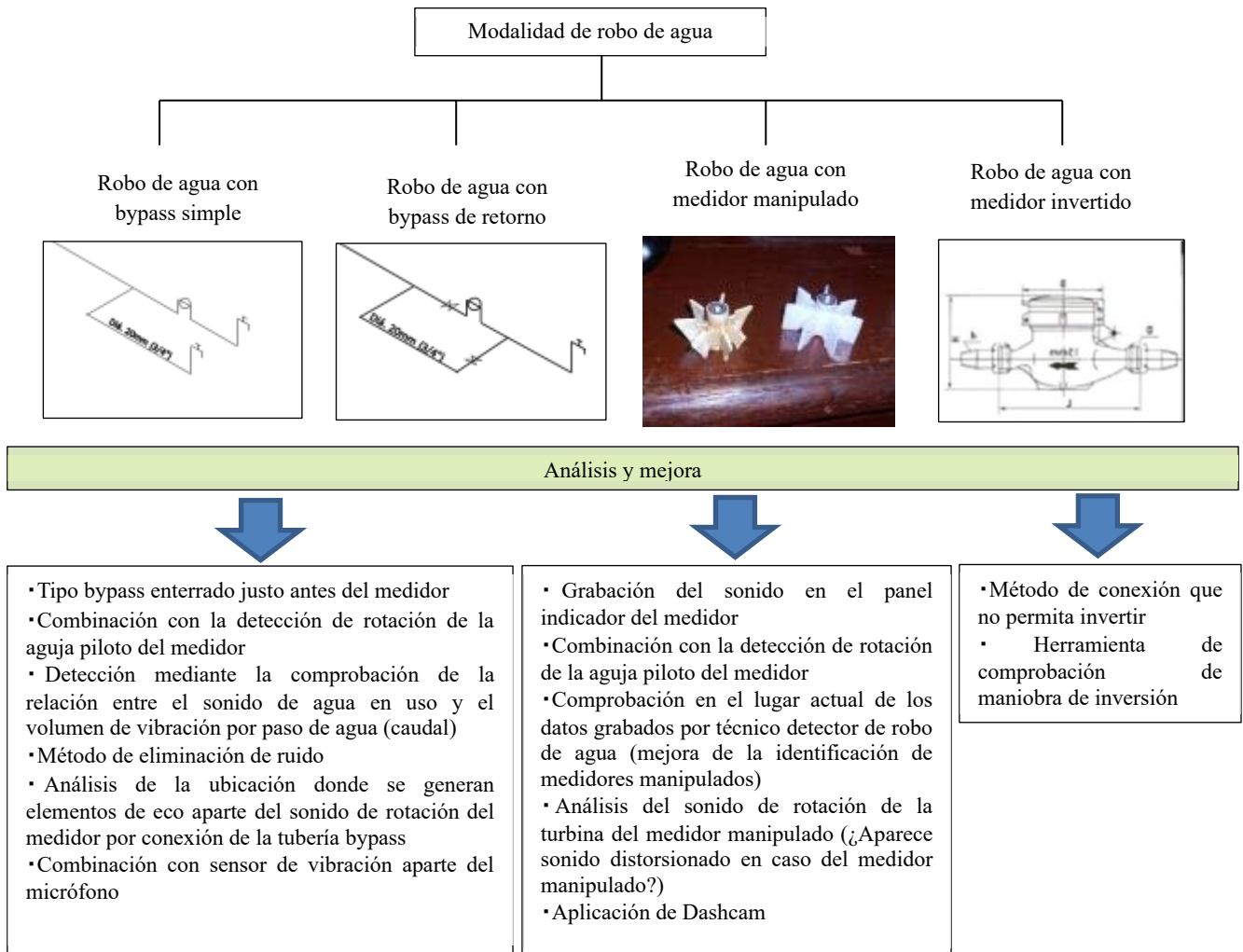


Figura 4.1 Proceso de revisión para la creación del sistema de detección de conexiones ilegales

[Sistema de detección de conexiones ilegales mediante la comparación de movimiento del medidor y el sonido propagado]

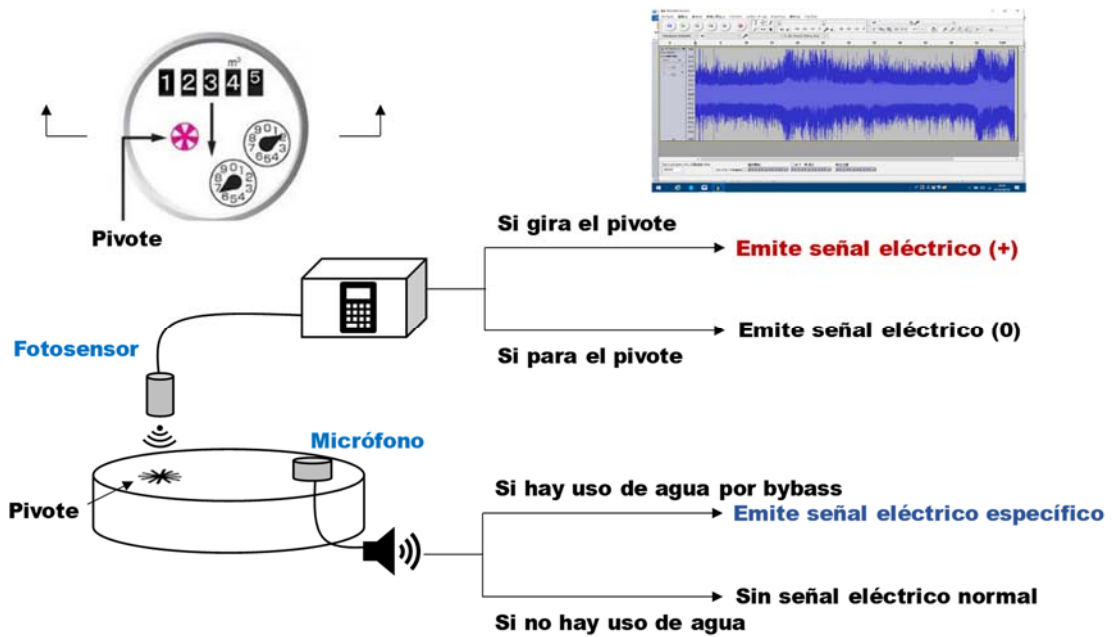


Figura 4.2 Sistema de detección de presencia de rotación y sonido del medidor (borrador)

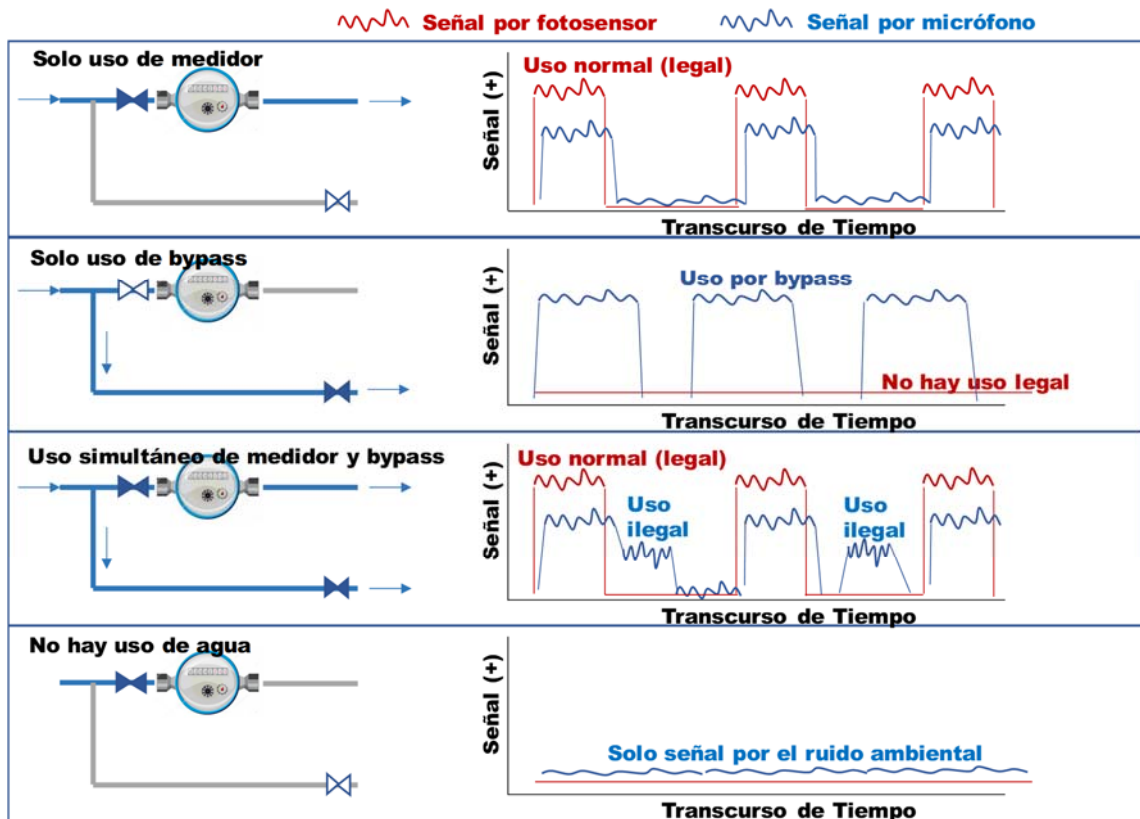


Figura 4.3 Relación entre el tipo de uso del agua y señales de salida del sensor

[Sistema de diagnóstico de medidores manipulados]

Generalmente, para diagnosticar si está manipulado el interior del medidor, se retira el medidor para verificar su estructura interior, sin embargo, la inspección de todos los medidores sospechosos requiere mucho trabajo.

Podemos proponer los siguientes métodos para realizar esta inspección de manera eficiente.

Tabla 4.1 Propuesta de métodos de diagnóstico de medidores manipulados

	Equipo	Ejemplos de métodos de diagnóstico
1	Micrófono	Se instala un micrófono en el medidor en uso y se graba el sonido con grabadora por más de un minuto. Se reproduce el sonido grabado en iPhone y iPad y se diagnostica escuchándolo varios técnicos detectores de robo de agua. Si no se puede trabajar cerca del medidor, podría grabar el sonido inalámbricamente.
2	Fibrosensor + micrófono	Se graban la rotación de la aguja piloto (medición del consumo) y el sonido con micrófono simultáneamente, luego se diagnostica escuchando el sonido y viendo las imágenes grabadas en I- iPhone y iPad varios técnicos detectores de robo de agua.
3	Dashcam	Se instala el Dashcam en el medidor en uso y se registra por más de un minuto. Se leen los datos indicados de un minuto, se calcula el volumen y se diagnostica según el estudio de movimiento de la aguja piloto, la presión sonora (dB) y la frecuencia (Hz) del sonido propagado.

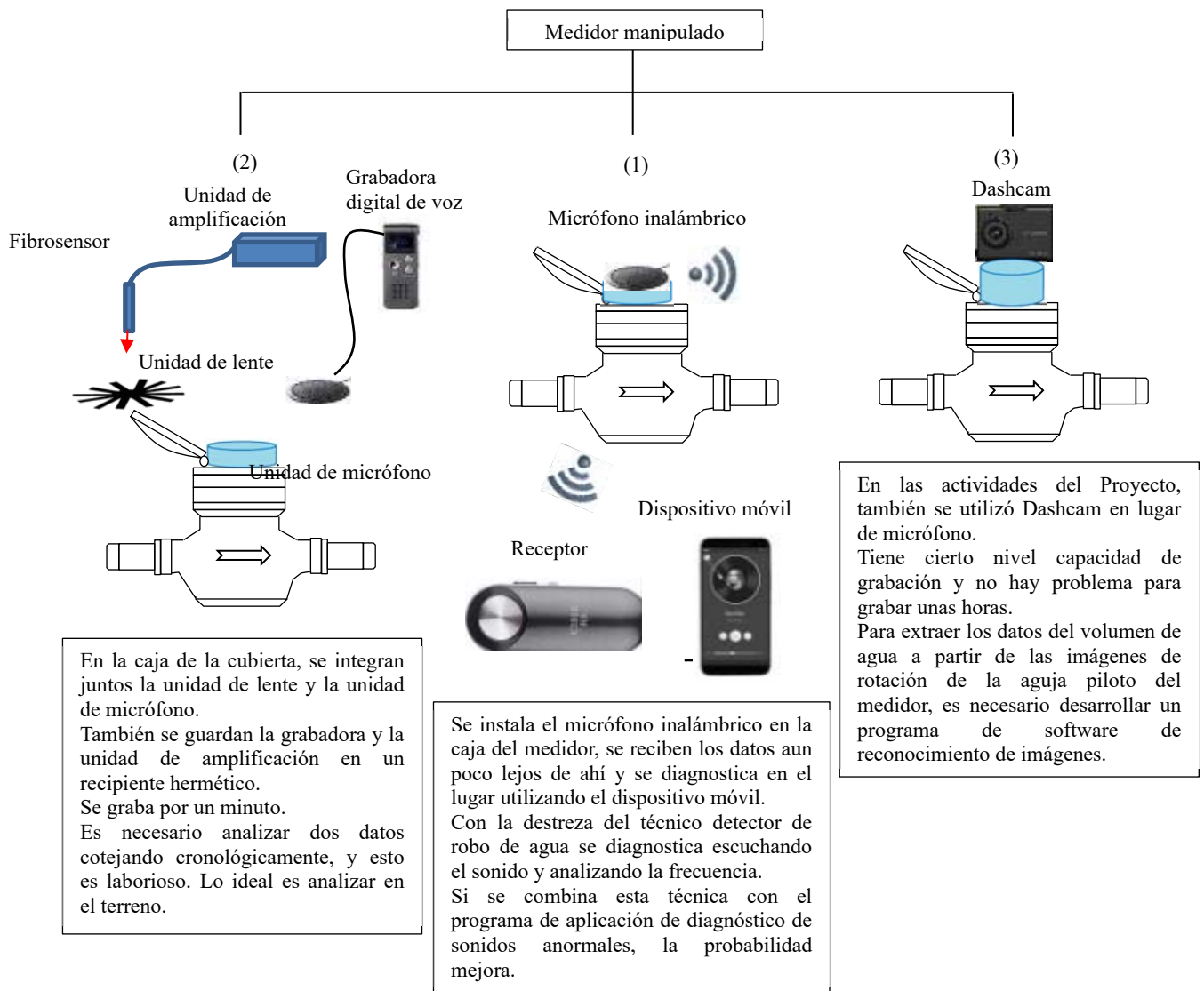


Figura 4.4 Proceso hacia el desarrollo del sistema de detección de medidores manipulados

Apéndice 16: Fotografías de las actividades
del proyecto

	
<p>P-1 Visita de cortesía a MINREX</p> <p>Explicación de la generalidad del proyecto y solicitud de asistencia por la parte del gobierno nicaragüense (23 de enero de 2017)</p>	<p>P-2 Reunión con el presidente ejecutiva de ENACAL</p> <p>Explicación de la generalida del proyecto (23 de enero de 2017)</p>
	
<p>P-3 Reunión inicial con los miembros principales de ENACAL</p> <p>Explicación del plan de trabajo para ENACAL al inicio del proyecto (23 de enero de 2017)</p>	<p>P-4 Visita de cortesía a la Alcaldía de Managua</p> <p>Explicación de la generalidad del Proyecto para los miembros concernientes al Proyecto Plan Maestro (JICA), Solicitud de soporte y colaboración por parte de la Alcaldía. (25 de enero de 2017)</p>
	
<p>P-5 Registro de Medición de Caudal Entrante en el área piloto No.1</p> <p>El área piloto No.1 denominado como AZA No.3 es un microsector establecido por el proyecto Banco Mundial. En la entrada del área existe un registro de medición hecho de concreto.</p>	<p>P-6 Parte interior del registro de medición en el área piloto No.1</p> <p>En el registro están instalado Caudalímetro Turbina, Sensor de Presión y Registrador de Datos</p>

Fotografías (Fase I)

	
<p>P-7 Equipos del Depto. Capacitación en ENACAL</p> <p>Se observa envejecimiento de escanear y fotocopidora.</p>	<p>P-8 Equipos del Depto. Capacitación en ENACAL</p> <p>Se observa envejecimiento de equipos audio (microfonos y mixer).</p>
	
<p>P-9 Sala de Capacitación de ENACAL</p> <p>La aula pequeña está equipado con aire acondicionado. Las sillas y mesas están envejecidas.</p>	<p>P-10 Sala de Capacitación de ENACAL</p> <p>La aula para la capacitación de escala grande. Está equiada con el aire acondicionado. Las silas y mesas est áñ envejecidas.</p>
	
<p>P-11 Encuesta a los usuarios en el área piloto</p> <p>Visita al sitio con la misión oficial de JICA. Se realizó una encuesta a los usuarios sobre el estado de servicio de agua y opiniones.</p>	<p>P-12 1er. Comité de Coordinación Conjunta</p> <p>El comité se celebró el día 23 de febrero de 2017. El plan de trabajo fue aprobado en el comité bajo presencia de JICA.</p>

Fotografías (Fase I)

	
<p>P-13 Verificación de caudal entrante en el área piloto No.1</p> <p>Se realizó la medición de caudal con el caudalímetro ultrasónico para comprobar la exactitud de medidor existente. (2 de marzo de 2017)</p>	<p>P-14 Entrenamiento técnico de uso de caudalímetro</p> <p>Se realizó el entrenamiento para usar el caudalímetro ultrasónico en el campo de pozo. (15 de marzo de 2017)</p>
	
<p>P-15 Toma de presión de agua en el área piloto No.1</p> <p>Se realizó toma de presión para conprobar el aislamiento hidráulico.</p>	<p>P-16 Reunión Periódica UGP</p> <p>La reunión periódica con el equipo de gestión se celebra una vez a dos semanas.</p>
	
<p>P-17 Reunión técnica con ENACAL</p> <p>La confirmación del método de trabajo y análisis de datos se realiza en la reunión con los técnicos de DANF.</p>	<p>P-18 Capacitación Interna sobre ANF</p> <p>La capacitación interna para los técnicos de DANF se realizó todos los viernes entre Junio y Agosto, para que todos comprendan el resultado del trabajo en el campo y planificar el trabajo en adelante.</p>


Fotografías (Fase I)

	
<p>P-19 Reunión con los fontaneros para la sectorización de redes</p> <p>La reunión celebrado en 7 de abril de 2017, previamente a la obra de subsectorización.</p>	<p>P-20 Instalación de válvulas en el área piloto</p> <p>La instalación de válvulas comenzó desde abril de 2017 en AZA No.3.</p>
	
<p>P-21 Corte de pavimento asfaltado</p> <p>El área de corte de pavimento es mínima. La obra se realizó bajo control ordenado.</p>	<p>P-22 Excavación de tierra</p> <p>Debido a restricción de la zona, la excavación se realiza en el horario diurna y el corte de agua se realiza en el horario nocturno.</p>
	
<p>P-23 Instalación de válvula</p> <p>Después de corte de servicio en el horario nocturno, se instala la válvula.</p>	<p>P-24 Desagüe de agua</p> <p>Antes de cortar el tubo, se descarga el agua restante en el hidrante.</p>

Fotografías (Fase I)

	
<p>P-25 Investigación de usuarios en AZA No.3</p>	<p>P-26 Investigación de usuarios en AZA No.3</p>
<p>AZA No.3 tiene 24 horas de servicio de agua, por lo que la confianza por parte de usuarios es moderadamente alta.</p>	<p>Esta casa no tiene medidor, aunque el nivel económico sea medio.</p>
	
<p>P-27 Estado después de retiro de medidor</p>	<p>P-28 Conexión Ilegal (By-Pass)</p>
<p>La caja está rellena con escombros después de retiro de medidor.</p>	<p>Se observa una derivación en la parte de medidor y el agua no pasa el medidor. (Conexión Ilegal)</p>
	
<p>P-29 Conexión Ilegal</p>	<p>P-30 Conexión Ilegal</p>
<p>El lugar donde hubo medidor está tapada con rejilla de listones.</p>	<p>Al retirar la rejilla en la foto P-11, se detectó una conexión directa sin medidor.</p>

Fotografías (Fase I)

			
P-31	Búsqueda de fuga en la noche	P-32	Detección de conexión ilegal
<p>Se realiza la búsqueda de fuga en el horario nocturno en AZA No.3. Los geofonistas tiene capacidad básica.</p>		<p>Conexión ilegal que se detectó en el Hotel Mozonte (AZA No.3). Se ha puesto un Tee antes de medidor y se ha instalado un tubo de derivación al predio.</p>	
			
P-33	Fuga en la tubería de acometida	P-34	Tubo sin identificación en AZA No.3 (Sector 1-D)
<p>La mayoría de fugas se produce en el tubo de acometida.</p>		<p>Se puede detectar el tubo sin identificación a través del trabajo de Medición Directa de Pérdida en el área piloto.</p>	
			
P-35	Medidor para grande consumidor	P-36	Banco de Prueba de Medidor
<p>En AZA No.3 existen usuarios de grande consumo (DN 50mm Combinado)</p>		<p>Se realiza la prueba de exactitud de medidores adquiridos en el taller de medidor de ENACAL.</p>	

Fotografías (Fase I)

	
<p>P-37 Tuberías Complejos</p> <p>En AZA No.3 existen muchas tuberías que no salen en el plano, por lo que les dificulta la detección de fugas a los técnicos de DANF.</p>	<p>P-38 Estudio de uso de agua por rango de consumo.</p> <p>Se realiza la medición por 24 horas con el medidor electrónico puesto en serie con medidor existente.</p>
	
<p>P-39 Prueba de exactitud de medidor en el campo</p> <p>Esta prueba comenzó desde agosto de 2017 con el verificador portátil de medidor y tanque estándar (20L)</p>	<p>P-40 Detección de tubos escondidos en el área piloto</p> <p>Se detecta la posición exacta de tubo con el equipo de detector de tubo no metálico.</p>
	
<p>P-41 Detección de tubos con pérdida</p> <p>Después de ubicar el tubo escondido, se confirma la orientación de sonido provocado por fuga.</p>	<p>P-42 Medición de caudal en tanque</p> <p>La medición de caudal en todos los tanques comenzó desde julio de 2017. Esta foto es de Tanque San Judas.</p>

Fotografías (Fase I)

			
P-43	Preparación de Medición Directa	P-44	Preparación de Medición Directa
Los técnicos preparan manguera y accesorios para medir la pérdida real en subsector de AZA No.3		Para medir la pérdida de fuga en subsector, la manguera By-Pass se conecta con los tubos de acometida temporalmente.	
			
P-45	Medición directa de pérdidas	P-46	Medición directa de pérdidas
La medición de pérdida real en el subsector se realiza de 1:00 a 4:00, cerrando todas las llaves de micromedidores existentes.		Para registrar los datos de caudal que salen de medidor electrónico, se usa el registrador de señal pulso.	
			
P-47	Medición directa de pérdidas	P-48	Capacitación en Japón
Tomando lectura de medidor, se indica el tiempo de cierre de válvulas y llaves de micromedidor para los técnicos de DANF.		La capacitación en Japón comenzó desde 28 de agosto de 2017 para los funcionarios de nivel gerencial de ENACAL.	







Fotografías (Fase I)

	
<p>P-49 Medición Directa de Pérdida</p>	<p>P-50 Medición Directa de Pérdida</p>
<p>Trabajo nocturno en el Subsector 1-G. Si se encuentra fugas o sospecha de uso ilegal, trabaja hasta la madrugada.</p>	<p>Trabajo nocturno en el Subsector 1-F. Detección de fugas invisibles con el rotomartillo adquirido por el equipo japonés.</p>
	
<p>P-51 Publicación del Proyecto</p>	<p>P-52 Publicación del Proyecto</p>
<p>Distribución de afiches en la pulpería del área piloto (AZA No.3)</p>	<p>Distribución de afiches en la pulpería del área piloto (AZA No.3)</p>
	
<p>P-53 Publicación del Proyecto</p>	<p>P-54 Publicación del Proyecto</p>
<p>Se pega afiche en el poste de electricidad.</p>	<p>Se coloca una manta de publicación en el área piloto (AZA No.3)</p>

Fotografías (Fase I)

			
P-55	Chaleco y Borra	P-56	Chaleco y Borra
<p>Los trabajadores en el área piloto se ponen Chaleco y Gorra para publicación activa del proyecto.</p>		<p>Los trabajadores hacen una reunión preparativa en el área piloto.</p>	
			
P-57	Medición Directa de Pérdida	P-58	3er. Comité de Coordinación Conjunta
<p>En el subsector cuyo consumo nocturno es alto, se hace una medición con macromedidor de mayor diámetro y tubería provisionarias.</p>			
			
P-59	3er. Comité de Coordinación Conjunta	P-60	3er. Comité de Coordinación Conjunta







Fotografías (Fase II - año 2018)

	
<p>P-1 Reunión ordinaria Unidad de Gestión del Proyecto</p> <p>Fecha: 8 de febrero (jueves) Explicación del plan de trabajo (Fase II) Confirmación del avance del proyecto piloto</p>	<p>P-2 Uidad de Operación y Control MS No.61</p> <p>Se observa una tubería de distribución debajo de tierra de la vereda</p>
	
<p>P-3 Caja de UOC en MS No.61</p> <p>Se ha instalado un macromedidor tipo turbina. Se necesita cambiar el aparato de transmisión de datos.</p>	<p>P-4 Hilera de casas en MS No.61</p> <p>Existen muchos viviendas generales. Se observa poco tráfico en la calle. La mayoría de las calles están asfaltadas.</p>
	
<p>P-5 Hilera de casas en MS No.61</p> <p>Existen muchos viviendas generales. Se observa poco tráfico en la calle. La mayoría de las calles están asfaltadas.</p>	<p>P-6 Conexión directa en MS No.61</p> <p>Caja de medidor de usuarios de conexión directa.</p>

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-7 Construcción de la Caja de VRP en AZA No.3 Excavación de tierra.</p>	<p>P-8 Construcción de la Caja de VRP en AZA No.3 Estado de colocación de la base</p>
	
<p>P-9 Construcción de la Caja de VRP en AZA No.3 Estado de colocación de la losa superior.</p>	<p>P-10 Construcción de la Caja de VRP en AZA No.3 Terminación de obra.</p>
	
<p>P-11 Reunión ordinaria Unidad de Gestión del Proyecto Fecha: 12 de junio de 2018 La reunión se celebró eventualmente, debido a la suspensión de trabajo de expertos japoneses.</p>	<p>P-12 Reunión conjunta con IDB-JICA-ENACAL Fecha: 13 de junio de 2018 Se han confirmado los trabajos realizados por Progestion y la esquema de colaboración conjunta.</p>

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-13 Curso interno del sistema de AP en Tokio</p> <p>Capacitación en Japón 27 de agosto (lunes) Tokyo Water International</p>	<p>P-14 Entrenamiento de conexión de tubería HFD</p> <p>Capacitación en Japón 29 de agosto (miér) Centro de capacitación en Tamagawa, Tokio.</p>
	
<p>P-15 Entrenamiento de conexión de HDPE</p> <p>Capacitación en Japón 31 de marzo (vie) Kubota Chemix</p>	<p>P-16 Entrenamiento de búsqueda de fugas</p> <p>Capacitación en Japón 29 de agosto (miér) Centro de capacitación en Tamagawa, Tokio.</p>
	
<p>P-17 Capacitación en Japón</p> <p>3 de septiembre, Centro de capacitación en Tamagawa, Tokio. Práctica de reparación de tuberías con el método de congelación.</p>	<p>P-18 Capacitación en Japón</p> <p>3 de septiembre, Centro de capacitación en Tamagawa, Tokio. Práctica de medición directa en sector de control de fuga.</p>

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-19 Capacitación en Japón</p> <p>4 de septiembre Cosmo Koki Práctica de reparación de tubería sin corte de servicio</p>	<p>P-20 Capacitación en Japón</p> <p>4 de septiembre Cosmo Koki Práctica de reparación de tubería sin corte de servicio</p>
	
<p>P-21 Capacitación en Japón</p> <p>5 de septiembre Curso interno sobre la selección de material de tubería de acometida, método de derivación, control de calidad.</p>	<p>P-22 Capacitación en Japón</p> <p>6 de septiembre Maezawa Valve Visita a la fabrica de válvulas</p>
	
<p>P-23 Capacitación en Japón</p> <p>7 de septiembre Centro de capacitación en Tamagawa, Tokio. Práctica de instalación de tuberías y válvulas</p>	<p>P-24 Capacitación en Japón</p> <p>Entrega de diploma</p>

Fotografías (Fase II)



P-25 Medición directa en MS No.61 (Subsector 1)
Se selecciona el medidor adecuado según el rango de caudal de cada subsector.

P-26 Medición directa en MS No.61 (Subsector 1)
Antes de iniciar la medición directa, los técnicos confirman el valor de visor de todos los micromedidores para calcular el consumo nocturno real.



P-27 Medición directa en MS No.61 (Subsector 3)
El equipo adquirido por JICA en 2018 produce una gran eficiencia del trabajo y mejora la exactitud de medición.

P-28 Medición directa en MS No.61 (Subsector 2)
Después de la medición directa, se realiza el trabajo de detección de pérdida real.



P-29 Equipo de medición directa
El sistema consiste en dos medidores (1 micromedidor 13mm, tipo turbina y 1 macromedidor electromagnético 50mm)

P-30 Preparación de la medición directa
El equipo se usa para medir el caudal que entra en subsector de la zona.

Fotografías (Fase II)



P-31 4to. Comité de Coordinación Conjunta

Fecha: 30 de octubre de 2018



P-32 4to. Comité de Coordinación Conjunta

Srta. Hiromi Nai (Representante JICA Nicaragua)
Sr. Masami Moko (Director Equipo II de Recursos Hídricos)



P-33 4to. Comité de Coordinación Conjunta

Los expertos japoneses (Sr. Naito y Sr. Hada)



P-34 4to. Comité de Coordinación Conjunta



P-35 Entrevista sobre resultado 1

24 de octubre de 2018
Gerencia de Operación



P-36 Entrevista sobre resultado 3

26 de octubre de 2018
Gerencia Comercial

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-37 Confirmación de micromedidor en AZA No.3</p> <p>29 de octubre de 2018 Visita al campo con la misión de monitoreo Usuario de conexión ilegal encontrada en el proyecto piloto</p>	<p>P-38 Confirmación de micromedidor en AZA No.3</p> <p>29 de octubre de 2018 Micromedidor nuevo adquirido por JICA en 2017</p>
	
<p>P-39 Confirmación de micromedidor en AZA No.3</p> <p>29 de octubre de 2018 Visita al campo con la misión de monitoreo Confirmación del estado de instalación de conexión domiciliar</p>	<p>P-40 Oficina sucursal Altamira</p> <p>30 de octubre de 2018</p>
	
<p>P-41 Oficina sucursal Altamira</p> <p>30 de octubre de 2018 La oficina local asume el trabajo administrativo de facturación, pagos y reclamo por clientes.</p>	<p>P-42 Oficina sucursal Altamira</p> <p>30 de octubre de 2018 Entrevista al trabajador</p>

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-43 Campaña de promoción de pago</p>	<p>P-44 Sitio para la nueva oficina de Delegación Altamira</p>
	<p>30 de octubre La nueva oficina se construirá por el proyecto BID</p>
	
<p>P-45 Visita al BID Nicaragua</p>	<p>P-46 Oficina de León</p>
<p>30 de octubre de 2018 Visita al BID con la misión de monitoreo de JICA Atención: Srta. Rita Siera (Analista)</p>	<p>1 de noviembre de 2018 Visita a León con la misión de monitoreo de JICA Presentación sobre el balance hídrico en León.</p>
	
<p>P-47 Propuesta de macrosector en Altamira</p>	<p>P-48 Reunión técnica de la Delegación Altamira</p>
<p>6 de noviembre de 2018 Progestión propuso un área de control técnico de la Delegación Altamira.</p>	<p>15 de noviembre de 2018 Comenzó la reunión periódica para confirmar el detalle de delimitación de la zona comercial de Altamira en el Departamento de ANF:</p>

Fotografías (Fase III)

			
P-1	Entrenamiento de uso del equipo Geoladar	P-2	Entrenamiento de uso del equipo Geoladar
<p>Se ha alquilado el equipo Geoladar por el equipo japonés para realizar la prueba en campo de detección de las conexiones ilegales.</p>		<p>Ditto.</p>	
			
P-3	Estudio con el equipo Geoladar	P-4	Estudio con el equipo Geoladar
<p>Se realizó el estudio en el predio de supermercado donde se detectó la conexión ilegal (by-pass).</p>		<p>Se realizaron varios estudios con Geoladar en las diferentes localidades. (Esta foto es del estudio en Carazo)</p>	
			
P-5	Discusión con la Delegación Altamira	P-6	Discusión con la Delegación Altamira
<p>La descentralización y la gestión de ANF por el nivel de delegación es una de las estrategias propuestas en el Plan Básico de Reducción de ANF. Esto es de la discusión para la macrosectorización. (13 de marzo de 2019)</p>		<p>Discusión sobre el proceso de macrosectorización (2 de abril de 2019)</p>	

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-7 Entrenamiento sobre el trabajo de lectura (ToT)</p> <p>Se realizó el entrenamiento práctico sobre el trabajo de lectura de micromedidores para los inspectores de ENACAL. (11 de abril de 2019)</p>	<p>P-8 Entrenamiento sobre el trabajo de lectura (ToT)</p> <p>Se realizó el entrenamiento teórico sobre el trabajo de lectura de micromedidores para los inspectores de ENACAL. (11 de abril de 2019)</p>
	
<p>P-9 Capacitación Piloto sobre el trabajo de lectura</p> <p>Se realizó el entrenamiento teórico por el instructor seleccionado de los funcionarios de ENACAL. (24 de julio de 2019)</p>	<p>P-10 Discusión sobre el informe del proyecto piloto</p> <p>Se discutió sobre el avance y el resultado del proyecto piloto No.2 en MS No.61.</p>
	
<p>P-11 Instalación de tubería con el equipo TOPO</p> <p>Se realizó la prueba de instalación de la tubería de acometida con el equipo TOPO (Método sin excavación de zanja).</p>	<p>P-12 Instalación de tubería con el equipo TOPO</p> <p>La ventaja de TOPO es reducir la cantidad de excavación y evitar el rompe de pavimento.</p>

Fotografías (Fase II)

	
<p>P-13 5to. Comité de Coordinación Conjunta 29 de agosto de 2019</p>	<p>P-14 Detección de fugas con el compresor de aire En la ciudad de Ocotlán, se realizó un estudio utilizando el compresor de aire para detectar el punto de fugas invisibles.</p>
	
<p>P-15 6to. Comité de Coordinación Conjunta 17 de diciembre de 2019 En este CCC, se confirmó el resultado de la evaluación final conjunta del proyecto.</p>	<p>P-16 6to. Comité de Coordinación Conjunta Intercambio de la Minuta de Discusiones.</p>
	
<p>P-17 Seminario Final del Proyecto 7 de febrero de 2020.</p>	<p>P-18 Seminario Final del Proyecto 7 de febrero de 2020.</p>

