BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN DEL

AGUA

NO CONTABILIZADA

DOCUMENTO TÉCNICO

Proyecto financiado por:

JICA

En colaboración con:

bde
BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR B.P.

EL NUEVO ECUADOR

Agencia de Regulación
Y Control del Agua

Este libro se concibe como una herramienta complementaria al texto teórico publicado sobre **Documento Técnico de Agua No Contabilizada,** centrándose en aspectos prácticos y accionables para reducir eficientemente las pérdidas de agua.

Documento Técnico ANC

Mira el video

Índice de Contenido

CAPÍTULO 01 PRESENTACIÓN

CAPÍTULO 02 MARCO GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN

CAPÍTULO 03 DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE ANC

CAPÍTULO 04 IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA REDUCIR EL ANC

CAPÍTULO 05 ESTUDIOS DE CASO

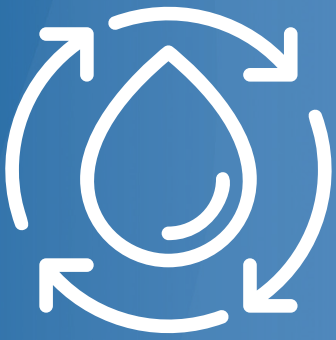
CAPÍTULO 06 HERRAMIENTAS PRÁCTICAS

CAPÍTULO 07 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 08 ANEXOS

CAPÍTULO

01



PRESENTACIÓN

01 PRESENTACIÓN

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) .. 6

Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) 7

Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. (BDE B.P.) 8

1.1. Objetivo del libro 9

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) tiene como objetivo contribuir a la promoción de la cooperación internacional, así como al desarrollo sólido de los países socios. La misión de JICA es "promover el desarrollo sostenible, la seguridad humana y el crecimiento de calidad" a través de la cooperación técnica, la asistencia financiera y el intercambio de conocimientos.

La seguridad humana es un concepto central para JICA, que se enfoca en proteger a las personas de amenazas críticas y generalizadas y empoderarse para que desarrollen su potencial. En el contexto de la gestión del agua, esto significa garantizar que todas las personas tengan acceso confiable al agua potable, que es fundamental para la salud, la dignidad y las oportunidades económicas.

El crecimiento de calidad se refiere al desarrollo inclusivo, sostenible y resiliente que equilibra el avance económico con la inclusión social y la protección del medio ambiente. JICA promueve el crecimiento de calidad mediante el apoyo a proyectos que fortalecen las instituciones, fomentan la innovación y desarrollan la capacidad local.

Agencia de Regulación Y Control del Agua

Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA)

La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), con base en la información reportada por los prestadores del servicio de agua potable y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM), ha evidenciado que uno de los principales retos que enfrenta el país es la reducción del Agua No Contabilizada (ANC). Este problema afecta directamente la eficiencia operativa y financiera de los prestadores, compromete la disponibilidad del recurso y limita la capacidad de inversión en infraestructura.

En este contexto, la reducción del ANC se ha convertido en una prioridad estratégica para ARCA, que ha impulsado la creación de normativas como la Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-011-2022, a través de la cual se regula y controla el uso eficiente del agua potable. Así como también ha gestionado espacios de cooperación técnica e internacional, destacando la alianza con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), que permitió capacitar a técnicos ecuatorianos en experiencias exitosas de la región. Estos conocimientos han sido replicados en el país y sistematizados en documentos técnicos, con el fin de que todos los prestadores cuenten con herramientas prácticas para reducir pérdidas y mejorar la gestión del ANC. Con ello, ARCA busca consolidar un modelo de gestión del agua eficiente, transparente y sostenible, asegurando no solo la calidad del servicio y la sostenibilidad financiera, sino también la protección del recurso y la garantía del derecho humano al agua para las generaciones presentes y futuras.

Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. (BDE B.P.)

La misión del Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. (BDE B.P.) se orienta a impulsar el desarrollo sostenible del país mediante financiamiento, asistencia técnica y fortalecimiento institucional, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población. En este marco, la Gerencia de División de Asistencia Técnica (GDAT) cumple un rol fundamental al articular la misión institucional con acciones concretas de apoyo a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y prestadores de servicios. Esto se refleja en la suscripción de convenios de cooperación con organismos nacionales e internacionales, que permiten movilizar recursos técnicos y financieros, así como transferir conocimientos y buenas prácticas. Dichos convenios fortalecen las capacidades locales, promueven la innovación en la gestión de proyectos y consolidan la visión del BDE B.P. como un socio estratégico en el desarrollo territorial.

En el ámbito específico de agua potable y saneamiento, la asistencia técnica del BDE B.P. busca mejorar la gestión integral del servicio a través de diagnósticos, programas y proyectos orientados a reducir brechas de cobertura, continuidad y calidad. Este esfuerzo se alinea con la misión institucional al identificar y fortalecer a los actores principales del sistema: los prestadores de servicios, responsables de la operación y administración, y los usuarios, quienes son los beneficiarios finales de un servicio eficiente y sostenible. La articulación con organismos de cooperación permite además generar soluciones innovadoras frente a desafíos como el agua no contabilizada, el uso eficiente del recurso hídrico y la sostenibilidad financiera del servicio, asegurando que las comunidades accedan a servicios de agua potable y saneamiento de calidad, con un impacto directo en su bienestar y desarrollo.

1.1.
OBJETIVO DEL LIBRO

Servir de guía técnica y operativa para las prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento en la implementación de buenas prácticas en la gestión del Agua No Contabilizada (ANC). Este libro se concibe como una herramienta complementaria al texto teórico publicado sobre ***Documento Técnico de Agua No Contabilizada***[1] , centrándose en aspectos prácticos y accionables para reducir eficientemente las pérdidas de agua. El documento está dirigido a:

1. https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2025/03/LibroDigitalAguaPotable/index.html

1. Operadores técnicos y responsables de mantenimiento del sistema de agua potable
2. Gerentes y jefes de área del servicio de agua potable
3. Consultores y especialistas en eficiencia hídrica
4. Formadores y capacitadores en gestión de recursos hídricos

Mientras que el libro teórico se enfoca en definiciones, clasificaciones y marcos regulatorios, este texto busca operar dichos conceptos. Proporciona ejemplos, estudios de caso, fichas técnicas, y recomendaciones aplicables a distintos contextos operativos.

Cada Gota Cuenta

CAPÍTULO

02

MARCO GENERAL

02. MARCO GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN

2.1. Teoría de la reducción del ANC en acciones prácticas 14

2.2. Criterios para priorizar intervenciones 18

2.3. Integración del control de ANC en la gestión integral 21

2

MARCO GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación de acciones para reducir el Agua No Contabilizada (ANC) requiere un enfoque integral que combine mejoras técnicas, operativas y comerciales. Incluye la sectorización de redes, micromedición, control de fugas, actualización del catastro y uso de tecnologías de monitoreo. Estas medidas, alineadas con estándares internacionales como los de IWA o AQUARATING, permiten identificar pérdidas, priorizar intervenciones y mejorar la eficiencia y sostenibilidad del servicio.

2.1

TEORÍA DE REDUCCIÓN DEL ANC EN ACCIONES PRÁCTICAS

Las empresas de agua potable deben priorizar la reducción del agua no contabilizada (ANC) porque esta representa una pérdida significativa de recursos financieros, operativos y naturales. El ANC incluye tanto pérdidas físicas (fugas en redes, conexiones defectuosas) como pérdidas comerciales (errores de medición, fraudes, consumos no registrados), afectando directamente la sostenibilidad del servicio. Al no ser facturada, esta agua genera costos sin ingresos asociados, comprometiendo la rentabilidad y eficiencia del sistema, así como la calidad del servicio a largo plazo. Además un nivel alto de ANC impide que los recursos hídricos sean utilizados de manera racional, afectando la seguridad hídrica y el acceso equitativo para la población.

A nivel nacional, estas pérdidas impactan directamente al país en forma de subsidios ineficientes, menor inversión en expansión de redes, y pérdida de productividad hídrica. A modo de analogía, este volumen de agua perdido podría equivaler al consumo anual de miles de hogares o al agua necesaria para el riego de cientos de hectáreas agrícolas, lo que representa una seria contradicción en contextos de escasez hídrica.

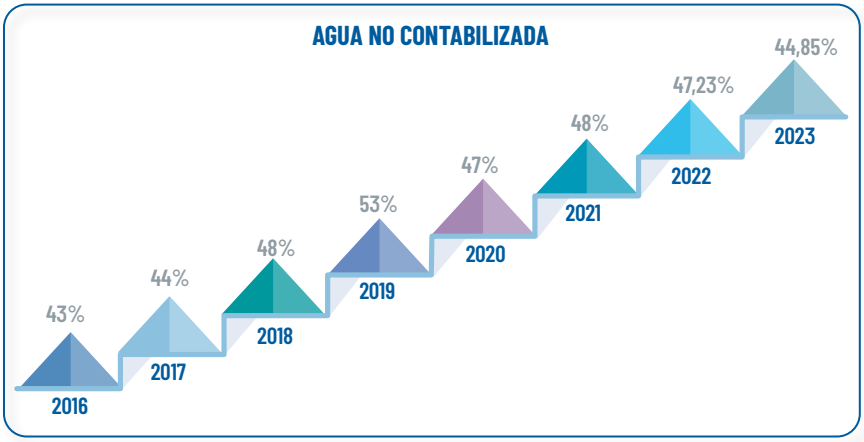


FIGURA 1. EVOLUCIÓN DEL ANC EN EL ECUADOR
FUENTE: ARCA[2]

Cada mes se **desperdician 8 millones de m³ de agua potable,** ocasionando una pérdida de USD 26, 6 millones al mes.

Si las pérdidas de agua se redujeran a niveles aceptables, alrededor del 30%, los proveedores de servicios públicos recuperarían **USD $180 millones al año.**

2. https://www.regulacionagua.gob.ec/boletin-estadistico-agua-potable-y-saneamiento/

En Ecuador, la pérdida diaria de agua no contabilizada (ANC) se estima en 1.296 millones de litros, equivalente al 50% de la producción nacional (30 m^3/s). Si esta cantidad se condujera por una tubería de 15 cm de diámetro, se requerirían aproximadamente 73,220 kilómetros de longitud, lo que equivale a casi 1.8 vueltas al mundo, evidenciando la magnitud del desperdicio hídrico en el país.

En Ecuador, la pérdida diaria de agua no contabilizada asciende a aproximadamente 1.296 millones de litros, equivalente al 50% de la producción nacional (30 m^3/s). Si se considerara al Estadio Olímpico Atahualpa como un cubo de agua con 20 metros de profundidad, su volumen sería de 142.8 millones de litros. Esto significa que cada día se pierde un volumen de agua suficiente para llenar más de 9 veces dicho estadio, lo que evidencia la magnitud del desperdicio hídrico.

FASE PLANEACIÓN O PREPARACIÓN

EJECUCIÓN DEPLANES PILOTO

Se implementan intervenciones en sectores hidráulicamente aislados para probar metodologías, medir niveles reales de pérdidas y capacitar al personal. Estos pilotos permiten validar procedimientos antes de su aplicación a gran escala.

LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE

Se recopila información técnica y comercial del sistema para establecer indicadores iniciales, diferenciando pérdidas físicas (fugas físicas) y comerciales (errores de medición, consumos no autorizados). Esta línea base es clave para medir el impacto de las acciones.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Con base en los datos obtenidos, se diseña un plan que defina objetivos, actividades, cronograma, recursos y responsables, sirviendo como hoja de ruta para la ejecución del programa de reducción del agua no contabilizada.

FIGURA 2. FASE DE PLANEACIÓN PARA REDUCIR EL ANC
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

LA TEORÍA DE LA GESTIÓN DE REDUCCIÓN DEL ANC SE EJECUTA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONJUNTO DE INTERVENCIONES ESTRUCTURADAS Y PLANIFICADAS, ENTRE LAS QUE DESTACAN:

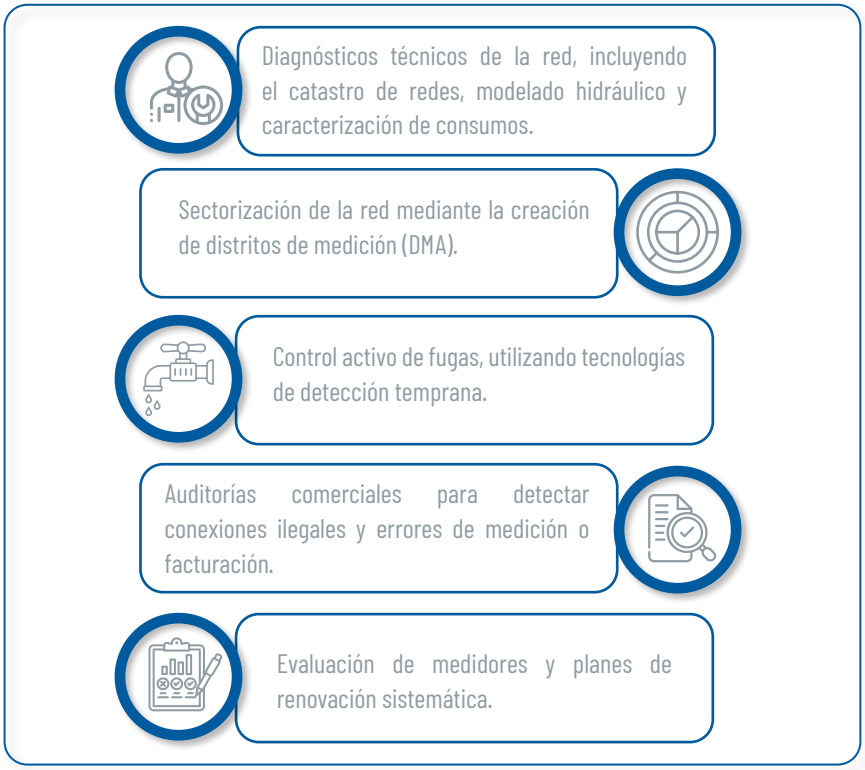


FIGURA 3. TEORÍA DE LA GESTIÓN PARA REDUCIR EL ANC
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

Estas acciones deben estar articuladas con una política institucional clara, indicadores de monitoreo, y un sistema de retroalimentación para la mejora continua (AWWA, 2016).

2.2
CRITERIOS PARA PRIORIZAR INTERVENCIONES

Entre los principales referentes metodológicos se encuentra la Asociación Internacional del Agua (IWA), la cual propone un marco estandarizado para la cuantificación del ANC a través de balances hídricos detallados. En este contexto, los indicadores más utilizados incluyen:

FIGURA 4. INDICADORES MÁS UTILIZADOS PARA PRIORIZAR
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

En complemento a esta aproximación técnica, herramientas integrales como AquaRating, desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), permiten realizar un diagnóstico completo del desempeño de las empresas prestadoras, establecer líneas base, identificar brechas y formular planes de mejora. AquaRating incorpora módulos específicos sobre gestión de pérdidas, control de activos, eficiencia energética y calidad del servicio, alineándose con los estándares internacionales y fortaleciendo la gobernanza de los procesos.

Para establecer niveles de prioridad, se recomienda considerar los rangos de referencia propuestos por la IWA, que categorizan el desempeño en función de las características del sistema. Por ejemplo, se considera:

FIGURA 5. CLASIFICACIÓN DE DESEMPEÑO
FUENTE. IWA

Las buenas prácticas internacionales indican que, para priorizar acciones de reducción del ANC, se debe partir de un balance hídrico confiable, establecer metas progresivas de eficiencia, aplicar tecnologías de detección de fugas y reforzar la micromedición. Asimismo, se debe integrar la gestión del cambio organizacional, la capacitación continua y el uso de plataformas digitales para el monitoreo en tiempo real.

La reducción del ANC requiere de un enfoque integral, basado en datos, guiado por indicadores técnicos y estratégicamente apoyado por herramientas de diagnóstico como AquaRating. Esto permite avanzar hacia una gestión más eficiente, resiliente y sostenible del recurso hídrico. Herramientas como matrices de priorización o software GIS permiten realizar un análisis espacial que facilita la toma de decisiones (Lambert, 2003).

FIGURA 6. CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

2.3
INTEGRACIÓN DEL CONTROL DE ANC EN LA GESTIÓN INTEGRAL

El control de ANC debe estar integrado en el sistema de gestión de la empresa operadora mediante:

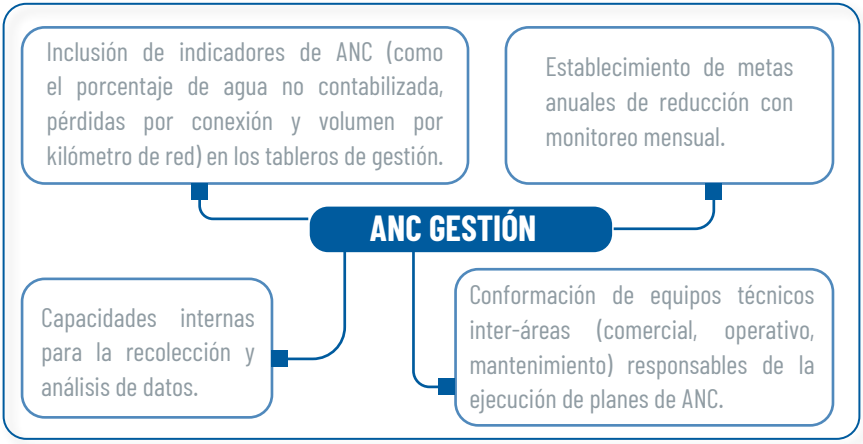


FIGURA 7. INTEGRACIÓN DEL CONTROL DE ANC EN LA GESTIÓN INTEGRAL
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

El desarrollo de estas capacidades requiere una inversión inicial, pero genera retornos positivos a mediano y largo plazo mediante la mejora en la eficiencia y reducción de costos operativos[3] .

3. Banco Mundial, 2006

CAPÍTULO

03

DIAGNÓSTICO OPERATIVO

03. DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE ANC

3.1. Pasos para realizar un diagnóstico de campo 24

3.2. Herramientas y software recomendados 26

3.3. Fichas de levantamiento de datos 27

3

DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE ANC

Un diagnóstico operativo permite identificar las pérdidas físicas y comerciales del ANC y definir estrategias de reducción. Para ello, es clave elaborar balances hídricos completos con bandas de exactitud, según la IWA, lo que facilita cuantificar las pérdidas, clasificar sus componentes y medir el impacto de las acciones. Esta herramienta respalda decisiones informadas y priorizadas para una gestión eficiente del recurso hídrico.

Mira el video

3.1

PASOS PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DE CAMPO

El diagnóstico de campo es una etapa clave para comprender la situación real en territorio. A continuación, se presentan los pasos generales que deben seguirse para su adecuada ejecución, permitiendo así una evaluación más precisa y fundamentada.

1. **REVISIÓN DOCUMENTAL Y ANÁLISIS HISTÓRICO**

   Recopilación de datos de producción, consumo, facturación, infraestructura y mantenimiento.

2. **IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

   Selección de sectores representativos: distritos hidráulicos o zonas de presión.

3. **MEDICIÓN DE CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA**

   Instalación de instrumentación temporal o permanente para obtener balances hídricos.

4. **INSPECCIÓN FÍSICA DE LA RED**

   Implementación de recorridos, escucha activa y pruebas de presión para detectar fugas visibles y no visibles.

5. **AUDITORÍA COMERCIAL**

   Revisión de contratos, bases de datos de usuarios, rutas de lectura, y validación de consumos.

6. **ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL ANC**

   Clasificación de las pérdidas en comerciales (errores administrativos, fraudes) y físicas (fugas).

7. **ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO**

   Documentancción de hallazgos, con propuestas de mejora y priorización de acciones.

FIGURA 8. PASOS PARA REALIZAR UN DIAGNÓSTICO EN CAMPO
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

3.2
HERRAMIENTAS Y SOFTWARE RECOMENDADOS

El uso de herramientas y software especializados es fundamental para apoyar el análisis y control del Agua No Contabilizada (ANC). Estos recursos permiten una gestión más eficiente de la información, facilitando la identificación de pérdidas, el monitoreo de indicadores y la toma de decisiones técnicas. A continuación, se mencionan algunas de las herramientas más recomendadas en este ámbito.

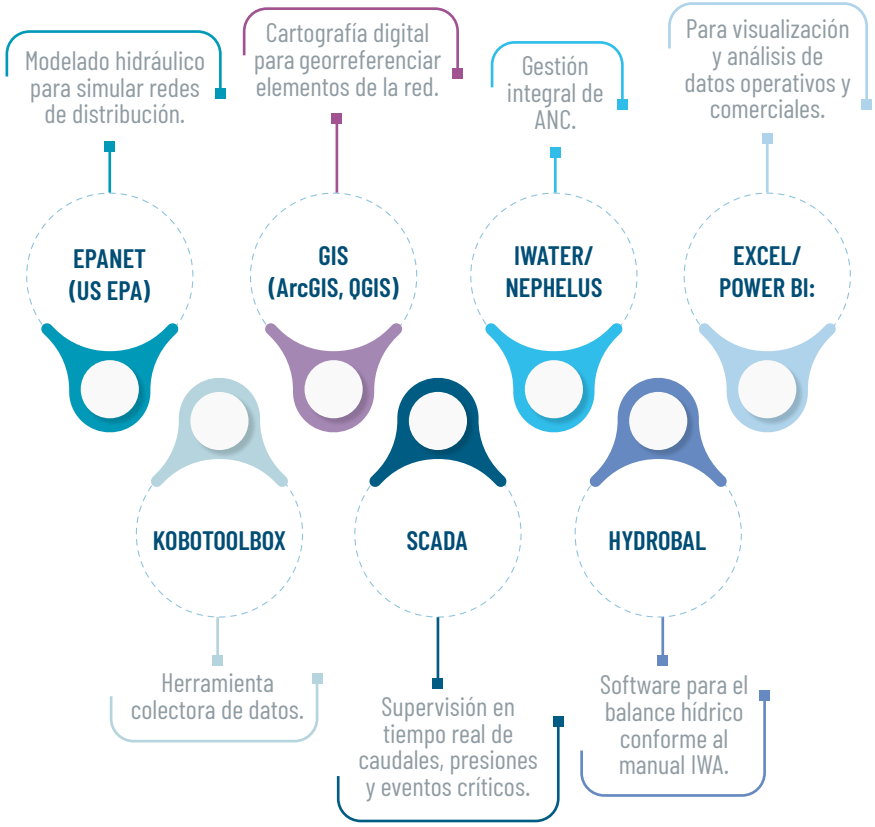


FIGURA 9. HERRAMIENTAS Y SOFTWARE RECOMENDADOS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

3.3
FICHAS DE LEVANTAMIENTO DE DATOS

Las fichas de levantamiento de datos son instrumentos clave para registrar de manera sistemática la información obtenida durante el diagnóstico de campo. Su correcta aplicación permite estandarizar la recolección de datos y asegurar la calidad de los insumos técnicos. En esta sección se presentan algunos ejemplos representativos utilizados en procesos relacionados con el análisis del Agua No Contabilizada (ANC).

FIGURA 10. FICHAS DE LEVANTAMIENTO DE DATOS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

FICHA DE INSPECCIÓN DE MEDIDORES	
CAMPO	**DESCRIPCIÓN**
Código de Ficha	IM-001-2025
Fecha de Inspección	17/10/2025
Técnico Responsable	Juan Torres
Ubicación / Sector	Zona Norte – Calle Los Álamos y 10 de Agosto
Código del Medidor	MED-0456
Número de Cuenta / Cliente	CL-10258
Datos de Instalación	Medidor marca Sensus, diámetro ½", año de instalación 2021, con caja y válvula de corte.
Lectura Actual (m^3)	023465
Lectura Anterior (m^3)	023280
Consumo Promedio Mensual (m^3)	18 m^3
Verificación de Funcionamiento	Flujo normal, sin fugas internas, sin retroceso de lectura.
Condición Física del Medidor	Buena – sin empaques deteriorados, vidrio intacto, sellos originales.
Estado de la Caja	Requiere limpieza, tapa metálica oxidada.
Observaciones Técnicas	Medidor operativo, se recomienda mantenimiento preventivo trimestral.
Firma del Inspector	----------

FIGURA 11. EJEMPLO DE FICHA DE INSPECCIÓN DE MEDIDORES
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

FICHA DE FUGA DETECTADA	
CAMPO	**DESCRIPCIÓN / EJEMPLO**
Código de Ficha	FD-012-2025
Fecha de Detección	17/10/2025
Personal Responsable	Cuadrilla Operativa N°3 – Supervisor: P. Ramírez
Ubicación / Coordenadas	Av. Quito y 12 de Octubre – Lat: -1.2345, Lon: -78.5678
Tipo de Fuga	Fuga visible en acometida domiciliaria – rotura de conexión PVC ½"
Origen de la Fuga	Deterioro del material por presión excesiva y antigüedad del tramo.
Caudal Estimado de Pérdida	0,5 L/s (≈43 m^3/día)
Presión en el Punto de Fuga (psi)	45 psi
Intervención Requerida	Sustitución del tramo de tubería y válvula de acometida, verificación de presión post reparación.
Estado Actual	En proceso de reparación – señalización preventiva instalada.
Tiempo Estimado de Reparación	3 horas
Observaciones Técnicas	Se recomienda instalar válvula reductora de presión en el ramal secundario.
Responsable del Registro	----------

FIGURA 12. EJEMPLO DE FICHA DE INSPECCIÓN DE MEDIDORES
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

FICHA DE CLIENTE NO REGISTRADO	
CAMPO	**DESCRIPCIÓN / EJEMPLO**
Código de Ficha	CNR-007-2025
Fecha de Levantamiento	17/10/2025
Equipo Técnico Responsable	Técnico Comercial: M. Herrera – Asistente: G. Salazar
Ubicación / Coordenadas	Barrio San Pedro – Lat: -1.2450, Lon: -78.5700
Tipo de Conexión	Conexión directa a la red sin medidor
Condición de la Vivienda / Predio	Vivienda unifamiliar habitada permanentemente – consumo visible.
Observaciones de Consumo No Medido	Se evidencia uso diario de agua (lavado de vehículos y riego), sin registro comercial ni facturación.
Estimación de Consumo Mensual (m^3)	25 m^3 aproximado
Evidencia Fotográfica	Adjunta (2 imágenes de conexión y acometida)
Acción Recomendada	Regularizar usuario, instalar medidor y generar registro comercial en el sistema SIGA.
Estado de Regularización	En trámite con Unidad Comercial
Observaciones Técnicas	Posible afectación a presión en ramal secundario; verificar diámetro de acometida.
Responsable de la Inspección	----------

FIGURA 13. EJEMPLO DE FICHA DE CLIENTE NO REGISTRADO
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

FICHA DE AUDITORÍA COMERCIAL	
CAMPO	**DESCRIPCIÓN / EJEMPLO**
Código de Ficha	AC-004-2025
Fecha de Auditoría	17/10/2025
Auditor Responsable	L. Almeida
Código de Cliente	CL-0987
Nombre del Usuario / Razón Social	María López
Dirección del Predio	Calle Sucre y García Moreno – Sector Central
Revisión de Contrato	Contrato vigente suscrito en 2019, sin modificaciones posteriores.
Historial de Lecturas (últimos 6 meses)	Abril: 12 – Mayo: 13 – Junio: 14 – Julio: 13 – Agosto: 6 – Septiembre: 14 m^3
Anomalías Detectadas	Lectura anormalmente baja en agosto (6 m^3). Posible manipulación o detención del medidor.
Consumo Promedio Anual (m^3)	13,2 m^3
Verificación de Pago y Facturación	Facturas al día, sin morosidad, pero inconsistencia en registro de lectura mensual.
Acciones Correctivas Recomendadas	Reinspección técnica del medidor, actualización de lectura y validación de consumo real.
Seguimiento Programado	30/10/2025 – Validación post inspección técnica.
Observaciones Adicionales	Se sugiere incluir este cliente en el muestreo de control de medición anual.
Firma del Auditor	----------

FIGURA 14. EJEMPLO DE FICHA DE AUDITORÍA COMERCIAL
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

CAPÍTULO

04

IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA REDUCIR EL ANC

04. IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA REDUCIR EL ANC

4.1. Regulación y Control al Uso Eficiente del Agua 34

4.2. Gestión de Pérdidas Físicas 37

4.2.1. Catastro Técnico o Inventario de Infraestructura .. 38

4.2.2. Diseño y Materialización de la Sectorización 38

4.2.3. Equipos para Medición de Caudales y Presión 38

4.2.4. Modelos Hidráulicos 38

4.2.5. Control Activo de Fugas 39

4.2.6. Velocidad y Calidad de Reparaciones 39

4.2.7. Gestión de la Presión 40

4.2.8. Gestión de la Infraestructura 40

4.3. Gestión de Pérdidas Comerciales 41

4.3.1. Catastro de Clientes 42

4.3.2. Micromedición 42

4.3.3. Control de Consumos 43

4.3.4. Reducción de Error en Manejo de Datos Comerciales 43

4.3.5. Actualización del Catastro 43

4.4. Acciones generales para reducir ANC 44

4.4.1. Mantenimiento Preventivo y Correctivo 45

4.4.2. Tecnología y Digitalización 46

4.4.3. Capacitación y gestión del cambio 46

4

IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES PARA REDUCIR EL ANC

La **implementación de acciones para reducir el ANC** se basa en ejecutar intervenciones técnicas y comerciales identificadas en el diagnóstico, como sectorización, detección de fugas, gestión de presiones, micro medición y actualización del catastro. Estas acciones deben priorizar zonas críticas, apoyarse en tecnologías y alinearse con estándares internacionales para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y calidad del servicio.

4.1
REGULACIÓN Y CONTROL AL USO EFICIENTE DEL AGUA

Con el objetivo de contribuir a la mejora de la prestación del servicio de agua potable y enfocar esfuerzos en la reducción del agua no contabilizada, ARCA emitió, mediante resolución de Directorio, la Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-011-2022, denominada "Norma Técnica para el Control de la Gestión del Uso Eficiente de Agua Potable". Esta norma es de cumplimiento obligatorio para los prestadores del servicio de agua potable y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.

SECCIÓN	TEMA PRINCIPAL	ASPECTOS CLAVE	RESPONSABLE / ENFOQUE
MACROMEDICIÓN	**Instalación de aparatos**	Se instalan medidores en: salida de planta de tratamiento, entrada/salida de almacenamiento, puntos de entrega o recepción de agua entre prestadores. No incluye medición predial (micromedición). Debe seguir guías técnicas ARCA.	Prestador del servicio
	Catastro	Debe existir un catastro actualizado con características, condiciones y base de datos de volúmenes o caudales.	Prestador del servicio
	Operación y mantenimiento	Garantizar operatividad, incluir proyectos en el PUEA si no hay cobertura; tener manual de O&M y cumplirlo.	Prestador del servicio
MICROMEDICIÓN	**Instalación de aparatos**	Deben colocarse medidores en todas las conexiones residenciales y no residenciales, conforme a guías técnicas y condiciones locales.	Prestador del servicio
	Catastro	Mantener catastro actualizado de medidores con características y condiciones, y registrar consumos por conexión.	Prestador del servicio
	Operación y mantenimiento	Asegurar cobertura y funcionamiento, incluir proyectos en el PUEA si es necesario; realizar control y lectura adecuada de consumos.	Prestador del servicio
CONTROL DE PÉRDIDAS	**Cuantificación y gestión**	Determinar balance hídrico y pérdidas según guías técnicas; implementar acciones de mantenimiento preventivo y gestión de pérdidas.	Prestador del servicio (en PUEA)

SECCIÓN	TEMA PRINCIPAL	ASPECTOS CLAVE	RESPONSABLE / ENFOQUE
PROGRAMA DE USO EFICIENTE DEL AGUA (PUEA)	**Herramienta de gestión**	Optimiza el uso del agua mediante proyectos de macromedición, micromedición y control de pérdidas. Prioriza inversiones con análisis costo-beneficio y cumple plazos ARCA.	Prestadores y GADM
CONTROL DE OBLIGACIONES	**Supervisión y cumplimiento**	ARCA controla la aplicación de la regulación; si hay incumplimiento, notifica y otorga plazo perentorio para subsanar.	ARCA
RÉGIMEN SANCIONATORIO	**Multas por incumplimiento**	Sanciones proporcionales según la gravedad (art. 23 y 151 LORHUyA); multa entre 51 y 150 SBU.	ARCA

FIGURA 15. REGULACIÓN Y CONTROL AL USO EFICIENTE DEL AGUA
FUENTE. ARCA

4.2
GESTIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS

Las pérdidas físicas corresponden a fugas de agua en la red de distribución, conexiones, tanques o accesorios. Su control requiere una estrategia técnica basada en infraestructura, monitoreo y mantenimiento.

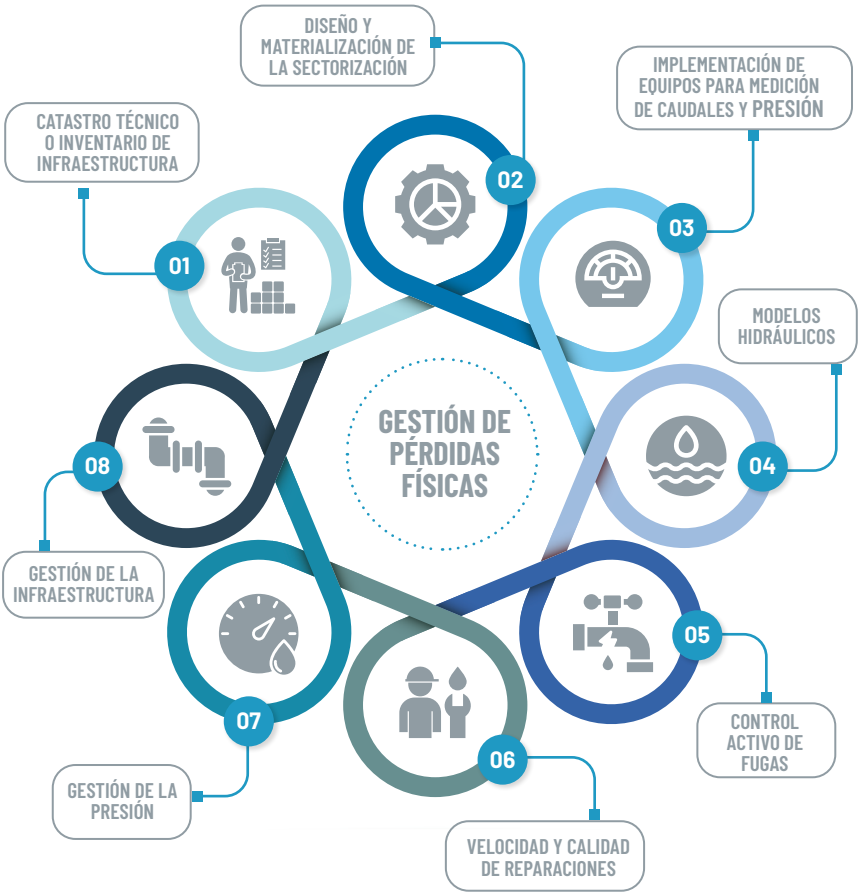


FIGURA 16. GESTIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.2.1

CATASTRO TÉCNICO O INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA

El catastro técnico debe contar con información georreferenciada y actualizada de todos los elementos del sistema: tuberías, válvulas, hidrantes, tanques, estaciones de bombeo, entre otros. Este inventario es la base para la toma de decisiones sobre priorización de mantenimiento, renovación o sectorización.

4.2.2

DISEÑO Y MATERIALIZACIÓN DE LA SECTORIZACIÓN

La sectorización hidráulica consiste en dividir la red en Distritos de Medición y Control (DMC) para facilitar el análisis del comportamiento del sistema. Esta técnica permite identificar zonas con pérdidas elevadas, comparar indicadores entre sectores y facilitar la gestión operativa.

4.2.3

EQUIPOS PARA MEDICIÓN DE CAUDALES Y PRESIÓN

Es esencial instalar medidores de caudal en puntos estratégicos, tanto en las fuentes como en los DMC, junto con sensores de presión. Esto permite cuantificar el balance hídrico sectorizado, detectar eventos anómalos y anticipar fallos.

4.2.4

MODELOS HIDRÁULICOS

El desarrollo de modelos hidráulicos (en plataformas como EPANET o InfoWater) permite simular el comportamiento del sistema ante diferentes condiciones operativas. Estos modelos apoyan la detección indirecta de fugas, la gestión de presiones y la planificación de obras.

4.2.5

CONTROL ACTIVO DE FUGAS

Consiste en la búsqueda sistemática y programada de fugas no visibles mediante tecnologías como correladores acústicos, geófonos o sensores ultrasónicos. Este control debe acompañarse de una estrategia de atención inmediata para minimizar el volumen perdido.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISTRITOS MEDICIÓN (DMA)	TÉCNICAS DE MONITOREO CONTINUO	EQUIPAMIENTO MÍNIMO Y MEJORES PRÁCTICAS OPERATIVAS
■ Identificación precisa de pérdidas. ■ Priorización de zonas críticas. ■ Mejora en el control operativo.	■ Uso de sensores acústicos permanentes (geófonos, correladores digitales). ■ Detección de variaciones nocturnas de consumo (mínimo nocturno). ■ Algoritmos de alerta basados en SCADA.	■ Válvulas reguladoras de presión. ■ Medidores de caudal con datalogger. ■ Cámaras de inspección y válvulas de aire. ■ Personal capacitado en búsqueda activa de fugas.

FIGURA 17. CONTROL ACTIVO DE FUGAS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.2.6

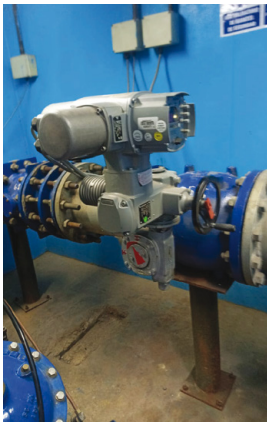
VELOCIDAD Y CALIDAD DE REPARACIONES

La eficiencia en las reparaciones depende tanto del tiempo de respuesta como de la calidad de la intervención. Protocolos de reparación estandarizados, disponibilidad de materiales y capacitación del personal técnico son fundamentales para minimizar las pérdidas durante incidentes.

4.2.7

GESTIÓN DE LA PRESIÓN

La presión excesiva en la red acelera el deterioro de las tuberías y aumenta el volumen de fuga. Se recomienda implementar válvulas reguladoras de presión, zonas de presión diferenciada y monitoreo en tiempo real para mantener niveles óptimos según la topografía y demanda.



IMPLEMENTACIÓN DE VÁLVULAS DE CONTROL DE PRESIÓN

- Reducción de fugas y roturas.
- Mayor vida útil de redes.
- Mejoras en consumo eficiente.

MAPEO DE PRESIONES EN TIEMPO REAL

- Sensores IoT con comunicación GSM/NB-IoT.
- Modelos hidráulicos calibrados.
- Alertas por sobrepresión o zonas críticas.

FIGURA 18 GESTIÓN DE PRESIÓN
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.2.8

GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Un plan de renovación y mantenimiento preventivo de redes, basado en el análisis de fallas, antigüedad y material, debe ser parte del programa de gestión patrimonial. Invertir en activos críticos mejora la resiliencia del sistema y reduce la probabilidad de fugas.

4.3
GESTIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES

Las pérdidas comerciales derivan de errores de medición, manipulación de equipos, omisión de consumos y fallos en el catastro comercial. Su control requiere mejoras administrativas y tecnológicas.

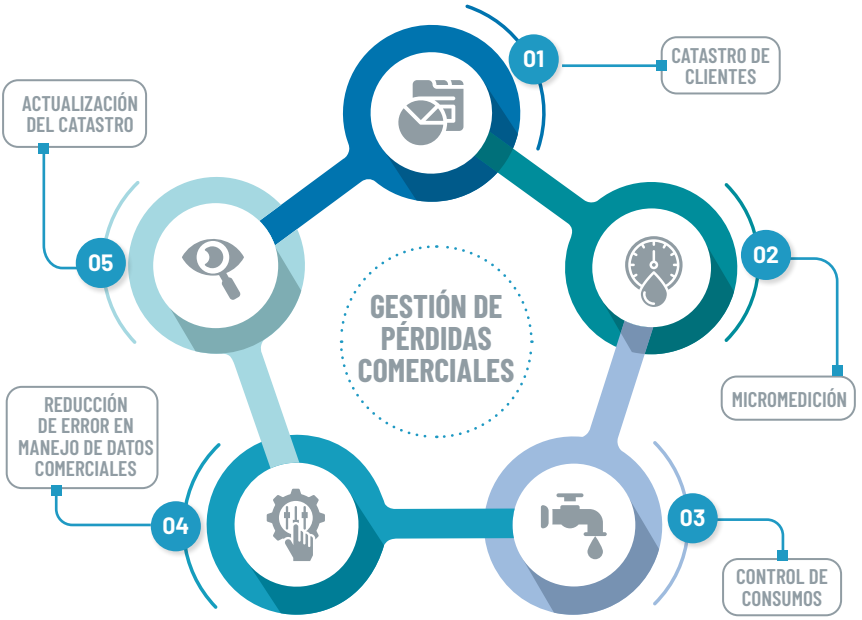


FIGURA 19. GESTIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.3.1

CATASTRO DE CLIENTES

Debe mantenerse un registro actualizado, georreferenciado y verificado de todos los usuarios, con información de ubicación, tipo de uso, categoría tarifaria y consumo promedio. La depuración y validación del catastro son esenciales para evitar pérdidas comerciales.

4.3.2

MICROMEDICIÓN

La implementación masiva de micromedidores debe alcanzar al menos un 80% de cobertura, con equipos que cumplan estándares de precisión (ISO 4064). Es crucial seleccionar medidores adecuados según el patrón de consumo, realizar pruebas periódicas y establecer un plan de recambio basado en la vida útil.

CRITERIOS PARA SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MEDIDORES	CONTROL DE CALIDAD DE LECTURAS	PROTOCOLOS DE VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN
■ Tipo de caudal (volumétrico o velocimétrico).	■ Rutas eficientes y supervisión del personal de lectura. ■ Cruce de consumos por zonas. ■ Relecturas aleatorias para control.	■ Bancos de pruebas certificados. ■ Comparación con patrones homologados. ■ Calibración según normas OIML R49 o ISO.

FIGURA 20. ACCIONES PARA EJECUTAR LA MICROMEDICIÓN
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.3.3 CONTROL DE CONSUMOS

Se deben aplicar herramientas analíticas que permitan detectar patrones inusuales (consumos nulos, excesivos o atípicos). Estos análisis deben integrarse con inspecciones en campo para detectar fraudes, conexiones clandestinas o fallos técnicos.

4.3.4 REDUCCIÓN DE ERROR EN MANEJO DE DATOS COMERCIALES

La digitalización de la lectura, facturación y gestión comercial reduce errores humanos. Se recomienda la implementación de sistemas de lectura remota (AMR/AMI), software integrados de gestión comercial y auditorías internas periódicas.

4.3.5 ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO

Debe mantenerse una política de actualización permanente del catastro técnico-comercial, mediante cruces con bases de datos externas (prediales, catastros municipales) y campañas de verificación en campo. Un catastro robusto garantiza la trazabilidad de consumos y facturación justa.

4.4
ACCIONES GENERALES PARA REDUCIR ANC

Las acciones generales para reducir el Agua No Contabilizada (ANC) en el sistema de agua potable deben integrar estrategias operativas y de gestión. El **mantenimiento preventivo y correctivo** permite conservar la infraestructura en condiciones óptimas y reducir fallas que generan pérdidas.

La **tecnología y digitalización**, a través de sistemas de monitoreo, micromedición inteligente y plataformas de análisis, optimiza la detección y respuesta ante anomalías.

Finalmente, la **capacitación del personal y la gestión del cambio organizacional** son fundamentales para asegurar la sostenibilidad de las acciones implementadas y fortalecer la cultura de eficiencia dentro de la entidad operadora.

4.4.1

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

El mantenimiento preventivo y correctivo es esencial para garantizar la continuidad, eficiencia y seguridad en la operación de los sistemas de agua potable. Estas acciones permiten anticipar fallas, corregir problemas de manera oportuna y preservar la funcionalidad de la infraestructura. En esta sección se abordan los lineamientos generales para una adecuada planificación y ejecución de ambos tipos de mantenimiento.

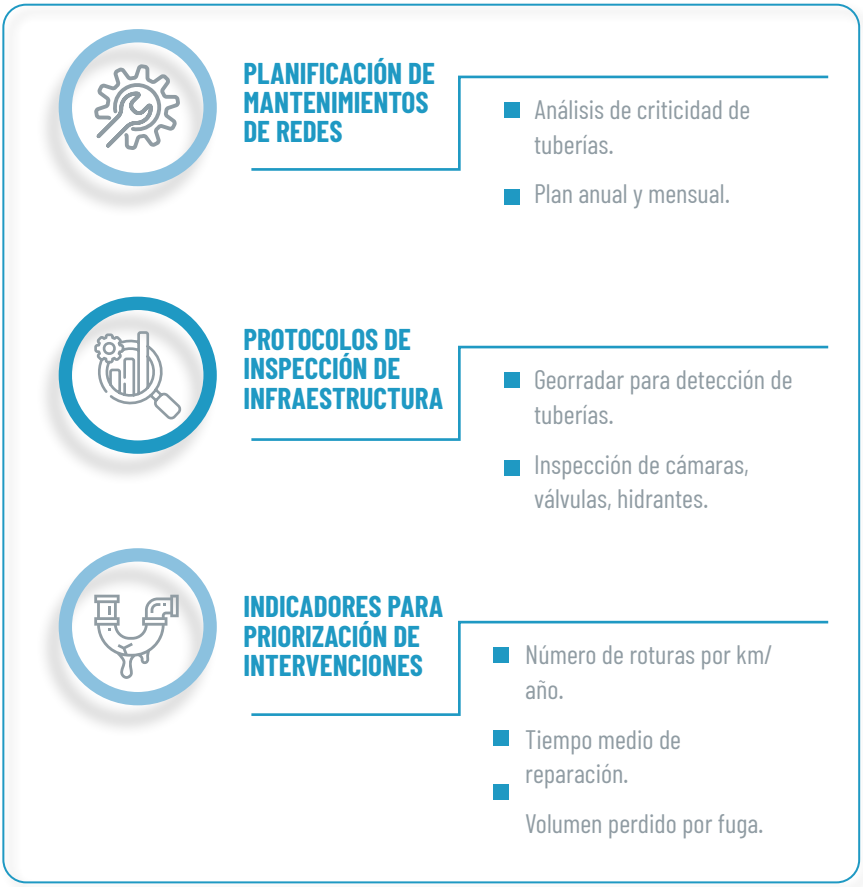


FIGURA 21. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.4.2

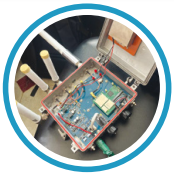
TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

La incorporación de tecnología y procesos de digitalización en los sistemas de agua potable representa una oportunidad clave para modernizar la gestión operativa y comercial. Estas herramientas permiten optimizar la toma de decisiones, mejorar el monitoreo en tiempo real y aumentar la eficiencia en la detección y control de pérdidas. En esta sección se exploran las principales soluciones tecnológicas aplicables a la gestión del Agua No Contabilizada.

USO PRÁCTICO DE SCADA, GIS, SENSORES IOT, AMI/AMR

- Monitoreo en tiempo real.
- Integración de bases de datos técnicos y comerciales.
- Lectura remota y automatización de válvulas.

INTEGRACIÓN DE DATOS PARA LA TOMA DE DECISIONES



- Plataformas de analítica (Power BI, Qlik).
- Indicadores georreferenciados.
- Tableros de control operativos.

FIGURA 22. TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

4.4.3

CAPACITACIÓN Y GESTIÓN DEL CAMBIO

La capacitación y la gestión del cambio son componentes fundamentales en la reducción del agua no contabilizada (ANC), ya que permiten fortalecer las capacidades técnicas e institucionales necesarias para enfrentar este desafío. La ANC, que incluye tanto pérdidas físicas como comerciales, requiere un enfoque integral que involucre no solo tecnología y monitoreo, sino también un cambio en la cultura organizacional y en los procesos operativos de los

prestadores de servicios de agua. A través de programas de formación continua, sensibilización del personal y estrategias efectivas de gestión del cambio, es posible fomentar una mayor conciencia, mejorar la toma de decisiones y garantizar la sostenibilidad de las acciones implementadas para disminuir las pérdidas de agua.

PROGRAMAS DE FORMACIÓN PARA EQUIPOS OPERATIVOS

- Cursos técnicos en detección de fugas, lectura, hidráulica.
- Capacitaciones sobre uso de tecnologías digitales.
- Certificaciones en gestión de ANC.
- SOP para atención de fugas, instalación de medidores, lectura.
- Documentación accesible para el personal técnico.
- Actualización periódica.
- Campañas de concientización.
- Reconocimiento a logros y buenas prácticas.
- Equipos multidisciplinarios y participación en decisiones.

FIGURA 23. CAPACITACIÓN Y GESTIÓN DEL CAMBIO
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

Un ejemplo destacado de este enfoque es el proyecto "Fortalecimiento de la capacidad para la gestión del Agua No Contabilizada" en Ecuador, implementado conjuntamente por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), representa una iniciativa emblemática que pone de relieve el poder de la cooperación internacional en el ámbito hídrico.

Este programa desempeña un papel fundamental en el fortalecimiento de las competencias de los técnicos ecuatorianos, al brindarles oportunidades de capacitación en países como Perú y Brasil, donde operan reconocidos proveedores de servicios de agua a gran escala, como SEDAPAL y SABESP respectivamente. Gracias a estas experiencias, los participantes adquieren conocimientos prácticos y habilidades que les permiten aportar de forma decisiva al desarrollo del sector del agua en Ecuador.

Descripción general del programa:

Iniciado por la oficina de Ecuador, este proyecto se ha convertido en un ejemplo destacado de cómo una oficina en el extranjero puede liderar iniciativas significativas, siempre en estrecha colaboración con expertos en agua en la sede de JICA.

Con un presupuesto definido para el proyecto (aproximadamente 50 millones de yenes por 4 años), el proyecto ha fomentado la colaboración a través de la coordinación entre oficinas y las ideas impulsadas localmente. Este esfuerzo ha permitido compartir y expandir el conocimiento a través de otras oficinas en el extranjero, fomentando iniciativas proactivas e independientes.

Aspectos destacados y logros:

El programa de capacitación en el extranjero en Perú y Brasil ha sido un gran éxito, gracias a la participación entusiasta de técnicos ecuatorianos. A través de la transferencia de conocimientos y la aplicación de las lecciones aprendidas, se han logrado avances significativos en las ciudades piloto del proyecto ubicadas en las regiones de la Costa, Sierra y Amazonía de Ecuador.

Entre los logros más notables se encuentran:

- Participación en seminarios organizados por las oficinas de Perú y Brasil entre 2022 y 2024, con la asistencia de 27 técnicos ecuatorianos de ARCA, EPMAPA SD, EMAPAST EP, RIOBAMBA-EP, TENA, QUITO, ESMERALDAS y PORTOVIEJO.

- Organización e implementación de "Seminarios Réplica" en ciudades piloto del Ecuador, replicando el contenido de los seminarios realizados en Perú y Brasil, con la participación de más de 100 personas.

- Seminarios a nivel regional realizados para involucrar a las partes interesadas locales y promover el conocimiento de Renania del Norte-Westfalia, con más de 100 participantes que se espera que difundan sus conocimientos tanto a nivel local como provincial.

- Suministro de macromedidores portátiles y otros equipos a ARCA, lo que permite la inspección de los datos presentados por los prestadores de servicio de agua potable siendo municipios, empresas públicas o entidades comunitarias y mejora el control sobre ANC.

Además, se ha realizado una importante inversión en equipos de detección de fugas, geófonos, transmisión de datos, macromedidores y micromedidores de última generación, con un valor aproximado de USD 165.000. Esta inversión se ha complementado con el apoyo de las entidades homólogas del proyecto, que han asumido los costos de instalación y generando datos para el monitoreo de ANC.

Un especialista técnico de SABESP en Brasil realizó una visita a Ecuador para brindar apoyo en el seguimiento de las actividades y planes de acción del proyecto.

Importancia de la colaboración internacional:

La colaboración internacional de Japón ha sido clave para el éxito de este proyecto. La coordinación entre JICA Ecuador, la sede de JICA, JICA Brasil y JICA Perú, junto con el apoyo de la Agencia Ejecutora ARCA y el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE B.P.), ha permitido la implementación efectiva de las actividades del proyecto. La participación de especialistas técnicos de otros países y el desarrollo de materiales educativos también han jugado un papel fundamental en la creación de capacidades locales y la aplicación de los conocimientos adquiridos para fortalecer los sectores del agua en las ciudades piloto.

Situación actual:

En 2025 se realiza una nueva iniciativa en la que cada ciudad piloto organizó y ejecutó seminarios en sus respectivas regiones geográficas. El objetivo era difundir el conocimiento aprendido por los ex becarios a otras ciudades aledañas de la provincia, al tiempo que invitaba a las Juntas Administrativas del Agua y otras partes interesadas locales a aprender sobre ANC.

Además, para finales de año se publicará un libro electrónico y un libro impreso sobre Agua No Contabilizada en Ecuador, con el apoyo de la Agencia Ejecutora ARCA y el Banco de Desarrollo de Ecuador – BDE B.P., donde el BDE B.P. ha desempeñado un papel clave en el desarrollo de materiales educativos, brindando asistencia técnica a los municipios y ofreciendo apoyo financiero para iniciativas de agua potable relacionadas con ANC. Ahora este trabajo en la segunda edición del libro, que se centrará en las buenas prácticas en la gestión de ANC en las ciudades piloto de nuestro proyecto.

Como parte de los esfuerzos de sostenibilidad del proyecto, se encuentra desarrollando un curso virtual asincrónico que se alojará en las plataformas de capacitación en línea de dos instituciones ecuatorianas: el Ministerio de Ambiente y Energía (MAE) y el BDE B.P.

Comités de Coordinación Conjunta:

Son uno de los elementos clave de este esfuerzo, que es el trabajo conjunto que se desarrolla a través de los Comités de Coordinación Conjunta, los cuales permiten una articulación efectiva entre actores institucionales, técnicos y comunitarios. Gracias a esta colaboración estrecha, se promueve la transparencia, la planificación eficiente y la implementación de estrategias enfocadas en la reducción del Agua No Contabilizada, contribuyendo así a una gestión sostenible y responsable del agua en el país. Este modelo de cooperación demuestra cómo el diálogo constante y la coordinación multisectorial son fundamentales para afrontar los retos hídricos actuales.

Los Comités de Coordinación Conjunta son un pilar fundamental de este esfuerzo colaborativo, pues permiten articular eficazmente a los actores institucionales, técnicos y comunitarios en un proceso estructurado basado en el ciclo Plan – Do – Check – Act (PDCA):

PLAN (PLANIFICAR):

En coordinación conjunta se definen metas, indicadores, roles, cronogramas y estrategias para abordar el Agua No Contabilizada.

DO (HACER):

Se ejecutan las actividades planificadas en campo, movilizando recursos y comprometidos con las acciones acordadas.

CHECK (VERIFICAR):

Se realiza el monitoreo y evaluación del progreso frente a los indicadores, identificando logros, brechas y lecciones aprendidas.

ACT (ACTUAR / AJUSTAR):

Con base en los resultados de la verificación, se adoptan medidas correctivas, ajustes o estandarizaciones de las mejores prácticas para que el aprendizaje se incorpore al ciclo siguiente.

Esta forma de trabajo conjunto fortalece la transparencia, la planificación eficiente y la implementación de estrategias específicas para reducir el agua no contabilizada. Además, promueve una gestión del agua más sostenible y responsable. Más aún, este modelo de cooperación evidencia que el diálogo permanente y la coordinación multisectorial son esenciales para enfrentar los desafíos hídricos contemporáneos.

Estos mecanismos permiten evaluar de manera sistemática el desempeño de las estrategias implementadas, identificar oportunidades de optimización y asegurar que las acciones correctivas se mantengan alineadas con los objetivos de eficiencia hídrica. La definición de indicadores claros y medibles, así como la creación de sistemas de monitoreo confiables, facilita la toma de decisiones basadas en evidencia y promueve una cultura organizacional orientada a resultados. En este marco, la mejora continua no solo contribuye a reducir pérdidas, sino que fortalece la sostenibilidad operativa y financiera de los prestadores de servicios de agua.

FIGURA 24. INDICADORES PARA REPORTE Y MEJORA
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT

CAPÍTULO

05

ESTUDIOS DE CASO

05. ESTUDIOS DE CASO

5.1. Estudios de caso internacional 59

5.1.1. Experiencia SABESP - Empresa de agua de São Paulo 59

5.1.2. Experiencia SEDAPAL – Empresa de agua de Lima 60

5.2. Estudios de caso nacional: EMAPAST EP 61

5.2.1. Introducción 61

5.2.2. Descripción del sistema de agua potable 62

5.2.3. Sectorización del sistema de agua potable de Puyo 65

5.2.4. Sector de estudio 72

5.2.4.1. Ubicación del sector de estudio 73

5.2.4.2. Alimentación expresa al sector Victoria de León 1 y 2 74

5.2.4.3. Válvulas límite de sector 78

5.2.4.4. Macromedición 80

5.2.4.5. Análisis de la información de los macromedidores 81

5.2.5. Cálculo del ANC 85

5.2.5.1. Catastro de micromedidores 86

5.2.5.2. Catastro de redes de agua potable 88

5.2.5.3. Hermeticidad del sector 91

5.2.5.4. Comité de agua no contabilizada 91

5.2.5.5. Planificación de actividades que debemos continuar 94

5.2.5.6. Sectores Réplica 95

ESTUDIOS DE CASO

5.3. Estudios de caso nacional: RIOBAMBA EP 98

5.3.1. Principios de gestión JICA 100

5.3.2. Metodología 100

5.3.2.1. Características hidráulicas del sistema de agua potable Yaruquíes 103

5.3.2.2. Agua no contabilizada del sistema de Yaruquíes .. 105

5.3.2.3. Proyecto piloto para el fortalecimiento de la capacidad ANC 106

5.3.2.4. Medición de caudal y barrido de presión sector piloto 109

5.3.2.5. Catastro de usuarios del sector Y-2 110

5.3.2.6. Vida útil y toma de muestras para ensayos de medidores 111

5.3.2.7. Agua no contabilizada sector Y-2 112

5.3.2.8. Resultados obtenidos en el plan piloto sector Y-2 .. 112

5.3.3. Cooperación financiera no reembolsable 116

5.3.3.1. Cooperación JICA 118

5.3.3.2. Lecciones aprendidas 119

5.3.4. Conformación del Comité de agua no contabilizada 121

5.4. Estudios de caso nacional: EPMAPA SD 128

5.4.1. Justificación del Proyecto 129

5.4.2. Metodología 132

5.4.2.1. Realizar un esquema de la distribución del agua 132

5.4.2.2. Características 132

ESTUDIOS DE CASO

5.4.2.3. Obtención de datos 133

5.4.2.4. Identificación del área de influencia de las reservas .. 134

5.4.2.5. Identificación de Sectores Críticos VS Incidencias Operativas 135

5.4.2.6. Acciones de preparación en la zona crítica a intervenir 135

5.4.2.7. Implementación de medidas de operación y mantenimiento: 137

5.4.3. Subzonificación de la Zona 09 138

5.4.3.1. Gestión de agua no contabilizada para la Zona 09-02 138

5.4.3.2. Capacitación de personal 142

5.4.3.3. Identificación del área de influencia 143

5.4.3.4. Plan de acción 145

5.4.3.5. Acciones que se tomaron 147

5.4.3.6. Aplicación del plan de acción 147

5.4.3.7. Subsectorización de la ruta 17 160

5.4.3.8. Costos de las actividades y equipos necesarios 164

5.4.3.9. Tiempo de recuperación de la inversión 165

5.4.4. Conformación del Comité de Agua no Contabilizada 166

5.4.5. Casos Réplica 166

5.4.6. Mejoras en la gestión 167

5.4.7. Proyectos a futuro 168

5

ESTUDIOS DE CASO

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha desempeñado un papel clave en el fortalecimiento de la gestión de agua no facturada en América Latina, particularmente en empresas públicas como SEDAPAL en Perú y SABESP en Brasil.

En Lima, JICA apoyó el "Proyecto de mejoramiento de la eficiencia de gestión del agua" en SEDAPAL, enfocado en el diagnóstico integral de zonas críticas, implementación de sistemas de medición, sectorización de redes y fortalecimiento de capacidades técnicas, lo que permitió reducir significativamente las pérdidas físicas y comerciales del sistema [JICA, 2015][4].

Por su parte, en São Paulo, la cooperación con SABESP se orientó a la transferencia de tecnologías japonesas de monitoreo, control de presión y reparación de fugas, junto con estrategias de gobernanza operativa y participación ciudadana, logrando mejoras sostenidas en la eficiencia y sostenibilidad del servicio [JICA, 2020][5].

Estas experiencias representan modelos exitosos de cooperación internacional aplicables a empresas operadoras en contextos similares, como el caso ecuatoriano.

4. JICA (2015). Project for Improvement of Efficiency in Water Use in Lima City (SEDAPAL). Disponible en: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12234563_01.pdf
5. JICA (2020). Cooperation Project for the Reduction of Water Losses in SABESP. Disponible en: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12290086.pdf

5.1
ESTUDIOS DE CASO INTERNACIONAL

5.1.1
EXPERIENCIA SABESP - EMPRESA DE AGUA DE SÃO PAULO

La Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) llevó a cabo un programa integral para la reducción del Agua No Contabilizada (ANC) en zonas urbanas vulnerables, caracterizadas por altos índices de pérdidas y conexiones informales. La estrategia se basó en tres ejes fundamentales.

1. Primero, se promovió la regularización de conexiones clandestinas mediante procesos participativos y acuerdos comunitarios, los cuales permitieron formalizar el acceso al servicio sin recurrir a medidas coercitivas, fomentando la corresponsabilidad y el pago del consumo real.

2. Segundo, se implementó un sistema de sectorización hidráulica, acompañado de un riguroso monitoreo de presiones, lo que facilitó la identificación de áreas críticas y el control operativo de las redes.

3. Tercero, se incorporaron tecnologías avanzadas para la detección temprana de fugas invisibles, así como la ampliación de la micromedición a través de medidores individuales de alto rendimiento.

Como resultado, SABESP logró reducir el ANC en aproximadamente un 30% en las zonas intervenidas, lo cual no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también incrementó la confianza de la ciudadanía en la empresa, fortaleciendo el vínculo entre la comunidad y la gestión del recurso hídrico.

5.1.2

EXPERIENCIA SEDAPAL – EMPRESA DE AGUA DE LIMA[6]

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), empresa responsable del abastecimiento de agua en Lima Metropolitana, implementó el Programa de Reducción de Pérdidas en Redes Secundarias, con el objetivo de mejorar la eficiencia del sistema y reducir los niveles de Agua No Contabilizada (ANC).

Este programa abordó de forma integral las causas estructurales y operativas de las pérdidas en la red de distribución. Entre las acciones más relevantes, se destaca la sustitución de redes secundarias con más de 25 años de antigüedad, las cuales presentaban deterioro avanzado y eran responsables de frecuentes fugas y roturas. Paralelamente, SEDAPAL incorporó herramientas de sistemas de información geográfica (GIS) y sensores de presión en tiempo real, permitiendo una gestión más precisa y proactiva de los sectores hidráulicos, así como la identificación oportuna de anomalías operativas.

Otro componente clave fue el fortalecimiento de los procesos comerciales, incluyendo mejoras en la lectura de medidores, la identificación de inconsistencias de consumo, y la detección de fraudes y manipulaciones en conexiones domiciliarias. Estas medidas no solo optimizan el control del consumo, sino que también contribuyeron a la recuperación de ingresos perdidos. Como resultado del programa, SEDAPAL logró una reducción de más del 20% en las pérdidas técnicas y comerciales, junto con un aumento

6. https://openjicareport.jica.go.jp/618/618/618_709_12234563.html

significativo en los ingresos por facturación real, lo que evidencia un impacto positivo tanto en la sostenibilidad financiera como en la calidad del servicio prestado a los usuarios.

5.2
ESTUDIOS DE CASO NACIONAL: EMAPAST EP

5.2.1
INTRODUCCIÓN

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pastaza (EMAPAST EP), desde el año 2017 ha venido ejecutando un proceso de consultoría especializado orientado al mapeo y la optimización de las redes de distribución de agua potable en la ciudad de Puyo. Este proceso ha implicado la sectorización hidráulica de la ciudad, dividiéndola en subsectores para una gestión más eficiente del recurso.

El trabajo realizado incluyó un análisis detallado de la infraestructura subterránea mediante ingeniería aplicada, lo que permitió obtener una visión clara de la red existente. Gracias a esta información, fue posible diseñar estrategias técnicas para mejorar la distribución y reducir las pérdidas en el sistema. Cabe destacar que, en ese momento, la ciudad contaba con tres Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) operativas, una dotación promedio de aproximadamente 240 litros por habitante por día (L/hab/día), y un índice de Agua No Contabilizada (ANC) considerable, que oscilaba entre el 52% y el 56%, valor apreciado puesto que no se dispone de macro medición para obtener valores reales.

En el año 2022, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Ecuador invitó a EMAPAST EP a participar en un programa de capacitación técnica enfocado en la reducción de Agua No Contabilizada. Esta capacitación se alineó estratégicamente con los resultados de la consultoría previa, fortaleciendo las capacidades institucionales en la gestión del recurso hídrico.

Como parte de esta cooperación técnica, se implementó un Plan Piloto para la reducción de ANC en los subsectores hidráulicos "Victoria de León 1" y "Victoria de León 2". Este plan contempló acciones como la instalación de micromedición, sectorización física y virtual, control de presiones, detección y reparación de fugas, así como la mejora en los procesos de registro y gestión comercial. Estas intervenciones permitieron sentar las bases para una gestión más eficiente del sistema de distribución, con miras a expandir estas buenas prácticas a otros sectores de la ciudad.

5.2.2

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

EMAPAST EP, abastece a la ciudad de Puyo con tres plantas de tratamiento de agua, cada una con características y tecnologías de tratamiento distintas. Las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) La Palestina y Río Blanco emplean un sistema de tratamiento convencional, que incluye procesos como coagulación, floculación, sedimentación, filtración rápida y desinfección. Por su parte, la PTAP San Vicente opera mediante un sistema de filtros lentos.

En cuanto a la infraestructura de almacenamiento, la ciudad cuenta con varias unidades de reserva que permiten garantizar la continuidad del suministro en caso de interrupciones o variaciones en la demanda. La PTAP La Palestina dispone

de dos tanques de almacenamiento con capacidades de 1000 m^3 y 300 m^3, respectivamente. La PTAP San Vicente cuenta con un tanque de reserva de 1500 m^3. En el caso de la PTAP Río Blanco, el sistema se complementa con tres tanques de almacenamiento, cada uno con capacidad de 1000 m^3, ubicados estratégicamente para permitir el suministro por gravedad.

En el año 2022, como resultado de la consultoría técnica correspondiente al "Mapeo y Optimización de las Redes de Distribución de Agua Potable en la Ciudad de Puyo", se recomendó la sectorización hidráulica de la red de distribución, proponiéndole la división del sistema en tres grandes zonas hidráulicas o macrosectores, los cuales a su vez se subdividen en 14 subsistemas o sectores hidráulicos. Esta sectorización tiene como objetivo principal mejorar la gestión operativa del sistema, facilitar el control de presiones y caudales, identificar fugas con mayor precisión, y optimizar la distribución del recurso hídrico desde los puntos de almacenamiento.

Dentro de las recomendaciones establecidas por la misma consultoría, se destaca la necesidad de construir una estación reguladora de caudales (ERC), destinada a gestionar eficientemente la distribución del agua conforme a la demanda por sector, así como la implementación de dos estaciones reguladoras de presión (ERP), cuya función será mantener los niveles de presión dentro de los rangos operativos establecidos, previniendo sobrepresiones que puedan ocasionar daños en la red o pérdidas por fugas.

Estas medidas permitirán avanzar hacia un sistema de abastecimiento más eficiente, resiliente y sostenible, acorde con las necesidades actuales y futuras de la ciudad de Puyo.

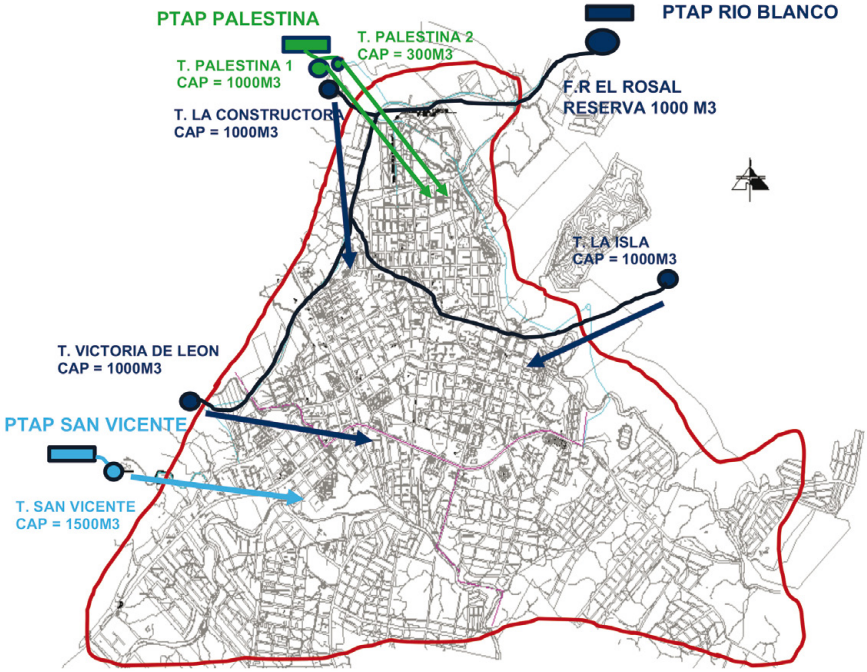


FIGURA 25. SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO
FUENTE. EMAPAST EP

5.2.3

SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE PUYO

Uno de los principales productos entregados por la consultoría fue precisamente la **propuesta de sectorización del sistema de agua potable de la ciudad**, proceso que se fundamentó en el desarrollo de una **modelación hidráulica** detallada del sistema. Esta modelación permitió simular el comportamiento hidráulico de las redes bajo distintos escenarios operativos, facilitando la toma de decisiones técnicas para la gestión eficiente del recurso. Como parte de esta etapa, se abordaron los siguientes componentes técnicos:

A LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se ejecutó un catastro actualizado de redes, incluyendo la recolección, validación y sistematización de datos sobre diámetros, materiales, longitudes, ubicación geográfica de tuberías, accesorios, válvulas, hidrantes y puntos de entrega. Este levantamiento fue fundamental para construir un modelo hidráulico confiable y representativo de la infraestructura existente.

FIGURA 26. MAPEO REALIZADO MEDIANTE INGENIERÍA SUBTERRÁNEA
FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

B ANÁLISIS DE LA DENSIDAD POBLACIONAL

Se lo efectúo para estimar la ***demanda actual y proyectada de agua potable*** en cada subsistema o sector.

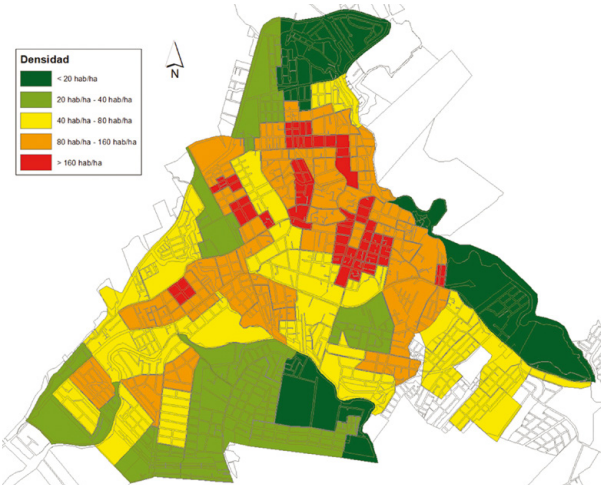


FIGURA 27. DENSIDAD POBLACIONAL POR SECTORES DE LA CIUDAD

FUENTE. EMAPAST EP CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

C ANÁLISIS DE ELEVACIONES

Es un proceso fundamental que permite comprender cómo la ***topografía del terreno influye en la distribución del agua,*** el diseño hidráulico y el comportamiento de presiones dentro de la red.

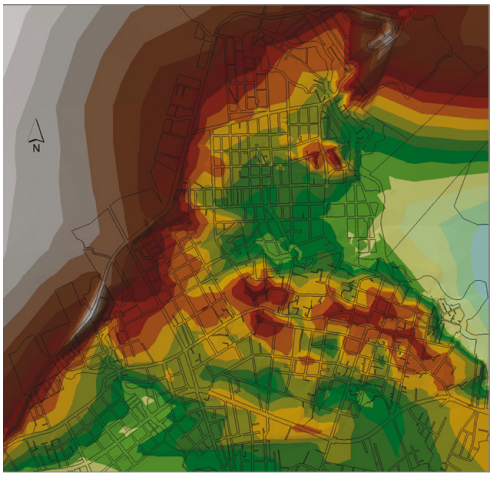


FIGURA 28. ELEVACIONES DE LA CIUDAD

FUENTE. EMAPAST EP CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

D ANÁLISIS DE VELOCIDADES

Es una herramienta clave para evaluar el comportamiento hidráulico de las tuberías y asegurar una operación eficiente, segura y sostenible del sistema

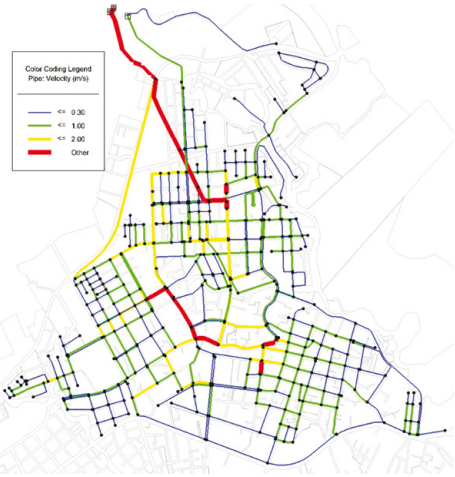


FIGURA 29. VELOCIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD

FUENTE. EMAPAST EP CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

E ANÁLISIS DE PRESIONES

Nos permite garantizar que todos los usuarios reciban el servicio con niveles adecuados y uniformes, evitando zonas con sobrepresiones o presiones deficientes. Este estudio facilita la delimitación de sectores hidráulicos homogéneos.

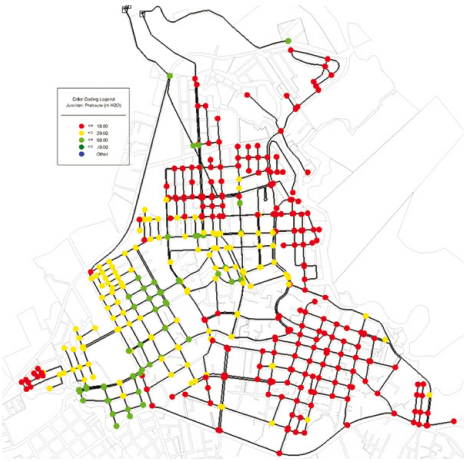


FIGURA 30. ANÁLISIS DE PRESIONES EN LA CIUDAD

FUENTE. EMAPAST EP CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

F MODELACIÓN HIDRÁULICA

Una vez culminado el análisis técnico incluyendo densidad poblacional, topografía, velocidades y presiones; se procedió a desarrollar la ***modelación hidráulica*** del sistema de agua potable de la ciudad de Puyo. Con base en los resultados obtenidos, se definió la ***sectorización hidráulica*** del sistema, permitiendo una gestión más eficiente y controlada de la red. En el caso del ***sistema de agua potable Río Blanco***, se establecieron ***ocho sectores hidráulicos***, los cuales fueron distribuidos estratégicamente de acuerdo con la infraestructura existente y los criterios técnicos de operación y presión.

- Desde el tanque de reserva **La Constructora** (Capacidad de 1000 m³), se alimenta a 2 sectores, Constructora 1 y constructora 2

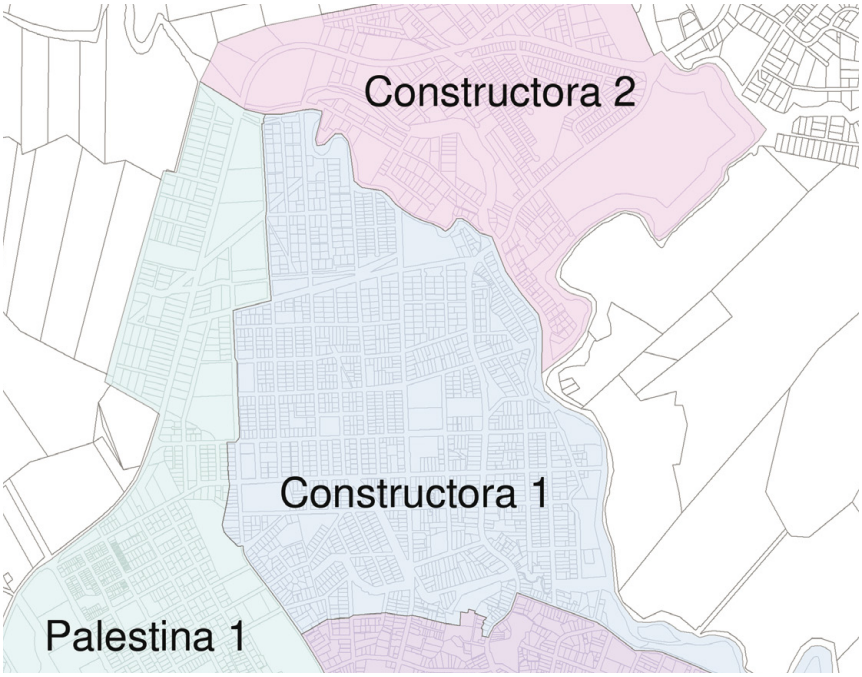


FIGURA 31. SUBSECTORIZACIÓN TANQUE DE RESERVA LA CONSTRUCTORA

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

- Desde el tanque de reserva **La Isla** (Capacidad de 1000 m³), se alimenta a 4 sectores, Isla 1, Isla 2, Isla 3 y zona de expansión Isla

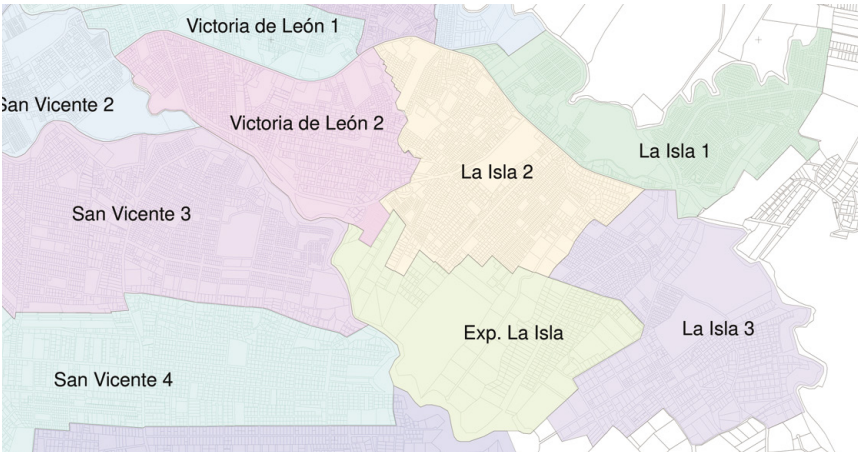


FIGURA 32. SUBSECTORIZACIÓN TANQUE DE RESERVA LA ISLA

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

- Desde el tanque de reserva **Victoria de León** (Capacidad de 1000 m³), se alimenta a 2 sectores, Victoria de León 1 y Victoria de León 2.

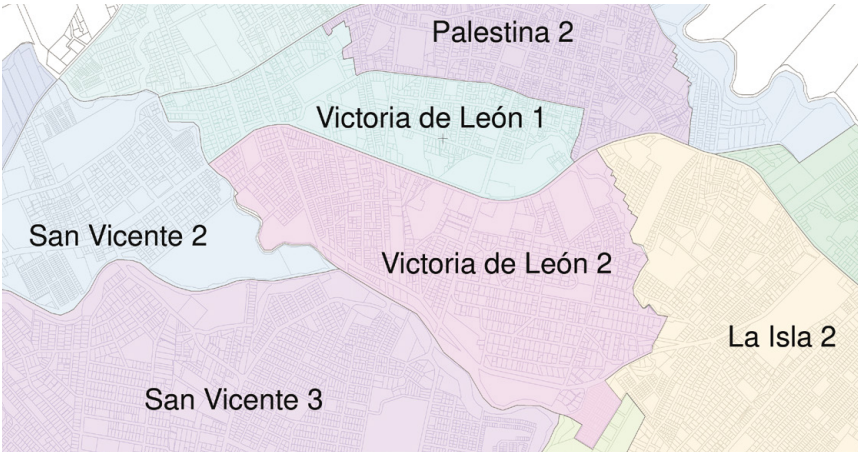


FIGURA 33. SUBSECTORIZACIÓN TANQUE DE RESERVA VICTORIA DE LEÓN

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

Del sistema de agua potable Palestina se establecieron 2 sectores, distribuidos de la siguiente manera:

- Desde el tanque de reserva **Palestina 1** (Capacidad de 1000 m³) y Palestina 2 (Capacidad 300 m³) se alimenta a 2 sector, Palestina 1 y Palestina 2.

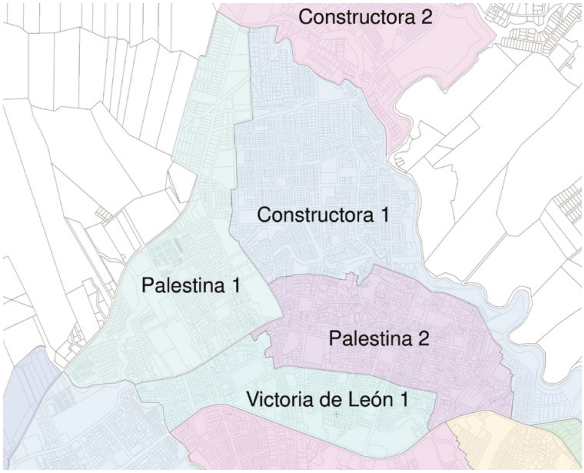


FIGURA 34.
SUBSECTORIZACIÓN TANQUE DE RESERVA LA PALESTINA

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

Del sistema de agua potable San Vicente se establecieron 5 sectores, distribuidos de la siguiente manera:

- Desde el tanque de reserva **San Vicente** (Capacidad de 1500 m³) se alimenta a 5 sectores, San Vicente 1, San Vicente 2, San Vicente3, San Vicente 4 y Zona de expansión Tarqui.

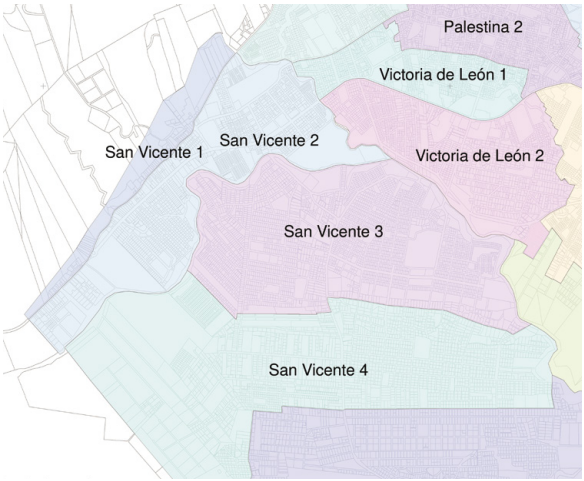


FIGURA 35.
SUBSECTORIZACIÓN TANQUE DE RESERVA LA PALESTINA

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

De esta manera, el sistema de agua potable de la ciudad se encuentra **dividido en un total de 15 sectores hidráulicos**. Esta sectorización permite una **gestión operativa más eficiente**, facilitando el monitoreo, control y mantenimiento puntual de cada área del sistema. Además, la división en sectores contribuye a mejorar la **distribución del recurso**, optimizar la presión y el caudal en cada zona, y reducir pérdidas hidráulicas y comerciales. Cada sector funciona como una unidad independiente dentro del sistema general, lo que posibilita una respuesta más rápida ante eventuales fallas y una mejor planificación para futuras expansiones o mejoras.

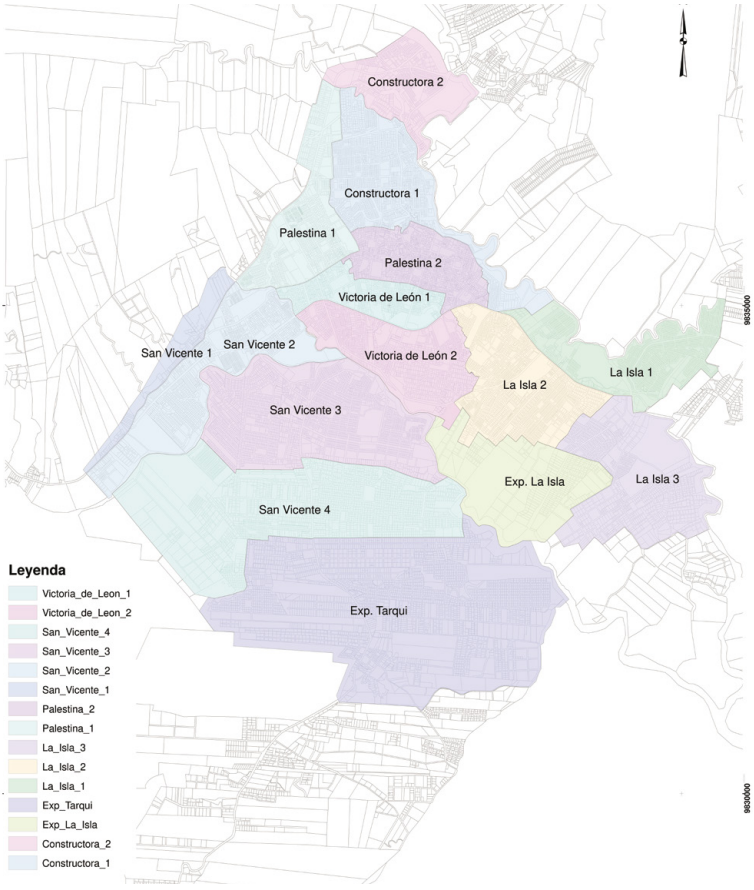


FIGURA 36. SUBSECTORIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE PUYO

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

5.2.4

SECTOR DE ESTUDIO

En el año 2022, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en Ecuador invitó a EMAPAST EP a participar en un programa especializado de capacitación técnica orientado a la reducción del Agua No Contabilizada (ANC), un desafío crítico para la eficiencia operativa y sostenibilidad de los sistemas de agua potable. Como parte de esta cooperación técnica, se diseñó e implementó un Plan Piloto para la reducción del ANC en los sectores estratégicos denominados "Victoria de León 1" y "Victoria de León 2".

La selección de estos sectores se fundamentó en criterios técnicos específicos, orientados a maximizar el impacto y la viabilidad del piloto:

1. **Sectores físicamente más pequeños:** para facilitar la medición, monitoreo y control detallado del flujo de agua, así como la implementación de acciones correctivas puntuales.

2. **Sectores consolidados:** con redes de distribución bien establecidas y con poca expansión urbana, lo que minimiza variables externas y permite un análisis más preciso de pérdidas.

3. **Sectores con consumidores predominantemente residenciales y comerciales:** permitiendo evaluar el comportamiento de la demanda en zonas con alta densidad poblacional y variabilidad en el consumo, lo que es esencial para detectar fugas y pérdidas no visibles.

El Plan Piloto incluyó la instalación de dispositivos de medición avanzados (medidores inteligentes), auditorías de campo para la detección de fugas, calibración de medidores, y la implementación de un sistema de monitoreo remoto para la recopilación de datos en tiempo real. Esta intervención técnica permitió la identificación de puntos críticos de pérdida y contribuyó a establecer estrategias de sectorización, reparación y optimización de la red que podrían replicarse en otras áreas del sistema, reduciendo significativamente las pérdidas de agua y mejorando la eficiencia operacional.

5.2.4.1. UBICACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

El sector Victoria de León 1 está ubicado en partes de los barrios Libertad y México. Al norte, limita con el sector Palestina 1, siguiendo la Calle Ceslao Marín desde el puente sobre el río Pindo Chico hasta la Calle Juan de Velasco; y con el sector Palestina 2, a lo largo de la Calle Tnt. Hugo Ortiz, desde Juan de Velasco hasta la Avenida Amazonas.

Hacia el sur, limita con el sector Victoria de León 2, a lo largo de la Avenida Alberto Zambrano, desde el puente sobre el río Pindo Chico hasta la Calle Amazonas.

Al este, colinda nuevamente con el sector Palestina 2, siguiendo la Avenida Amazonas entre la Calle Tnt. Hugo Ortiz y la Avenida Alberto Zambrano.

Finalmente, al oeste, limita con el sector San Vicente 3, a lo largo de la quebrada del río Pindo Chico, desde el puente en la Calle Ceslao Marín hasta el puente en la Avenida Alberto Zambrano.

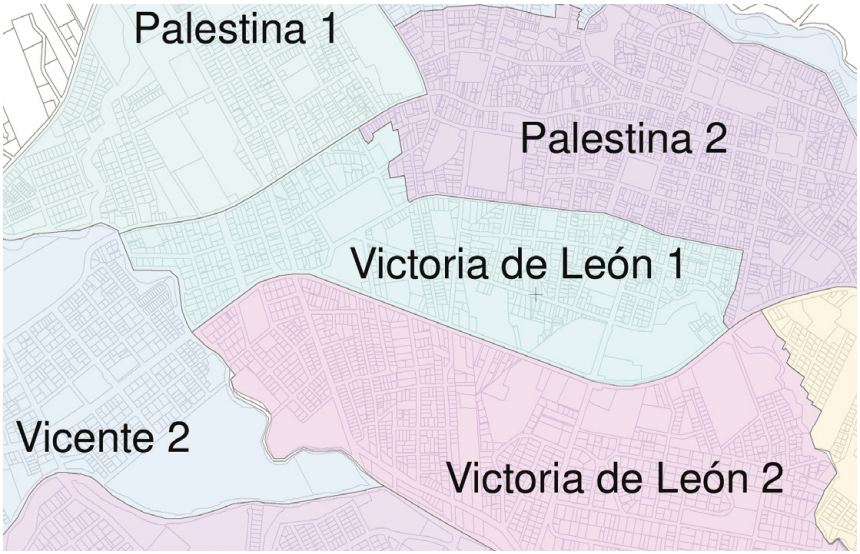


FIGURA 37. SUBSECTOR VICTORIA DE LEÓN 1

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

El sector Victoria de León 2 se encuentra ubicado en el Barrio Nuevos Horizontes, limitando al Norte el sector Vcitoria de León 1 a lo largo de la av. Alberto zambrano desde el puente sobre el río pindo chico, hasta la calle amazonas; al sur Limita con el sector San Vicente 3 a lo largo del río Pindo Grande desde la interseccion de los rios pindo grande y pindo chico , hasta el estero la talanga en la Av. Gonzales suarez; al este limita con el sector Isla 2 a lo largo del estero la talanga desde la amazonas , hasta la Av. Gonzalo Suarez y finalmente al oeste limita con el sector san vicente 2, desde el puente sobre el río pindo chico en la av. Alberto Zambrano, hasta el puente sobre el río pindo chico ubicado atrás del CNE.

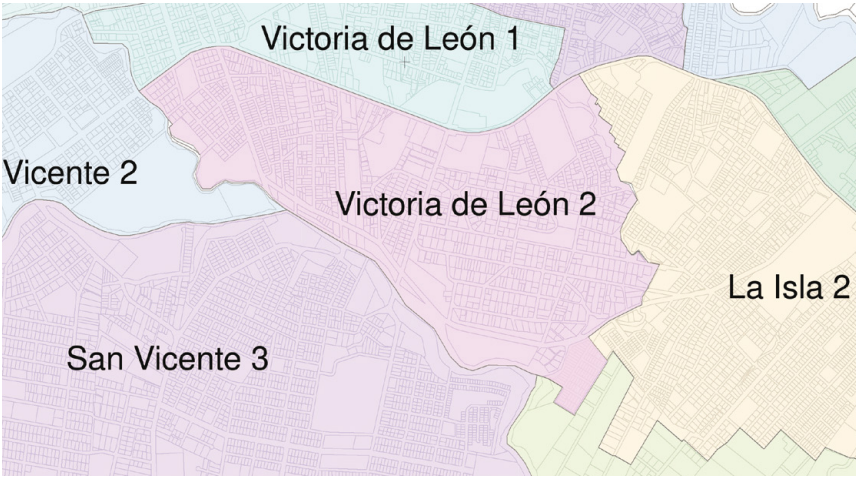


FIGURA 38. SUBSECTOR VICTORIA DE LEÓN 2

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

5.2.4.2. ALIMENTACIÓN EXPRESA AL SECTOR VICTORIA DE LEÓN 1 Y 2

Una vez identificado el sector de estudio, en el año 2023 EMAPAST EP ejecutó, bajo modalidad de administración directa, la construcción de la línea expresa de alimentación para los sectores Victoria de León 1 y Victoria de León 2.

Esta conducción principal fue instalada desde la Av. Eloy Alfaro (Paso Lateral) (ingreso a la Urbanización Miraflores), siguiendo el costado de la quebrada del río Pindo Chico hasta llegar a la calle Ceslao Marín. La tubería utilizada es

de PVC-P de 315 mm de diámetro y presión nominal de 1 MPa, diseñada para garantizar la adecuada capacidad hidráulica y resistencia.

El cruce del río Pindo Chico se realizó mediante una tubería de acero soportada sobre el puente vehicular existente. Posteriormente, la conducción cruza la calle Ceslao Marín por el margen derecho y continúa por esta vía hasta la calle Río Tigre. Desde allí, la tubería sigue por la calle Río Tigre hasta la Avenida Alberto Zambrano, manteniendo el diámetro de 315 mm en PVC-P.

La línea cruza la Avenida Alberto Zambrano, ascendiendo por esta hasta la calle Conambo, desde donde ingresa a la calle Cononaco para interconectarse con una tubería existente en esta última vía.

En total, se instalaron aproximadamente 1.000 metros lineales de red de conducción, la cual tiene la función de alimentar y mejorar el suministro en el sector Victoria de León 2.

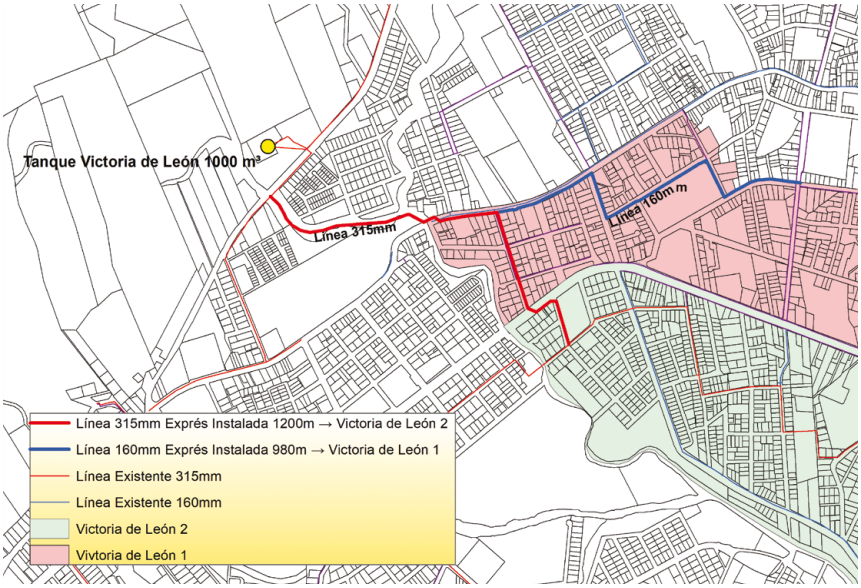


FIGURA 39. UBICACIÓN DE LAS REDES SUBSECTORIZACIÓN VICTORIA DE LEÓN 1

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

Para abastecer el sector Victoria de León 1, se interconectó una red de tubería de PVC-P de 160 mm con la línea principal de 315 mm ubicada en la intersección de las calles Ceslao Marín y Río Tigre. Esta tubería de 160 mm se instaló a lo largo de la calle Ceslao Marín, desde la calle Río Tigre hasta la calle González Suárez.

FIGURA 40. TRABAJOS DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA VICTORIA DE LEÓN 1
FUENTE. EMAPAST EP

Desde allí, la conducción continúa por la calle González Suárez hasta la calle Cacique Anyapí, luego sigue por la calle Cacique Nayapí hasta la calle Juan de Velasco. A lo largo de la calle Juan de Velasco, la red avanza hasta la calle Teniente Hugo Ortiz, por donde continúa hasta empalmar en la calle Cumandá con dos redes existentes de 110 mm de diámetro.

La longitud total de esta conducción es aproximadamente 1.000 metros lineales, mejorando significativamente el suministro y la distribución en el sector Victoria de León 1.

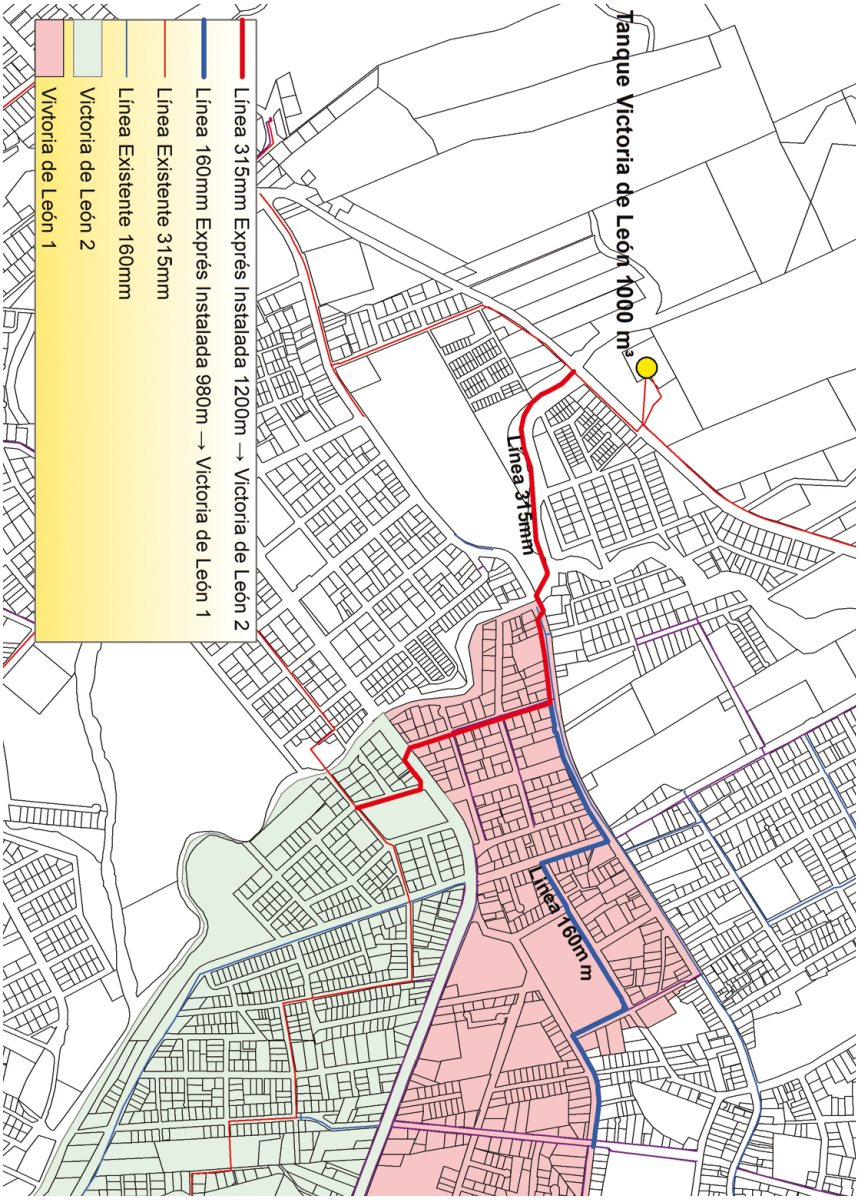


FIGURA 41. UBICACIÓN DE LAS REDES SUBSECTORIZACIÓN VICTORIA DE LEÓN2

FUENTE. EMAPAST EP - CONSULTORÍA OPTIMIZACIÓN CON BASE AL MAPEO Y SECTORIZACIÓN DEL SUBSISTEMA 1, 2 Y 3 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PUYO

FIGURA 42. TRABAJOS DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA VICTORIA DE LEÓN 2
FUENTE. EMAPAST EP

5.2.4.3. VÁLVULAS LÍMITE DE SECTOR

Paralelamente, durante el año 2023 se trabajó en la instalación de las válvulas límite de sector mediante administración directa, logrando la colocación de 24 válvulas elastoméricas de hierro dúctil. En el **Anexo 1** se enumeran las válvulas colocadas.

FIGURA 43. COLOCACIÓN DE LAS VÁLVULAS LÍMITE
FUENTE. EMAPAST EP

FIGURA 44. UBICACIÓN VÁLVULAS LÍMITE DEL PLAN PILOTO VICTORIA 1
FUENTE. EMAPAST EP

FIGURA 45. UBICACIÓN VÁLVULAS LÍMITE DEL PLAN PILOTO VICTORIA 2
FUENTE. EMAPAST EP

Adicionalmente, EMAPAST EP elaboró una monografía de las válvulas límite del sector Victoria de León 1 y 2, con el fin de facilitar su ubicación y asegurar un adecuado mantenimiento.

Con la instalación de las líneas expresas y con estas válvulas instaladas delimitamos el sector Victoria de León 1 y Victoria de León2, para poder poner en marcha la sectorización de este proyecto piloto.

5.2.4.4. MACROMEDICIÓN

A inicios del año 2024, EMAPAST EP concluyó la ejecución de un contrato público para la construcción de dos cajas de hormigón armado, que incorporan tuberías y accesorios internos de acero, destinadas a la instalación de dos macromedidores de 6 pulgadas. Estos equipos fueron donados por la agencia JICA como parte del programa de fortalecimiento de la gestión del agua no contabilizada. La construcción de las cajas se realizó conforme al siguiente detalle:

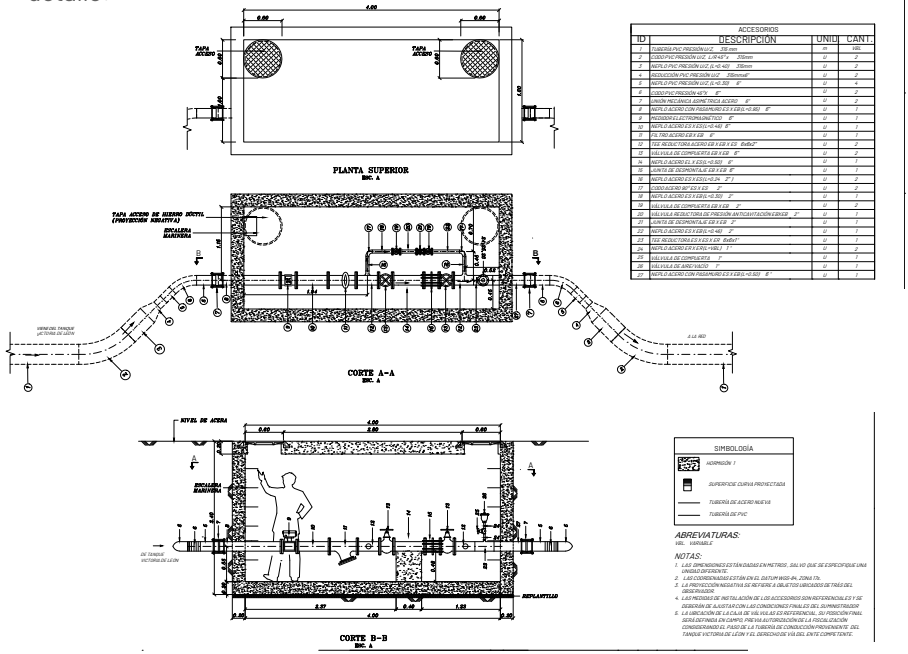


FIGURA 46. DISEÑO DE LAS CAJAS DE HORMIGÓN PARA LA MACROMEDICIÓN
FUENTE. EMAPAST EP

El 2024, los proveedores de JICA instalaron los dos macromedidores correspondientes al sector Victoria de León 1 y 2. Sin embargo, no se procedió a su puesta en marcha inmediata, ya que aún se estaban finalizando los trabajos de delimitación del sector. Durante ese mismo periodo, la empresa enfrentó un fuerte aluvión que causó daños en la planta de tratamiento Río Blanco, sistema que abastece al tanque Victoria de León, el cual a su vez suministra agua a los sectores involucrados en este estudio piloto. Por este motivo, se priorizaron los trabajos de rehabilitación y estabilización del sistema para garantizar la continuidad del servicio. Una vez superadas estas contingencias, se planificó la puesta en marcha del sistema. EMAPAST EP ha comenzado a registrar los caudales suministrados a estos sectores en intervalos de 15 minutos.

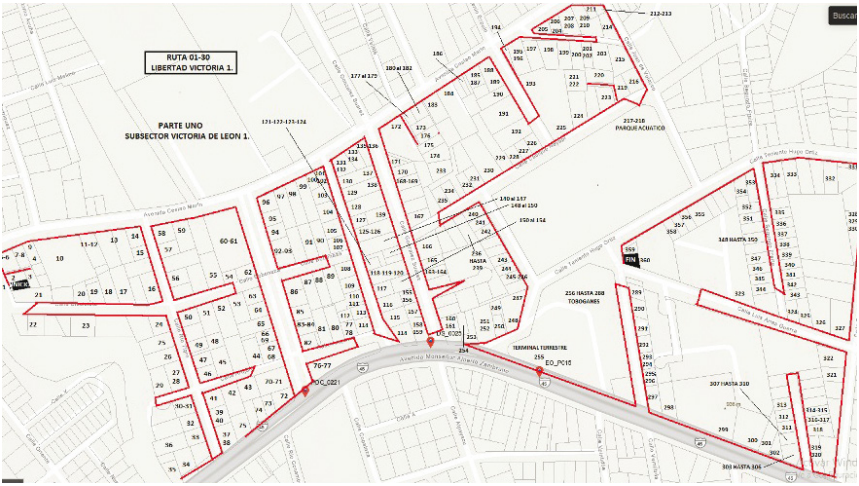
FIGURA 47. INSTALACIÓN DE LOS MACROMEDIDORES DENTRO DE LAS CAJAS DE HORMIGÓN
FUENTE. EMAPAST EP

5.2.4.5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS MACROMEDIDORES

EMAPAST EP ha recopilado de manera continua la información proporcionada por los macromedidores instalados en cada uno de los sectores piloto. Esta información se compara con los consumos facturados, lo que ha permitido iniciar el cálculo mensual del índice de Agua No Contabilizada (ANC) por sector. Cabe destacar que, antes de la puesta en marcha de estos sectores, se coordinó con el área comercial para reorganizar las rutas de lectura de medidores, asignando

a cada usuario según el sector correspondiente. Esto ha permitido disponer de la información de manera inmediata a través del sistema SIIM utilizado por EMAPAST EP. A continuación, se detallan las nuevas rutas de lectura:

RUTA 01-30



RUTA 01-31

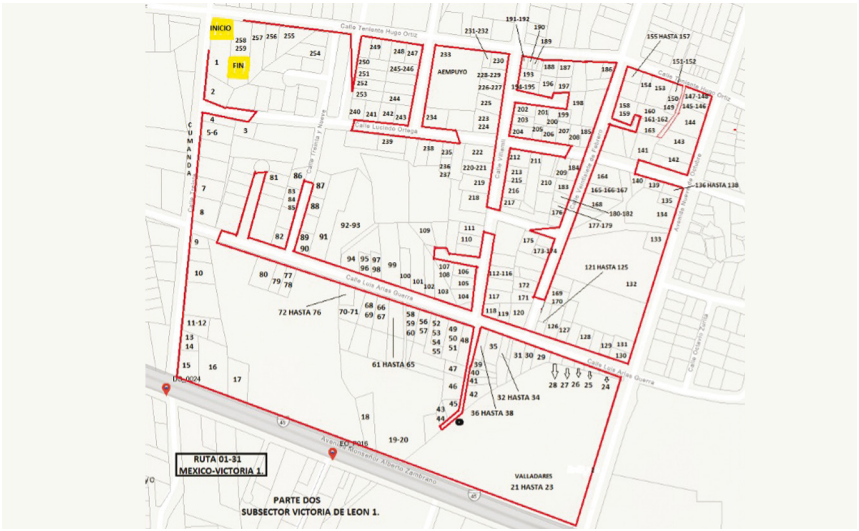
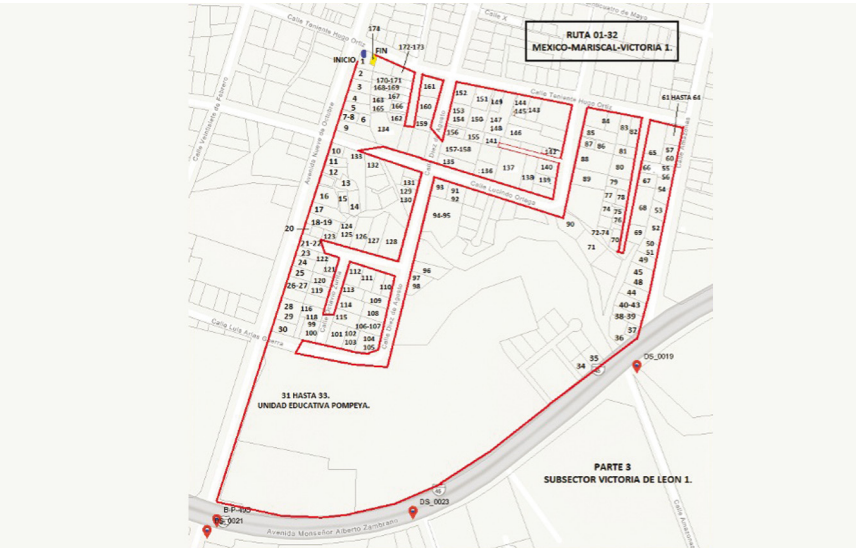


FIGURA 48. RUTAS NUEVAS DE LECTURAS DE MEDIDORES 1-2
FUENTE. EMAPAST EP-DIRECCIÓN COMERCIAL

RUTA 01-32



RUTA 01-33

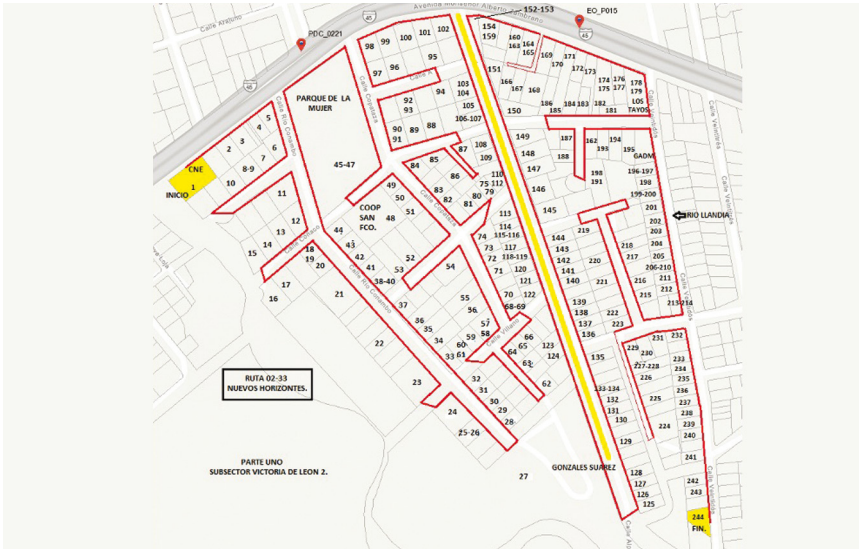
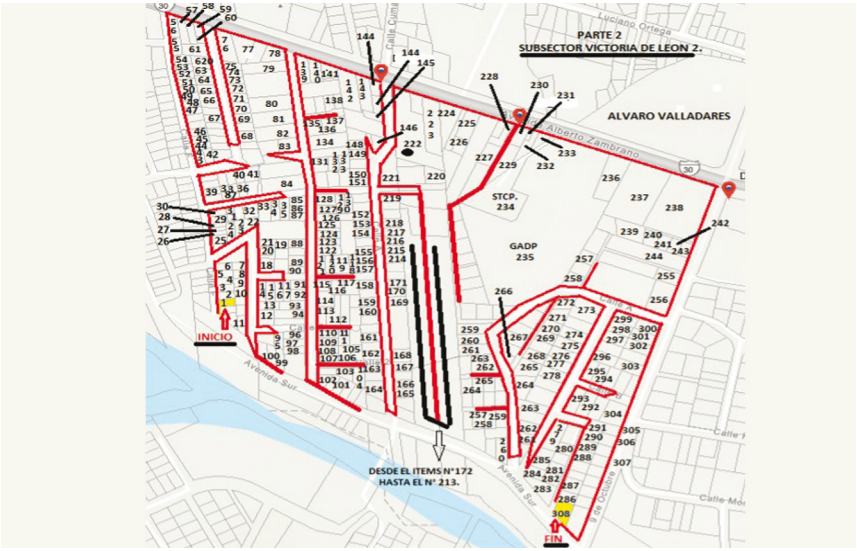


FIGURA 49. RUTAS NUEVAS DE LECTURAS DE MEDIDORES 3-4
FUENTE. EMAPAST EP-DIRECCIÓN COMERCIAL

RUTA 01-34



RUTA 01-35

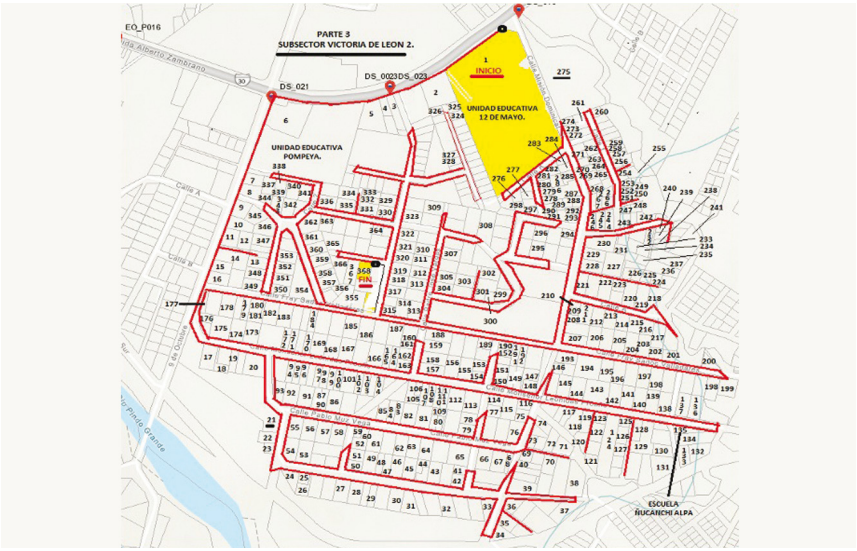


FIGURA 50. RUTAS NUEVAS DE LECTURAS DE MEDIDORES 5-6
FUENTE. EMAPAST EP-DIRECCIÓN COMERCIAL

5.2.5

CÁLCULO DEL ANC

Una vez analizados los consumos facturados y los volúmenes de agua distribuidos, se procedió al cálculo del porcentaje de Agua No Contabilizada (ANC), obteniéndose los siguientes resultados:

V.L 1	N° CUENTAS	CAUDAL FACTURADO (m^3)	CAUDAL DISTRIBUIDO (m^3)	ANC
AGO-24	755	28932,00	29274,60	42,62%
SEPT-24	759	29087,00	48610,42	40,16%
OCT-24	762	32079,00	44852,26	28,48%
NOV-24	762	31220,00	45225,51	30,97%
DIC-24	762	26356,00	41635,71	36,70%
ENE-25	763	35386,00	43211,55	18,11%
FEB-25	764	28426,00	45426,52	37,42%
MAR-25	765	33578,00	51849,16	35,24%
ABR-25	768	32755,00	55239,94	40,70%
MAY-25	777	34168,00	55763,56	38,73%

V.L 2	N° CUENTAS	CAUDAL FACTURADO (m^3)	CAUDAL DISTRIBUIDO (m^3)	ANC
AGO-24	1066	30067,00	29376,90	40,57%
SEPT-24	1066	26679,00	119220,52	77,62%
OCT-24	1073	34475,00	97771,16	64,74%
NOV-24	1073	32342,00	97793,37	66,93%
DIC-24	1073	22915,00	81780,44	71,98%
ENE-25	1074	31340,00	92827,24	66,24%
FEB-25	1074	28639,00	110288,46	74,03%
MAR-25	1074	34249,00	125229,65	72,65%
ABR-25	1078	32615,00	128664,99	74,65%
MAY-25	1096	33182,00	121252,25	72,63%

AGOSTO SE CALCULA SOLO PARA 18 DIAS

TABLA 1. NÚMERO DE CUENTAS, CAUDALES FACTURADOS Y DISTRIBUIDOS 2025
FUENTE. EMAPAST EP

5.2.5.1. CATASTRO DE MICROMEDIDORES

EMAPAST EP realizó el levantamiento de información en campo, georreferenciando cada uno de los micromedidores del sector Victoria de León 1. Además, se actualizó la información de los consumidores, conforme al siguiente cuadro del **Anexo 3.**

Tras el análisis de la información recopilada por los micromedidores del sector Victoria de León 1, se coordinó la ejecución de pruebas de verificación utilizando el banco de pruebas donado por JICA. Para ello, se seleccionó una muestra representativa equivalente al 10 % de los medidores instalados en dicho sector. Los resultados revelaron que el 80 % de los dispositivos presentaban errores de medición, lo que generaba problemas de submedición. Adicionalmente, se determinó que estos equipos habían superado su vida útil operativa

FIGURA 51. VERIFICACIÓN CON EL BANCO DE MEDIDORES
FUENTE. EMAPAST EP

Con base en el análisis realizado por el área comercial, se identificó la necesidad de reemplazar un total de 560 micromedidores de ½ pulgada, 16 de ¾ pulgada y un macromedidor de 2 pulgadas en el sector Victoria de León 1.

Como parte del programa de fortalecimiento de la gestión del agua no contabilizada, la agencia JICA donó a EMAPAST EP un total de 405 micromedidores de ½ pulgada, los cuales fueron entregados el 2025.

FIGURA 52. DONACIÓN DE LOS MICROMEDIDORES POR PARTE DE JICA
FUENTE. EMAPAST EP

EMAPAST EP inició el proceso de contratación del servicio de mano de obra para la instalación de los medidores donados por la agencia JICA, así como para el reemplazo de 150 medidores adicionales. Esta intervención tiene como objetivo lograr el 100 % de renovación de la micromedición requerida en el sector Victoria de León 1.

A partir del año 2025, se prevé una reducción progresiva del índice de Agua No Contabilizada (ANC), como resultado del programa de reemplazo de medidores que han cumplido su vida útil. Esta acción está orientada a corregir las deficiencias asociadas a la submedición, las cuales se clasifican como pérdidas de tipo comercial dentro del sistema de gestión del servicio de agua potable.

5.2.5.2. CATASTRO DE REDES DE AGUA POTABLE

EMAPAST EP inició el proceso de actualización del catastro técnico de redes de distribución, mediante el levantamiento georreferenciado de infraestructura hidráulica, incluyendo la clasificación de tuberías por diámetro nominal (DN), la identificación de válvulas de seccionamiento, hidrantes y bocas de incendio operativas en cada sector. Con base en el diagnóstico hidráulico de la red, se ejecutaron diversas intervenciones orientadas a optimizar el desempeño del sistema de distribución y corregir condiciones puntuales de baja presión. Entre las principales actividades técnicas realizadas se destacan:

- **Verificación operativa de válvulas de seccionamiento internas:**

  Se inspeccionaron las válvulas del sistema para garantizar su apertura total (100%), condición necesaria para mantener un régimen de caudal adecuado. Durante esta revisión se detectó una válvula cerrada en la calle Bobonaza, la cual estaba generando pérdidas de carga excesivas y baja presión en el área. Una vez identificada, se procedió a su apertura, normalizando las condiciones del servicio.

- **Interconexión de redes en puntos ciegos:**

  Se ejecutaron empalmes hidráulicos en tramos de red que funcionaban como extremos sin salida (puntos muertos), mejorando la continuidad hidráulica y reduciendo pérdidas de carga localizadas.

- **Rehabilitación de hidrantes y bocas de incendio:**

  La sectorización hidráulica permitió establecer un sistema de gestión y mantenimiento más eficiente de estos elementos críticos, posibilitando intervenciones preventivas y correctivas de forma oportuna.

- **Ampliación de la red de distribución:**

  Se llevaron a cabo extensiones de red para cerrar anillos hidráulicos, incrementar la redundancia operativa y mejorar la continuidad del servicio en zonas con suministro intermitente.

Con la implementación de la sectorización hidráulica en los sectores Victoria de León 1 y 2, se ha establecido un monitoreo sistemático de presión estática y dinámica, evidenciándose mejoras significativas.

En Victoria de León 1, se registró un aumento promedio de presión entre 5 y 10 PSI respecto a los valores anteriores a la intervención.

Los rangos de presión actualmente registrados en los sectores son los siguientes:

Victoria de León 1:
Entre 20 y 35 PSI.

Victoria de León 2:
Entre 25 y 40 PSI.**

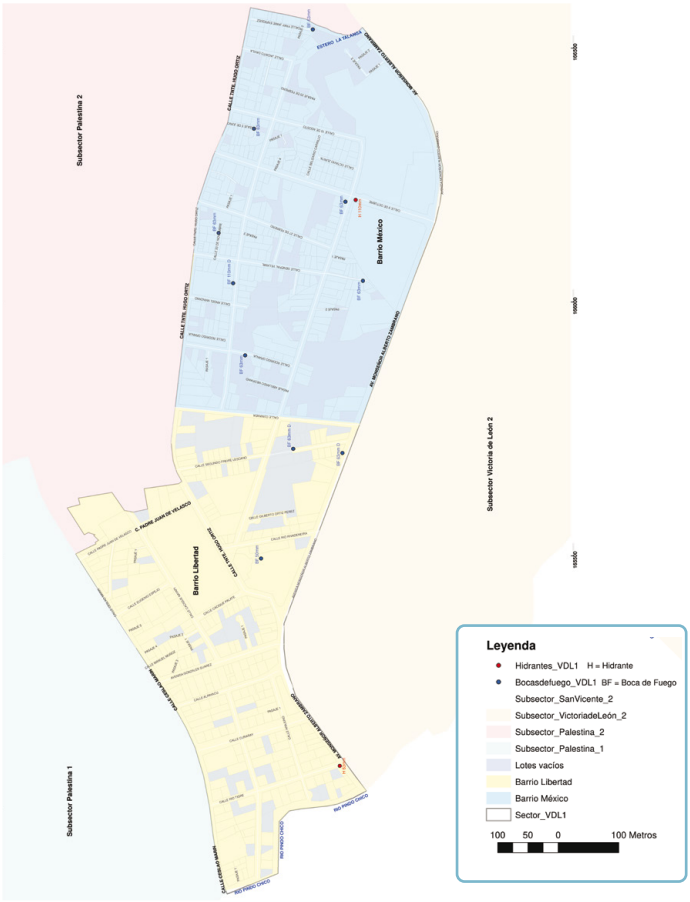


FIGURA 53. UBICACIÓN DE LOS HIDRANTES VICTORIA DE LEÓN 1
FUENTE. EMAPAST EP

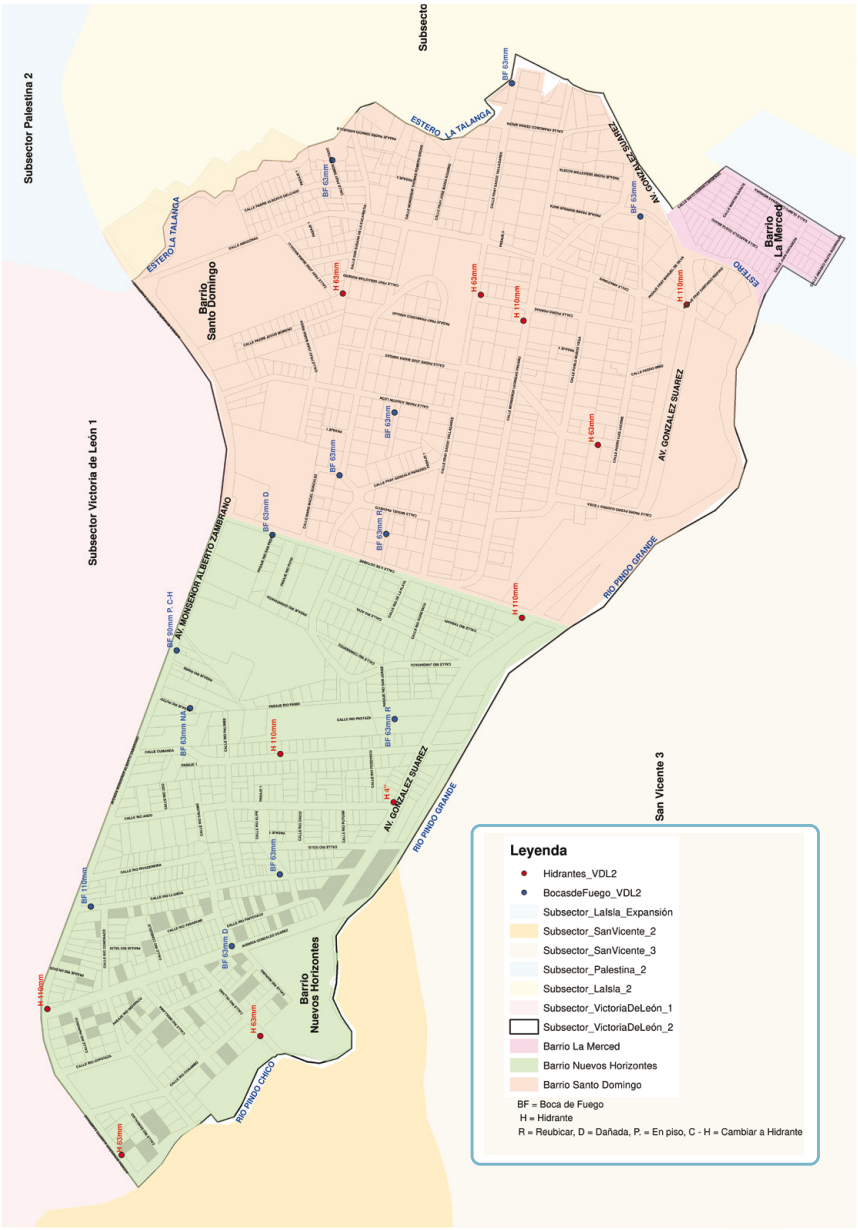


FIGURA 54. UBICACIÓN DE LOS HIDRANTES VICTORIA DE LEÓN 2
FUENTE. EMAPAST EP

5.2.5.3. HERMETICIDAD DEL SECTOR

El 2025 atendiendo las recomendaciones recibidas durante la capacitación impartida por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), se iniciaron los trabajos de verificación de la hermeticidad en el sector. Las principales actividades realizadas incluyen Inspección acústica utilizando la varilla acústica donada por JICA, con el objetivo de detectar y confirmar la ausencia de fugas en las válvulas que delimitan los sectores Victoria de León 1 y Victoria de León 2.

FIGURA 55. INSPECCIONES ACÚSTICAS PARA LA HERMETICIDAD DEL SUBSECTOR
FUENTE. EMAPAST EP

Durante una jornada nocturna, se planificará realizar una reducción controlada y regulada de la presión hidráulica en los sectores Victoria de León 1 y Victoria de León 2, seguida de la toma de mediciones diferenciales de presión en las acometidas domiciliarias localizadas en la periferia del área de estudio. La comparación analítica de los perfiles de presión registrados permitirá identificar variaciones significativas entre ambos sectores, facilitando la validación de la hermeticidad del sistema en los puntos críticos inspeccionados.

5.2.5.4. COMITÉ DE AGUA NO CONTABILIZADA

Mediante RESOLUCIÓN No. EMAPAST EP-CCANC-2024, se crea el Comité de Agua No Contabilizada de EMAPAST EP como un órgano consultivo, de coordinación y cooperación institucional con la Gerencia General.

> En caso de ascenso temporal a cargos directivos, los miembros técnicos podrán ser reemplazados por otros servidores de carrera que cumplan con los requisitos de formación ARCA/JICA.

Se incluirá puntualmente a un servidor del área de Tecnologías de la Información cuando se requiera soporte técnico específico, sin necesidad de que forme parte del programa de capacitación.

El Asesor Jurídico podrá participar puntualmente cuando se requiera apoyo legal.

Los reemplazos por ausencia definitiva o licencia deberán cumplir con el perfil técnico exigido (formación en programas ARCA/JICA).

FIGURA 56. COMITÉ DEL ANC
FUENTE. EMAPAST EP

El Comité de Agua No Contabilizada de EMAPAST EP tiene como funciones principales:

- Informar al Directorio sobre avances en mitigación de pérdidas y gestión de la red.
- Elaborar, ejecutar y supervisar planes y proyectos para reducir el Agua No Contabilizada (ANC).
- Implementar mejoras tecnológicas e hidráulicas, incluyendo sectorización, macro medición, y renovación de redes.
- Supervisar el mantenimiento de infraestructura de medición y sistemas de telemetría.
- Gestionar información hidráulica, catastro, capacitación, y presupuesto relacionado con ANC.
- Ejecutar detección de fugas, análisis del balance hídrico e indicadores de pérdidas.
- Promover campañas ciudadanas y elaborar normativa técnica en la materia.
- Definir lineamientos para la creación de una unidad permanente de ANC.
- El Comité se reunirá trimestralmente (último lunes de cada trimestre), o de forma anticipada por disposición del Gerente General, cualquier miembro, el ente regulador o el organismo cooperante.

Además, se generarán actas y resoluciones de cada reunión. Se presentarán informes semestrales al Directorio, o cuando lo solicite formalmente una de las partes autorizadas.

Las decisiones del Comité son obligatorias para la ejecución de planes y proyectos relacionados con la reducción del ANC.

El Comité tendrá vigencia indefinida hasta que se cree formalmente la Unidad de Agua No Contabilizada como parte de la estructura orgánica de EMAPAST EP.

5.2.5.5. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES QUE DEBEMOS CONTINUAR

DESDE EL ÁREA COMERCIAL:

- Con el catastro de micromedición actualizado, el área comercial se compromete a mantenerlo permanentemente actualizado. Esto incluye la recopilación y verificación de los contratos de los usuarios, asegurando que el titular registrado corresponda al propietario actual del predio asociado a cada cuenta.
- Se asignará un responsable dentro del área para realizar, el análisis continuo de consumos. Esta persona deberá informar de manera inmediata cualquier hallazgo relevante para la toma de decisiones oportunas.
- Se establecerá un control documentado y sistemático del consumo diario de agua por parte de los tanqueros del Municipio, Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional y la Brigada de Selva Pastaza. Estos registros son fundamentales para el cálculo preciso del Agua No Contabilizada (ANC).
- El personal encargado de la lectura de medidores verificará de forma permanente el tipo de consumo (residencial o comercial), además de registrar el tipo de negocio en Victoria de León 2, facilitando así un análisis detallado de patrones de consumo.

DESDE LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

- Finalizar los trabajos de verificación de hermeticidad del sector.
- Completar el cierre de circuitos internos en el sector Victoria de León 2 para optimizar el comportamiento hidráulico.
- Planificar la subsectorización del sistema para el año 2026, como estrategia avanzada de gestión y optimización del suministro.

- Proceder al cierre total de la válvula límite de sector de 315 mm, acción que permitirá una reducción estimada del 20 % en el Agua No Facturada en Victoria de León 2. Esta válvula ha permanecido parcialmente abierta (15 %) para evitar desabastecimiento en la zona de San Vicente, debido a trabajos de mantenimiento en los filtros.

- Implementar equipos Data Logger para un monitoreo más eficiente y registro automatizado de la información proveniente de los macromedidores.

- Ejecutar un programa de control y regulación de presiones a partir de inicios de 2026, con el fin de garantizar la estabilidad hidráulica y reducir pérdidas.

5.2.5.6. SECTORES RÉPLICA

Como se ha informado previamente, EMAPAST EP ha planificado la división de su sistema de agua potable en 15 sectores. De estos, 2 sectores han sido objeto de un plan piloto en colaboración con JICA, y las acciones desarrolladas en dichos sectores se han replicado en 5 sectores adicionales del sistema San Vicente. Actualmente, se encuentra en ejecución la contratación de la empresa Línea Expresa Constructora para llevar a cabo la sectorización de los sectores Constructora 1 y 2. Asimismo, para la sectorización del sector Palestina, se está iniciando el proceso de contratación correspondiente. De esta manera, al cierre del presente año, se contará con 4 sectores adicionales sectorizados, aplicando los conocimientos y metodologías adquiridos en los 9 sectores ya intervenidos, incluyendo Victoria 1 y Victoria 2.

A continuación, se presenta información relevante de los 5 sectores en los que se ha replicado el modelo de sectorización:

S.V. 1 - SAN VICENTE 1	
NOV-24	72,37%
DIC-24	no-datos
ENE-25	no-datos
FEB-25	no-datos
MAR-25	78,53%
ABR-25	81,36%
MAY-25	79,79%
JUN-25	79,00%
JUL-25	76,03%
AGO-25	80,03%
SEPT-25	92,25%
PROMEDIO	74,81%

S.V. 2- SAN VICENTE 2	
NOV-24	36,13%
DIC-24	79,89%
ENE-25	38,33%
FEB-25	33,62%
MAR-25	25,14%
ABR-25	42,27%
MAY-25	39,50%
JUN-25	25,79%
JUL-25	26,13%
AGO-25	37,66%
SEPT-25	-9,44%
PROMEDIO	34,07%

TABLA 2. CAUDALES FACTURADOS DE LOS SUBSECTORES SAN VICENTE 1 Y 2
FUENTE. EMAPAST EP

S.V. 3 - SAN VICENTE 3	
NOV-24	10,69%
DIC-24	46,53%
ENE-25	44,96%
FEB-25	46,80%
MAR-25	53,83%
ABR-25	54,49%
MAY-25	59,31%
JUN-25	57,52%
JUL-25	61,13%
AGO-25	60,89%
SEPT-25	56,20%
PROMEDIO	50,21%

S.V. 4- SAN VICENTE 4	
NOV-24	79,91%
DIC-24	76,86%
ENE-25	85,16%
FEB-25	83,74%
MAR-25	83,71%
ABR-25	82,71%
MAY-25	85,04%
JUN-25	83,98%
JUL-25	79,83%
AGO-25	80,59%
SEPT-25	76,88%
PROMEDIO	81,87%

ZONA EXP TARQUI	
NOV-24	41,78%
DIC-24	65,36%
ENE-25	69,29%
FEB-25	70,04%
MAR-25	70,42%
ABR-25	60,27%
MAY-25	70,77%
JUN-25	61,44%
JUL-25	65,60%
AGO-25	63,40%
SEPT-25	60,40%
PROMEDIO	60,79%

SV3-SV4-ZONA EXP TARQUI	
NOV-24	44,33%
DIC-24	62,53%
ENE-25	65,87%
FEB-25	66,21%
MAR-25	67,88%
ABR-25	65,13%
MAY-25	70,65%
JUN-25	67,34%
JUL-25	68,14%
AGO-25	67,52%
SEPT-25	63,18%
PROMEDIO	58,27%

TABLA 3. CAUDALES FACTURADOS DE LOS SUBSECTORES SAN VICENTE 3,4 Y TARQUI
FUENTE. EMAPAST EP

5.3
ESTUDIOS DE CASO NACIONAL: RIOBAMBA-EP

La eficiencia en la gestión del recurso hídrico evalúa el uso físico del agua que se incorpora a un sistema de distribución de agua potable. Se entiende por utilizado cuando su destino final se ubica en un lugar de consumo específico; no obstante, los desbordamientos de reservas, fugas visibles y no visibles, consumos no permitidos, usos operativos, entre otros, no se toman en cuenta. Los indicadores clave de rendimiento en la administración comercial y operativa de las empresas que gestionan el servicio de agua potable, representan el trabajo de los proveedores del servicio y, por ende, constituyen un componente esencial en la planificación del operador del servicio para optimizar la utilización de los recursos existentes.

La administración integrada en la provisión de servicios está vinculada con la eficiencia en los sistemas de agua potable y alcantarillado a través de tres escenarios de acción: la ingeniería del sistema, la venta del servicio y el crecimiento institucional del operador, por ello, es fundamental tener una visión global y un correcto funcionamiento e intercambio entre las distintas áreas de la empresa, lo que resulta esencial para el éxito de la gestión.

Enfocarse en la utilización adecuada del agua, reducir las pérdidas y aumentar la satisfacción de los usuarios es la prioridad y compromiso de las compañías de servicio que se adhieren a los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas. De esta manera, los proyectos orientados al uso eficaz

del agua obtienen el estatus de prioridad y se incorporan en los planes de planificación de las empresas.

RIOBAMBA-EP se consolida como la entidad responsable de la gestión integral de los servicios básicos, entre los cuales se incluye la prestación y administración del servicio de agua potable, cuyo principal indicador de eficiencia en la administración operativa y comercial refleja su función como proveedora del servicio. Por lo tanto, es un elemento esencial en la planificación el uso apropiado de los recursos existentes.

En el marco del proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la reducción del ANC, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en el Ecuador y la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), firmaron el 24 de octubre de 2022 el Registro de Discusiones denominado "Fortalecimiento de la Capacidad para la gestión de Agua No Contabilizada"; a través de este proyecto, estratégicamente se considera a RIOBAMBA-EP como empresa piloto.

FIGURA 57. TRANSFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL AGUA CON JICA-ARCA
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.1

PRINCIPIOS DE GESTIÓN JICA

Los principios de gestión de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA, se enfocan en la implementación de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible, poniendo énfasis en la cooperación, la sostenibilidad y la eficiencia.

La Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA opera bajo la política de asistencia del gobierno japonés empleando un enfoque extenso que abarca la colaboración técnica, los créditos AOD y la colaboración financiera no reembolsable.

FIGURA 58. PRINCIPIOS DE GESTIÓN JICA
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2

METODOLOGÍA

El diagnóstico lleva a cabo una evaluación de las bases de datos de los catastros técnico y comercial, los registros de los volúmenes de agua producida y facturada en el sistema, así como los informes de gestión de la infraestructura.

El análisis de las pérdidas de agua potable inició con estimaciones confiables que facilitaron la búsqueda de medidas que posibilitaron establecer las bases para un plan de acción en la disminución de pérdidas de agua, tomando en cuenta que la ruta más adecuada para la puesta en marcha de estas estrategias y actividades comenzaron con la elección del área piloto para la evaluación de las pérdidas, en este caso es el sector Y-2 de la red de distribución de agua potable Yaruquíes. Para ello, se consideraron las experiencias y resultados obtenidos a través del Programa de Formación de Terceros Países (TCTP) en el marco del proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad para la gestión de Agua No Contabilizada" desarrollado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en el Ecuador y la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA).

PONENCIA	TEMAS TRANSMITIDOS	TEMAS QUE PUEDAN SER APLICADOS
PROGRAMA CORPORATIVO DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE SABESP	Estructura organizacional y planificación estratégica	Establecer normas, princípios y procedimentos que regulen la estructura y funcionamento de RIOBAMBA-EP enfocados en la responsabilidad, independencia, transparencia e igualdad
PÉRDIDAS EN CONTEXTO REGULATORIO	Modelos y normas de regulación aplicados en los servicios públicos de agua potable y alcantarillado	Control del cumplimiento de las obligaciones del prestador de servicio de agua potable y alcantarillado mediante indicadores de gestión
GESTIÓN DE MATERIALES EN REDES DE AGUA POTABLE	Modelo de gestión para determinar el tipo de material para las redes y conexiones domiciliarias de agua potable orientados en la realización de planes de sostenibilidad de los proyectos de agua potable a largo plazo	Previo a la ejecución de proyectos de agua potable se debe verificar las condiciones y tipo de material a utilizarse en condiciones de accesibilidad para el usuario y rentabilidad para la empresa

PONENCIA	TEMAS TRANSMITIDOS	TEMAS QUE PUEDAN SER APLICADOS
CAPACITACIÓN Y CALIFICACIÓN DE PERSONAL	Personal altamente calificado y certificado para el desempeño y rol del puesto solicitado en la empresa	Personal calificado y capacitado en función del puesto de trabajo, inversión para capacitación del personal
PROGRAMA CORPORATIVO DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS	Estructura organizacional y planificación estratégica	Establecer normas, princípios y procedimentos que regulen la estructura y funcionamento de RIOBAMBA-EP enfocados en la responsabilidad, independencia, transparencia e igualdad
DETECCIÓN DE FUGAS	Control y búsqueda sistemática de fugas no visibles, tiempo de respuesta y manejo integral de equipos	Plan de acción para combate de pérdidas de agua potable y adquisición de equipos
COMBATE A PÉRDIDAS COMERCIALES	Acciones y estrategias en el sistema comercial, perfil de usuario	Implementación de procesos para gestión comercial, estructura tarifaria
VISITA TÉCNICA - SISTEMA CANTAREIRA	Procedimiento de ensayos, implementación de tecnología y selección de medidores, control de calidad	Gestión para el parque de medidores
CONTROL EN LA INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	Control en la instalación de conexiones domiciliarias y selección del tipo de medidores	Manejo y selección integral del tipo de medidor, gestión de recursos y perfil de usuario
GESTIÓN DE MEDICIÓN	Tipos, ensayos y selección de medidores para usuarios del sistema de agua potable	Determinación de perfiles de consumo, calidad de agua para selección del medidor

TABLA 4. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN TERCER PAÍS SABESP
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2.1. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE YARUQUÍES

La red de distribución de agua potable denominada Yaruquíes se abastece directamente desde la planta de tratamiento y tanque de reserva propios del sector, los cuales reciben el caudal aproximado de 15,20 l/s bombeados del pozo denominado El Estadio funcionando como un sistema independiente. A partir del bombeo del pozo El Estadio por medio de la línea de conducción, el caudal producido llega al tanque de reserva para posterior distribución a los sectores correspondientes de la red de distribución de agua potable Yaruquíes.

El sistema de agua potable de Yaruquíes incluye dos tanques de 1000 m^3 y 250m^3 los cuales se alimentan del caudal bombeado desde el pozo El Estadio, para posteriormente ser distribuida a la red.

El tratamiento que se realiza únicamente es la cloración como desinfección.

RED DE DISTRIBUCIÓN	RED YARUQUÍES
ÁREA DE LA RED (HA)	458,05
SECTORES	7
TIPO DE MATERIAL TUBERÍA	PVC
LONGITUD (KM)	29,05
DIÁMETROS	63 a 250 mm
ABASTECIMIENTO CONTINUO	24 horas

TABLA 5. RED DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE SERVICIO
FUENTE. RIOBAMBA EP-DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE OPERACIONES

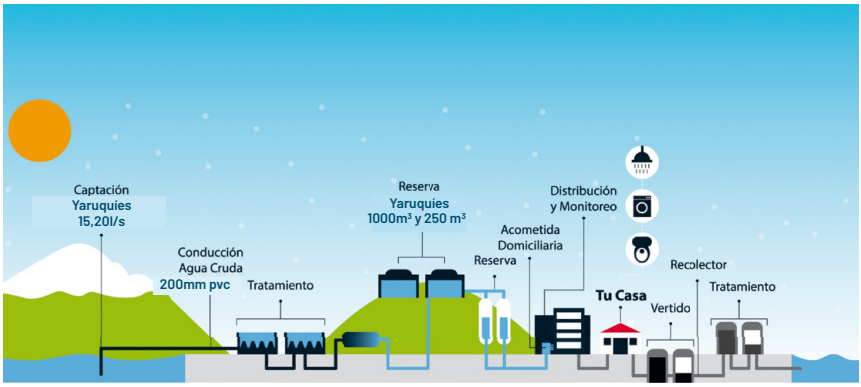


FIGURA 59. CADENA DE VALOR DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE YARUQUÍES
FUENTE. RIOBAMBA EP

La tipología de la red de distribución de Yaruquíes establece el límite físico del área de servicio. Desde ahí, la red se divide en varios subsectores independientes, que son alimentados de un subsector colindante, mediante puntos de alimentación regulados por válvulas de compuerta. Estas subdivisiones de las redes de distribución tienen como objetivo funcionar la red de distribución de acuerdo a los diseños sin que exista una disminución de la calidad de servicio en términos de presiones, y promueven actividades de operación, mantenimiento y gestión de pérdidas físicas y comerciales.

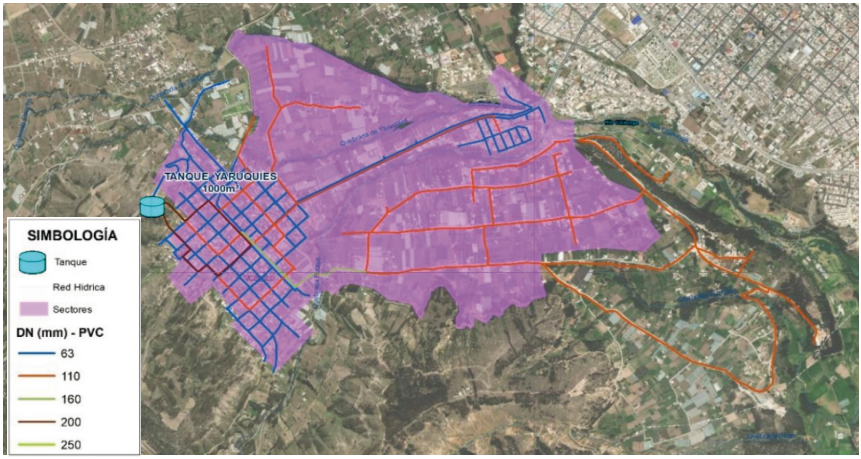


FIGURA 60. ÁREA DE SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE YARUQUÍES
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2.2. AGUA NO CONTABILIZADA DEL SISTEMA DE YARUQUÍES

En los estudios del Plan Maestro (2008-2009), se calculó que el índice de agua no contabilizada se situaba cerca del 62%; no obstante, tras la implementación de los proyectos establecidos en la primera fase del Plan Maestro y las acciones tomadas a través de la primera fase del plan de reducción y control de pérdidas de RIOBAMBA-EP, se concluye que el índice de pérdidas en el sistema de agua potable de Yaruquíes se ha reducido del 49,50% al 35% desde el año 2015 al 2024, información proporcionada por parte de la Unidad de Gestión de Control de Pérdidas.

Es crucial destacar que la información de macromedición para la estimación de la producción se derivaba de mediciones esporádicas que se llevan a cabo de forma ocasional mediante un medidor portátil de flujo de ultrasónico.

La tabla siguiente muestra la evolución de los valores de IANC obtenidos:

ITEM	AÑO	Mes	Red Yaruquies IANC (%)
1	2017	enero-diciembre	46,78
2	2018	enero-diciembre	41,68
3	2019	enero-diciembre	42,57
4	2020	enero-diciembre	35,18
5	2021	enero-diciembre	33,13
8	2022	enero-diciembre	35
9	2023	enero-diciembre	35
10	2024	enero-diciembre	35

TABLA 6. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA (IANC) 2017-2024
FUENTE. RIOBAMBA EP - UNIDAD DE GESTIÓN DE CONTROL DE PÉRDIDAS

Además, se estima que **7341 usuarios** se registran en la red de Yaruquíes para la distribución de agua potable.

5.3.2.3. PROYECTO PILOTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD ANC

Uno de los objetivos de las empresas prestadoras del servicio de agua potable debe ser disminuir el índice de agua no contabilizada, lo cual conduce a una eficiencia económica y a un nivel de servicio superior para los usuarios.

Previo a elaborar una estrategia para disminuir las pérdidas de agua, se necesita identificar dos atributos del sistema de agua potable para llevar a cabo un exitoso programa de disminución de pérdidas conociendo la situación actual y el nivel económico previsto. Por lo tanto, es necesario entender y evaluar la situación actual estableciendo un método de diagnóstico antes de poder elaborar una estrategia apropiada de minimizar las pérdidas de agua, considerando lo siguiente:

- ¿Conocemos nuestro sistema de agua potable?
- ¿Cuánto es el volumen de agua potable que se pierde?
- ¿En qué sector se pierde?
- ¿Cómo determinar el agua no contabilizada?
- ¿Por qué se pierde agua?

Los criterios de selección del sector piloto se basaron en la recopilación y el análisis de la información obtenida tanto catastral como operativa en cuanto a la sectorización de la red, lo cual permitió identificar que en el sector Y-2 de distribución de agua potable del sistema de Yaruquíes se puede implementar acciones y estrategias de control de pérdidas con mayor potencial de éxito.

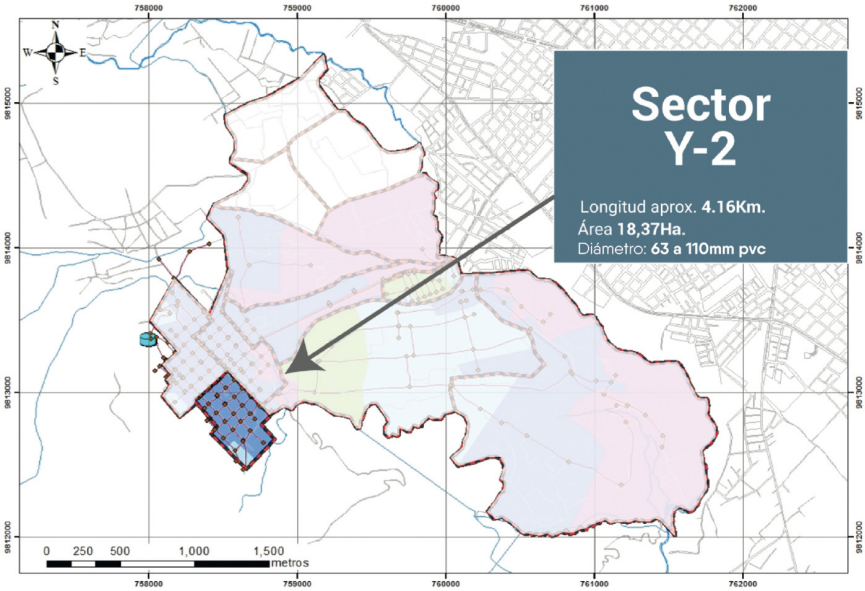


FIGURA 61. ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE YARUQUÍES SECTOR Y-2
FUENTE. RIOBAMBA EP

Las actividades de campo e inspecciones realizadas en el lugar permitieron establecer que la red de distribución de agua potable del sector Y-2 se encuentra mallada, zonificada y sectorizada. Asimismo, se identificó las válvulas existentes en la red de distribución y se situó el estado de operación de las válvulas de frontera y abastecimiento correspondiente al sector hidráulico.

La verificación de la hermeticidad del sector Y-2 se llevó a cabo a través de una prueba de "cero presión" (ZPT por sus siglas en inglés de Zero Pressure Test), la cual implicó cerrar (por breves intervalos de tiempo) las válvulas de suministro del sector hidráulico y las válvulas frontales para comprobar si la presión interna del sector hidráulico se reduce a cero y la comprobación del estado operativo de las válvulas implicó la apertura y cierre de estas, empleando una llave para verificar su correcta operación. Al concluir la actividad, se identificaron en campo las válvulas localizadas.

FIGURA 62. SECTOR Y-2 DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN YARUQUÍES _PUNTOS DE ALIMENTACIÓN
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2.4. MEDICIÓN DE CAUDAL Y BARRIDO DE PRESIÓN SECTOR PILOTO

Las acciones desarrolladas se constituyen en el principal instrumento del plan de acción, y depende de la participación activa y corresponsabilidad de todos los actores responsables de los componentes que permiten avanzar progresivamente en el cumplimiento de las actividades.

Un análisis del comportamiento de la red sugiere que la presión máxima correspondiente al nivel estático no debe superar los 60 mca (evitando perturbaciones en la red y acometidas domiciliarias), y la presión mínima dinámica en ambos extremos de la red no debe ser inferior de 15 mca cuando el caudal de diseño está circulando (caudal máximo por hora).

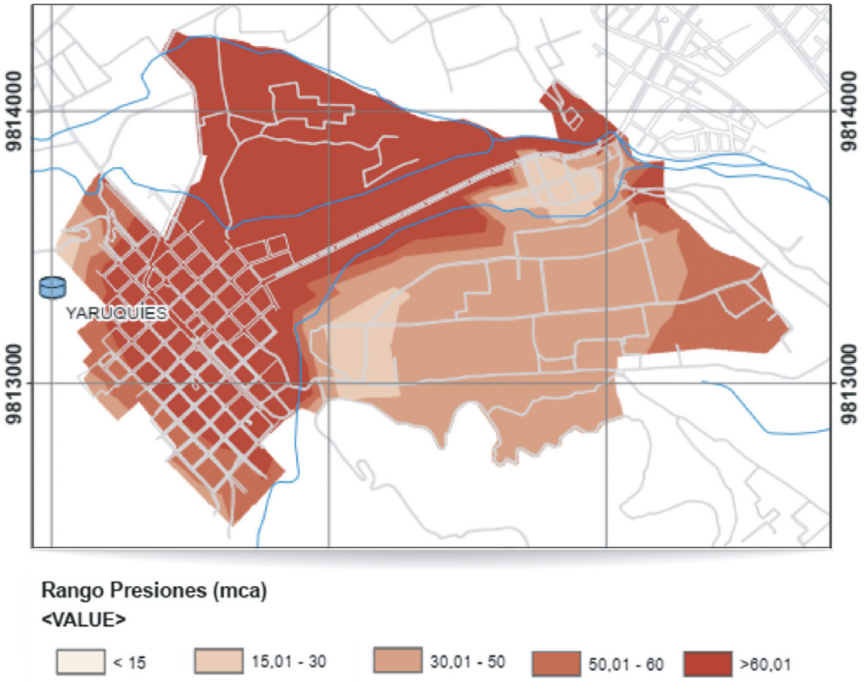


FIGURA 63. MAPA DE PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS SISTEMA DE AGUA POTABLE YARUQUÍES
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2.5. CATASTRO DE USUARIOS DEL SECTOR Y-2

Con base en los datos de facturación proporcionados por la Dirección de Gestión Comercial de RIOBAMBA-EP, se detalla el número de usuarios y el consumo por cada categoría establecida en RIOBAMBA-EP, datos válidos hasta el 2025.

CATEGORÍA	Número de Usuarios	% de abonados
Residencial	262	98,86
No residencial	2	0,76
Solo alcantarillado	1	0,38
Total	**265**	**100**

TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE CONSUMOS Y NÚMERO DE USUARIOS
FUENTE. RIOBAMBA EP-DIRECCIÓN GESTIÓN COMERCIAL

Con los datos establecidos en el diagnóstico de la línea base del sector Y-2 de la red de distribución de agua potable Yaruquíes, de la fase 1 del plan de acción se registró 251 usuarios, no obstante, basándonos en información proporcionada por la Dirección de Gestión Comercial de RIOBAMBA-EP se verifica un crecimiento de nuevas conexiones al año 2025 con un total de 14 conexiones domiciliarias, dando un total de 265 usuarios.

Asimismo, conforme a la información proporcionada por la Dirección de Gestión Comercial de RIOBAMBA-EP, en el sistema informático de la empresa no se registra reclamos tarifarios del sector Y-2 de distribución de agua potable del sistema de Yaruquíes.

5.3.2.6. VIDA ÚTIL Y TOMA DE MUESTRAS PARA ENSAYOS DE MEDIDORES

El medidor muestra el consumo de agua potable por hogar, sin embargo, dependiendo del tiempo de vida útil, puede registrar variaciones que afectan al usuario. Como resultado, la empresa desarrolló un plan para reemplazar equipos que tienen más de una década desde su instalación.

También es importante mencionar que en el sector Y-2 de la red de agua potable Yaruquíes, se verifica medidores de caudal velocimétrico chorro múltiple de diferentes marcas. El principio de medición de este tipo de medidor es que la velocidad de rotación de la turbina es proporcional al caudal. En otras palabras, el número de revoluciones depende directamente de la velocidad a la que fluye el agua a través de una sección y un segmento determinados.

De ahí se tomaron y analizaron en laboratorio diez muestras aleatorias de medidores instalados en el sector Y-2; en el registro de datos se indican los números de medidor y la lectura en m^3. Estos medidores representativos son sometidos a las pruebas según la Norma Internacional ISO 4064-2:2014. Realizados los ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Medidores de la Pradera en INTERAGUA-VEOLIA, los resultados indican que, de las diez muestras tomadas cinco medidores presentan errores de medición:

ÍTEM	Número de medidor	Resultados	Q4	Q3	Q2	Q1
		Q (l/h)	3125	2500	50	31,3
1	001	Error (%)	-5,06	-5,34	-1,2	-3,1
2	002		-2,68	-2,92	-0,7	-1,6
3	003		-2,71	-2,94	-0,4	-1,1
4	004		-4,45	-4,63	-0,9	0,5
5	005		0,15	-1,67	3,19	3,1
6	006		-4,55	-4,61	-0,6	-2,3
7	007		-4,29	-4,49	-5,2	-14,09
8	008		-3,31	-3,46	-0,8	-2,7
9	009		-2,26	-2,36	-0,3	-1,9
10	010		-2,78	-2,67	-2,9	-10,59

TABLA 8. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MEDIDORES
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.2.7. AGUA NO CONTABILIZADA SECTOR Y-2

En la siguiente tabla se muestra el resumen del índice de pérdida obtenido durante el monitoreo del caudal en el sector piloto, la cual se realizó de forma esporádica. El índice de agua no contabilizada del sector Y-2 IANC, se obtuvo mediante la información recogida en relación con la cantidad de usuarios, consumos facturados y volúmenes de agua producidos registrados.

Descripción	Registro volumétrico [m^3]
Lectura anterior	4582.19
Lectura actual	10869.3
Consumido	6287.11
Facturado	4360
IANC	30.65%

TABLA 9. REGISTRO VOLUMÉTRICO
FUENTE. UNIDAD DE GESTIÓN DE CONTROL DE PÉRDIDAS RIOBAMBA EP

5.3.2.8. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PLAN PILOTO SECTOR Y-2

Con los resultados de la línea base del sector Y-2, se estimó que RIOBAMBA-EP necesita realizar algunas acciones para optimizar la gestión técnica y comercial del servicio de agua potable a través de un plan de acción, lo cual permitió establecer procesos sustanciales desde la captación de agua cruda, pasando por el proceso de producción y distribución de agua potable, hasta llegar a la gestión comercial.

FIGURA 64. DESARROLLO DEL PLAN PILOTO SECTOR Y-2.
FUENTE. RIOBAMBA EP

Este plan de acción se estableció de la siguiente forma:

DESDE LA GESTIÓN TÉCNICA

- El sistema de agua potable de Yaruquíes no tiene macro-medición en la captación, conducción y distribución, lo que provoca una sobreestimación del índice de agua contabilizada.
- La ausencia de registros o fichas operativas del sistema de agua potable que facilite la localización o propiedades de los elementos del sistema y los registros de control de válvulas situadas en zonas no almacenadas complica las decisiones de operación.
- Es necesario realizar una revisión del lugar para verificar el estado de la válvula de suministro.
- Se desconoce el rendimiento necesario debido a las pérdidas del sistema, así como la transmisión real y la capacidad de transmisión de la red. En la actualidad, hay válvulas en el puerto de suministro, sin embargo, no hay un registro claro de su funcionamiento, hermeticidad y perfil de operación.

- Se necesitan sistemas de telemetría y control remoto para la gestión centralizada de estaciones remotas situadas a lo largo del sistema de suministro de agua potable que alimenta la red Yaruquíes, con el fin de optimizar el equilibrio de distribución y técnicas para regular los niveles de los depósitos para evitar el desbordamiento.
- Además, es necesario supervisar el caudal de agua y la presión aplicada al sector Y-2.

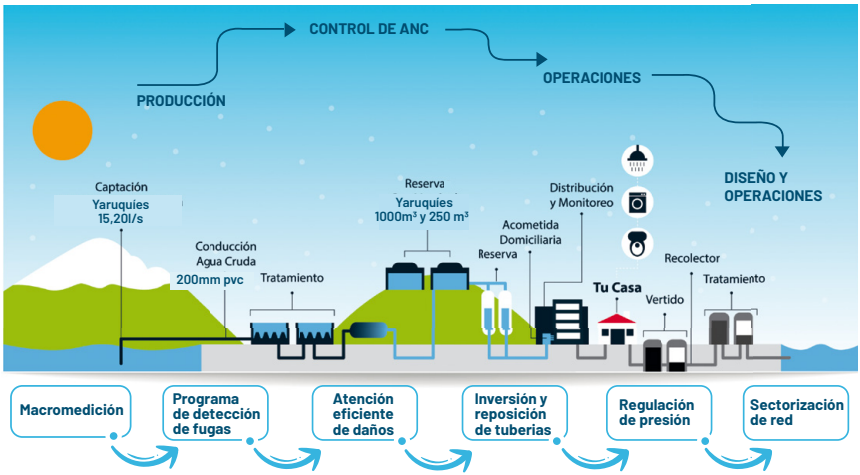


FIGURA 65. ACCIONES PARA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS
FUENTE. RIOBAMBA EP

DESDE LA GESTIÓN COMERCIAL

- Es esencial la correcta configuración, supervisión y administración de los registros de usuarios para asegurar la solidez técnica y financiera, que resulta esencial para el incremento de la facturación, la recuperación del control y la transformación en la recaudación.
- No hay un sistema de gestión de documentos que valide el procedimiento o garantice la actualización y conservación constante de los registros de los usuarios.
- Con micromedidores de variados rangos, tecnologías y años de uso, no hay un plan de conservación de medidores que posibilite tomar

medidas inmediatas para prevenir la subestimación de las pérdidas y los perfiles de consumo de las poblaciones o las demandas de los equipos. No hay investigaciones vinculadas, ni tampoco datos o referencias precisas sobre el verdadero impacto de las pérdidas comerciales en el equilibrio hídrico de la red.

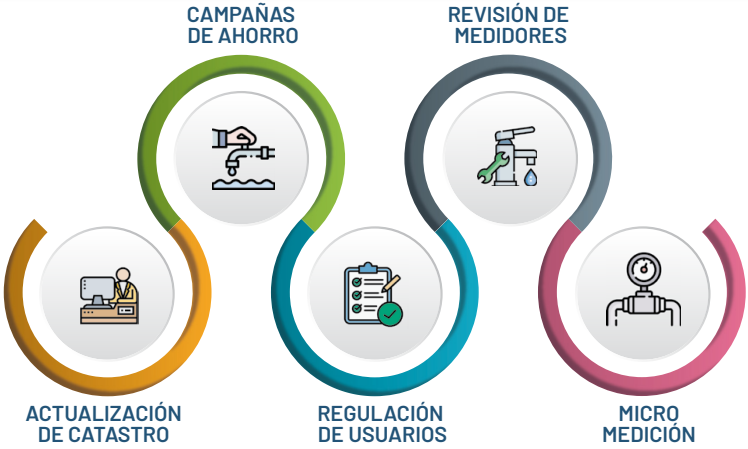


FIGURA 66. ACCIONES PARA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES
FUENTE. RIOBAMBA EP

La caracterización y estructuración del plan piloto ayudó de forma determinante a alcanzar las metas estratégicas de la empresa y se ajusta a los estándares fijados por la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), obteniéndose los siguientes resultados:

DESCRIPCIÓN	SECTOR Y-2	UNIDAD
Usuarios	265	
Caudal entregado	2,63	l/s
Caudal medio facturado	1,82	l/s
Población	1032	hab
Datación Bruta	220,186	l/hab/día
Dotación neta	152,3721	l/hab/día
IANC	30,78	%

TABLA 10. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA CON MEDICIÓN SECTOR Y-2.
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.3

COOPERACIÓN FINANCIERA NO REEMBOLSABLE

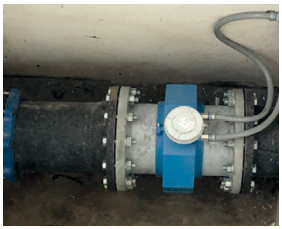
PLAN DE ACCIÓN SECTOR Y-2

FASE 1: 2024 **MONTO: $31 742,00**

Instalación de dispositivos de medición que posibilitan la medición del volumen de agua tratada y distribuida

Reserva Yaruquíes macromedidor electromagnético y datalogger

PANEL DE CONTROL



MACROMEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO

NIVEL DE TANQUE

Sector Y-2 (proyecto piloto) macromedidor ultrasónico y panel energizador

MACROMEDIDOR ULTRASÓNICO

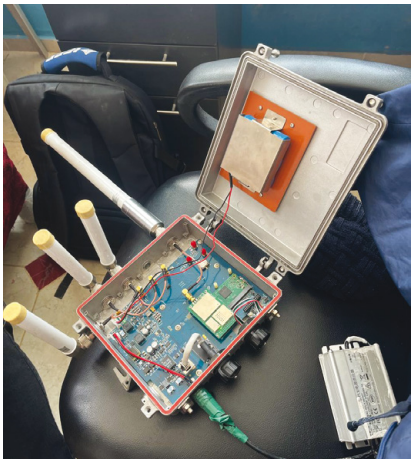
INSTALACIÓN DENTRO DE LA CÁMARA

PANEL ENERGIZADOR DEL MACROMEDIDOR ULTRASÓNICO

PLAN DE ACCIÓN SECTOR Y-2

FASE 2: 2025 **MONTO: $14 310,00**

Instalación de 265 micromedidores ultrasónicos en las acometidas domiciliarias para muestreo del sector Y-2 de la red de agua potable de Yaruquíes donados por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). La instalación de estos medidores permitirá mejorar los índices de agua facturada y a la vez mitigará las pérdidas generadas por la ineficiencia del instrumento de medición, lo cual va con el uso de la tecnología LORA-WAN



5.3.3.1. COOPERACIÓN JICA

RESPONSABLES DEL PROYECTO:

Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en el Ecuador y la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA)

RESULTADOS EN RIOBAMBA-EP:

- 5 Capacitaciones internacionales en Perú y Brasil en los años 2022, 2023 y 2024. Aproximadamente 4 personas.
- 5 Capacitaciones nacionales 2023, 2024 y 2025, aproximadamente 4 participantes.
- Donación de equipos para macromedición y micromedición.
- Mientras dure el proyecto JICA y RIOBAMBA-EP acuerdan la custodia y responsabilidad del suso de equipos para detección de fugas, registro de datos, banco de pruebas.
- Ejecución de 3 Comités de Coordinación Conjunta.
- Acompañamiento técnico de un experto brasileño de la Compañía de Saneamiento Básico del Estado de Sao Paulo-Brasil SABESP, quien compartió su experiencia, retroalimentación y comentarios durante su visita al sector Y-2 de la red de distribución de agua potable Yaruquíes, como proyecto piloto en RIOBAMBA-EP.

PERSONAL VINCULADO AL PLAN DE ACCIÓN:

Los representantes de RIOBAMBA-EP partícipes activos en lo requerido por JICA son las siguientes personas:

Ing. Otto Merino – Jefe de Control de Pérdidas

Ing. Yadyra León Encalada - Técnica de Ingeniería

Ing. Diego Samaniego – Técnico de Control de Pérdidas

Ing. Vladimir Velasteguí- Técnico de Operaciones

Ing. Andrea Ibujés– Técnica de Control de Pérdidas

TABLA 11 RESULTADOS DE COOPERACIÓN JICA
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.3.2. LECCIONES APRENDIDAS

Históricamente, JICA ha estado estrechamente relacionado con brindar ayuda a través de proyectos de cooperación internacional. La iniciativa prioriza temáticas clave para el fortalecimiento de la capacidad para la gestión de agua no contabilizada en RIOBAMBA-EP, como la gestión integral del recurso hídrico, planes de acción, capacitaciones en terceros países y donación de equipos a empresas piloto.

Con la información proporcionada en el análisis de la línea base del sector Y-2 de la red de distribución de agua potable de Yaruquíes, se señala que RIOBAMBA-EP necesitaba realizar algunas acciones para optimizar la gestión técnica y comercial del servicio de agua potable, por lo que este plan de acción a corto plazo se establece de la siguiente forma:

Actividad Principal	**Registrar los volúmenes de agua cruda y tratada para el sistema de agua potable de Yaruquíes**
Descripción / Objetivo	Instalar dispositivos de medición para controlar los volúmenes de agua cruda, tratada y distribuida, optimizando la gestión del sistema y reduciendo el Índice de Agua No Contabilizada (ANC).
Cobertura y Localización	7341 usuarios de la red de agua potable de Yaruquíes. Intervención en todo el sistema de producción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
Indicadores de Incidencia	Índice de Agua No Contabilizada.
Actividades Específicas	Instalación del macromedidor en la captación. Instalación del macromedidor a la salida del tanque de reserva.

Actividad Principal	**Complementar el SIG y catastro técnico de la infraestructura de agua potable de Yaruquíes**
Descripción / Objetivo	Actualizar el catastro técnico y el SIG para mejorar el control del sistema, incorporando datos precisos sobre válvulas y planos, con el fin de optimizar la operación y reducir pérdidas de agua.
Cobertura y Localización	7341 usuarios de la red de agua potable de Yaruquíes. Intervención en todo el sistema de producción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
Indicadores de Incidencia	Índice de Agua No Contabilizada.
Actividades Específicas	Elaboración de fichas técnicas de válvulas (coordenadas, diámetro, material, número de vueltas). Verificación de planos as-built y proyectos del sector.

TABLA 12 ACCIONES DE OPTIMIZACIÓN 1
FUENTE. RIOBAMBA EP

Actividad Principal	**Diagnóstico y propuesta estratégica para minimizar la sub-medición, estimar perfiles de consumo y gestionar el parque de medidores**
Descripción / Objetivo	Evaluar el estado de los medidores, determinar causas de submedición y definir estrategias para mejorar la micro-medición y eficiencia de recaudación mediante innovación en el parque de medidores.
Cobertura y Localización	265 usuarios del sector Y-2 (plan piloto) del sistema de agua potable de Yaruquíes.
Indicadores de Incidencia	Índice de Agua No Contabilizada. Cobertura de Micromedición Eficiencia de Recaudación.
Actividades Específicas	Ensayos de medidores en laboratorio. Instalación de micro-medidores digitales en acometidas domiciliarias. Determinación de perfiles de consumo.

Actividad Principal	**Adquisición de válvulas reductoras de presión con accesorios y registradores de datos**
Descripción / Objetivo	Regular presiones y caudales para garantizar una provisión continua y adecuada del agua potable, mejorando la eficiencia hidráulica del sistema.
Cobertura y Localización	7341 usuarios del sistema de agua potable de Yaruquíes. Intervención en todo el sistema.
Indicadores de Incidencia	Índice de Agua No Contabilizada.
Actividades Específicas	Adquisición de válvulas reductoras de presión con data loggers. Instalación de válvulas y accesorios. Replicación de la intervención en otros sectores.

TABLA 13 ACCIONES DE OPTIMIZACIÓN 2
FUENTE. RIOBAMBA EP

5.3.4

CONFORMACIÓN DEL COMITÉ DE AGUA NO CONTABILIZADA

El Comité de Agua no Contabilizada al ser un órgano consultivo de coordinación y cooperación institucional con la Gerencia General para el seguimiento de proyectos y la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de metas del Programa de Agua No Contabilizada, para la reducción de pérdidas, es responsable de prestar apoyo operativo en el análisis y seguimiento de los componentes del programa así como presentar un planteamiento con las actividades específicas como estrategia para que el comité lo analice y proponga las acciones de mejora y con la finalidad de que se planteen recomendaciones de mejora al Programa de ANC ejecutado por la empresa.

Mediante RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 004-EP-EMAPAR-2025, la Empresa Pública Riobamba RIOBAMBA-EP resuelve crear el Comité de Agua No Contabilizada, como un órgano consultivo de coordinación y cooperación institucional con la Gerencia General, para reducir perdidas y optimizar la gestión del recurso hídrico en cumplimiento al Acta de Resoluciones de la tercera sesión ordinaria del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto

"Fortalecimiento de la capacidad para la Gestión de Agua No Contabilizada", en el marco del convenio ARCA-JICA y las empresas piloto.

Las Direcciones y Unidades de gestión que forman parte del Comité de Agua No contabilizada de la empresa son:

- Gerente General o su delegado
- Director de Operaciones, (quien preside)
- Director Comercial o su delegado
- Jefe de Control de Perdidas o su delegado
- Jefe de Catastro y Medición o su delegado
- Jefe de TICS o su delegado

Análisis de inversión del plan piloto sector Y-2 de la red de distribución de agua potable Yaruquíes

A continuación, se muestra el análisis económico de la inversión realizada en el sector piloto y-2 orientado a evaluar la recuperación de las inversiones realizadas a través de la facturación del servicio de agua que comprende:

- Registro de los volúmenes de agua cruda y tratada para el sistema de agua potable de Yaruquíes.

Tipo de mejora:

Gestión comercial-operativa

Monto referencial	IVA
$31 742,00	$3 809,04

Costo total $ 35 551,04

- Instalación de micromedidores ultrasónicos.

Tipo de mejora:
Gestión comercial-operativa

Monto referencial	IVA
$14 310,00	$2 146,50

Costo total $ 16 456,50

- Instalación de válvulas reductoras de presión con accesorios y data loggers, registradores de presión y válvulas pilotos para control de caudales nocturnos (se estima un monto referencial aproximado).

Tipo de mejora:
Gestión comercial-operativa

Monto referencial	IVA
$30 000,00	$4 500,00

Costo total $ 34 500,00

Total Monto referencial	Total IVA	Total Costo
$76 052,00	$10 455,54	$86 507,54

Los costos para operación y mantenimiento se estimaron en $ 10.000,00.

La inversión realizada incluye accesorios de agua potable, construcción de cajas de hormigón, reposición de calzada y mano de obra especializada.

Ingresos por facturación

La tarifa vigente por metro cúbico (m^3) de agua facturada es $ 0.49. Los ingresos generados por volumen facturado del período comprendido de enero a julio del presente año son:

SECTOR PILOTO Y-2

Volumen facturado	Ingreso generado
24 451,00 m^3	USD 16 326,54

Análisis de recuperación de inversión

Con base en la información proporcionada por la Dirección de Gestión Comercial de RIOBAMBA-EP, se puede establecer que los ingresos inician como flujo desde el final del año uno, en cambio la inversión se hace desde el año cero, considerando que los fondos son no reembolsables, por ello, la inversión realizada es recuperable económicamente con buena perspectiva de retorno a mediano plazo.

Habitantes por predio	5
Dotación (l x hab d)	200
Abastecimiento año	365
ANC	35%
Consumo promedio conexión	30

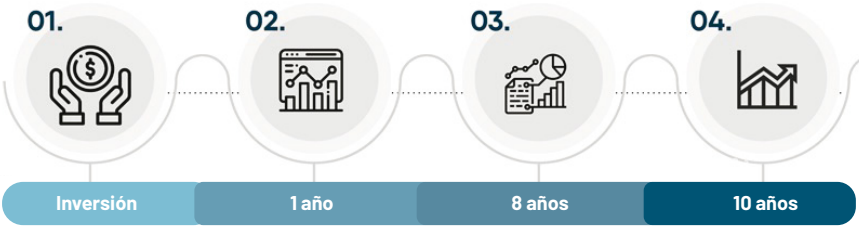
Evolución esperada usuarios	265	275	285	295	300	305	310	315	320	325
Demanda (l x hab día)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Demanda m³/conexión/día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Demanda total m³/año	95400	99000	102600	106200	108000	109800	111600	113400	115200	117000
Producción requerida	146769,23	282857,14	293142,86	303428,57	308571,43	313714,29	318857,14	324000,00	329142,86	334285,71

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Consumo promedio	30	m³/mes/conexión			
Demanda		95400	99000	102600	106200
Producción ANC inicial	35%	146769,23	282857,14	293142,86	303428,57
Producción ANC final	32%	0	0	150882	156176
Producción %ANC mejorado		146769	282857	150882	156176
Costos producción inicial	$ 0,10	$14.676,92	$28.285,71	$29.314,29	$30.342,86
Costos producción mejorada	$ 0,10	$14.676,92	$28.285,71	$15.088,24	$15.617,65

	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Consumo promedio						
Demanda	108000	109800	111600	113400	115200	117000
Producción ANC inicial	308571,43	313714,29	318857,14	324000,00	329142,86	334285,71
Producción ANC final	158824	161471	164118	166765	169412	172059
Producción %ANC mejorado	158824	161471	164118	166765	169412	172059
Costos producción inicial	$30.857,14	$31.371,43	$31.885,71	$32.400,00	$32.914,29	$33.428,57
Costos producción mejorada	$15.882,35	$16.147,06	$16.411,76	$16.676,47	$16.941,18	$17.205,88

TABLA 14 CUADRO DE ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
FUENTE. RIOBAMBA EP

El análisis realizado no contempla ajustes tarifarios, por lo que, la implementación del plan piloto permite fortalecer el control operativo del sistema y la mejora en la sostenibilidad del servicio.



Comparativo técnico-económico AGUA NO CONTABILIZADA (ANC)

De acuerdo a la información proporcionada por la Unidad de Gestión de Pérdidas, la red de distribución de agua potable Yaruquíes presenta al año 2024, un índice anual de agua no contabilizada (ANC) del 35% aproximadamente, considerando un caudal promedio tratado de 200 litros por segundo (l/s), lo que equivale a una pérdida estimada de 70 l/s y un costo de producción de agua tratada por m^3 de $0,49, es decir:

Pérdida diaria*

6048 m^3 (físicas) — **USD 2.963,52** (comerciales)

*** Equivalente a 605 tanqueros de agua de 10 m^3**

Pérdida mensual

18144 m^3 (físicas) — **USD 88.905,60** (comerciales)

Pérdida anual

2´177280 m^3 (físicas) — **USD 1.066.867,20** (comerciales)

En el comparativo se visualiza el impacto directo entre las pérdidas físicas y comerciales, lo cual representa el desperdicio del recurso hídrico ligado al impacto económico y ambiental, es decir que, en el año 2024 alrededor de $ 1.066.867,20 en costos de producción de agua potable perdió RIOBAMBA-EP en la red de distribución de agua potable Yaruquíes.

Al considerar la cooperación financiera no reembolsable por parte de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en el Ecuador en la Empresa Pública Riobamba RIOBAMBA-EP con un índice de índice anual de agua no contabilizada (ANC) del 32%, el ingreso recuperado sería $ 311 040,00, tomando en cuenta que los gastos de inversión es cero para RIOBAMBA-EP.

Conclusión

El índice de Agua No Contabilizada, debe considerarse como un indicador con impacto directo en la gestión técnica, de ingeniería y comercial de RIOBAMBA-EP, más no, en un dato estadístico que cumpla sola la emisión de informes técnicos.

Al implementar los planes de acción en la gestión comercial y técnica, es posible determinar con precisión el índice de agua no contabilizada de la red de distribución de agua potable. Esto permite a la empresa proveedora del servicio obtener el índice real, lo que tiene un impacto directo en la recuperación del caudal y en la expansión del área de cobertura del servicio.

Es esencial que el esquema de tarifas o pliego tarifario se revise de manera gradual para poder aproximar la tarifa de distribución al costo real de producción del agua potable; esto asegurará así la estabilidad financiera de la empresa y la posibilidad de nuevas inversiones en infraestructura.

El desarrollo de un plan de acción para gestionar las pérdidas, que incluya tanto las pérdidas físicas como comerciales abarcan medidas esenciales en la sectorización hidráulica, monitoreo de presiones y caudales, implementación y mejoramiento con tecnología apropiada del parque de medidores, fortalecimiento del catastro técnico y la creación de una base de datos operativa y georreferenciada, respaldan directamente una estrategia institucional que enfoca la sostenibilidad del recurso hídrico y la eficiencia operativa de la prestadora de servicio.

5.4
ESTUDIOS DE CASO NACIONAL: EPMAPA-SD

El crecimiento demográfico desordenado que ha caracterizado a Santo Domingo, especialmente en las áreas periféricas, ha creado la necesidad de que la EPMAPA-SD amplíe su infraestructura para dotar del servicio de agua potable a estos sectores de manera prioritaria, dejando postergada la gestión de redes que permitan buscar medidas preventivas para optimizar la operación y el mantenimiento del sistema.

La EPMAPA-SD, construyó 10 tanques de reserva, con el fin de incrementar la presión a cada una de las zonas hidráulicas en las que se dividió a Santo Domingo, cada tanque tiene tuberías específicas de distribución que abastece a cada zona.

Ante esta situación, la EPMAPA-SD, buscó mecanismos para una adecuada gestión del sistema, aumentando la eficiencia de prestación del servicio, reduciendo las pérdidas físicas de agua, lo que resulta en beneficio económico para la empresa.

Una vez que se consiguió disminuir el Índice de Agua No Contabilizada de manera general, iniciamos el camino hacia la subsectorización para ir disminuyendo pérdidas físicas y comerciales en sectores específicos, como parte de esto, se estableció una alianza con La Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA en su Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad para la Gestión del Agua No Contabilizada, bajo la supervisión del ARCA, tomando como proyecto piloto la Zona hidráulica 09-02.

5.4.1

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Santo Domingo, está dividido en 10 zonas hidráulicas, para cada zona se designó tanques de reserva que distribuyen el agua potable directamente por gravedad.

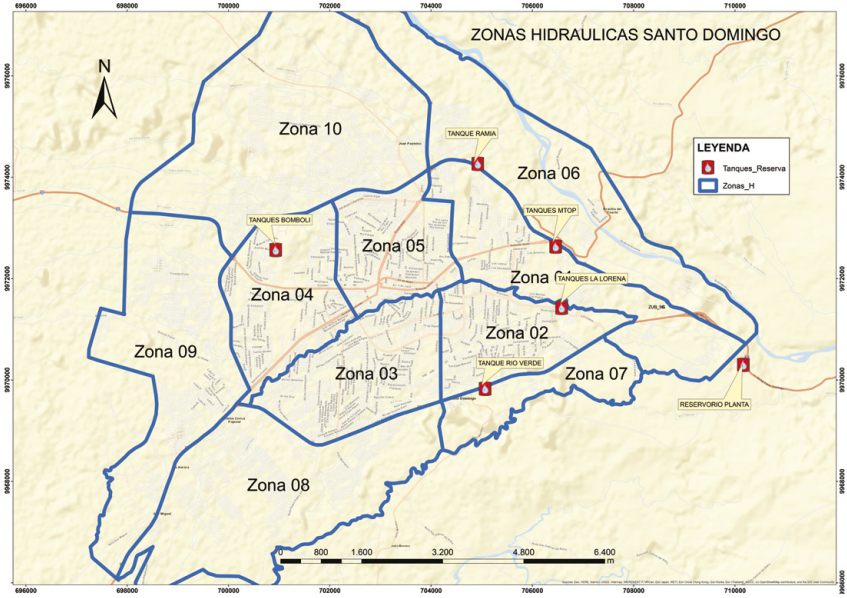


FIGURA 67. UBICACIÓN DE TANQUE DE RESERVA
FUENTE. EPMAPA-SD, 2025

TANQUES DE RESERVA	
NOMBRE	**ZONA**
MTOP	01 - 02
NMTOP	06
RIO VERDE	08
LA LORENA	03 -05
RAMIA	10
BOMBOLI	04 - 09

TABLA 15. DISTRIBUCIÓN A ZONAS DESDE TANQUES DE RESERVA
FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

Para iniciar con la gestión del agua no contabilizada, en 2016, se creó la Unidad de Control de Pérdidas, que se encargó; primeramente, de detectar pérdidas físicas (reboses) en tanques de reserva.

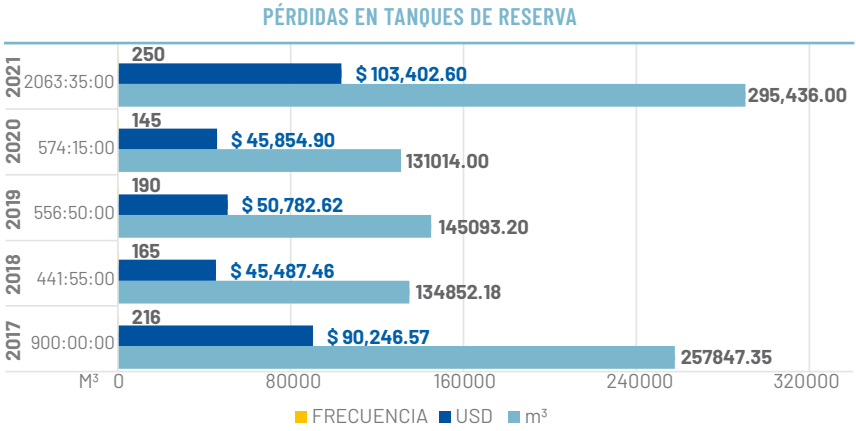


FIGURA 68. REGISTRO DE PÉRDIDAS POR REBOSE EN TANQUES DE RESERVA
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Con esta acción logramos bajar el índice de agua no contabilizada 4 puntos, tal como lo demuestran los siguientes datos:

INDICE DE AGUA NO CONTABILZADA				
Año	m³ Producidos	m³ Facturados	m³ Perdidos	IANC
2016	27161601	13287960	13.873.641	51%
2017	27939516	13653298	14.286.218	51%
2018	25917453	14292487	11.624.966	45%
2019	26691938	13693843	12.998.095	49%
2020	25528244	13984654	11.543.590	45%
2021	27308246	13906150	13.402.096	49%
2022	27491443	14004134	13.487.309	49%
2023	28276448	13855285	14.421.163	51%
2024	27274888	14321879	12.953.009	47%
Total	243589776	124999690	118.590.086	49%

TABLA 16. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

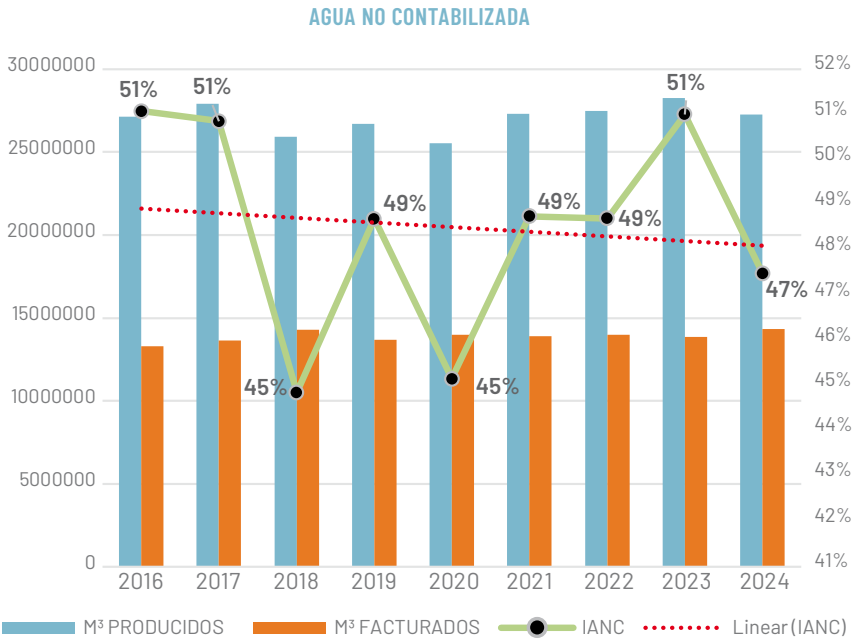


FIGURA 69. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA

FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

El siguiente paso para seguir disminuyendo el IANC es la subsectorización; por lo que, aprovechando que la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en Ecuador y la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), firmaron el 24 de octubre de 2022 el Registro de Discusiones denominado "Fortalecimiento de la Capacidad para la gestión de Agua No Contabilizada"; a través del cual, estratégicamente se considera a la EPMAPA-SD como empresa piloto, iniciamos este recorrido.

Con el fin de ir a la par con el proyecto de ARCA-JICA, la EPMAPA-SD, ubicó una zona que cumpla requisitos mínimos hidráulicos, que se pueda subdividir, con un solo ingreso de agua, que cuente con una red cerrada, para tomarlo como sector piloto y realizar la subsectorización con todas las herramientas que nos brinde el proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad para la gestión de Agua No Contabilizada" en cuanto a conocimientos y donación de equipos de telemetría y metrología.

5.4.2

METODOLOGÍA

En el marco del proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad para la gestión de Agua No Contabilizada", la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA en Ecuador, envió becarios a terceros países para ser capacitados por empresas que ya han pasado por este proceso, como son SEDAPAL en Lima-Perú y SABESP en Sao Paulo-Brasil.

Con estas experiencias, los becarios realizamos una metodología apegada a las realidades de nuestra empresa, pero que se podría replicar de manera general, la cual detallamos a continuación:

5.4.2.1. REALIZAR UN ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

Identificar si el agua que ingresa a la subzona de estudio, proviene directamente de la planta de tratamiento o de un tanque de reserva o pozo profundo.

5.4.2.2. CARACTERÍSTICAS

Una vez que se identificó de donde ingresa el agua potable al sector piloto, se analizarán las siguientes características:

FIGURA 70. ESQUEMA DE SECTORIZACIÓN
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

- Presenta un ingreso principal al área de influencia de suministro.
- Cuenta con una válvula de ingreso al sector, regulable según demanda de la población y estacionalidad.
- Da la posibilidad de identificar las fallas del sistema y reducir las incidencias operativas.
- Contribuye a controlar y facilita llegar a lograr una eficiencia volumétrica, hidráulica y energética en la red de agua.

5.4.2.3. OBTENCIÓN DE DATOS

Se necesita recopilar toda la información posible del sector piloto:

El primer paso y el más importante es capacitar al personal, tanto técnico como de campo, para que pueda analizar datos y conocer la importancia de la instalación y operación de: equipos, monitoreos, nuevas tecnologías, personal que debe ser únicamente para especializarse en subzonficación.

RELACIÓN (ANTIGÜEDAD DE LA TUBERÍA + PRESIÓN DE SERVICIO) VS FALLAS DEL SISTEMA

1 En un sistema nuevo y a gravedad, el diseño propio de la tubería y sus especificaciones hacen que el rango de presiones a las que está trabajando estén muy lejos del punto de ruptura, pero disminuye vida útil.

2 En un sistema en el que ya empiezan a haber eventos transitorios de falla, ese margen de seguridad entre las presiones máximas que llega a experimentar el sistema y el punto de ruptura se va acercando, probablemente se mantendrá lo suficientemente lejos del punto de ruptura y la frecuencia o la presencia de incidencias no será muy elevada.

3 Si analizamos tuberías que tienen un tiempo de vida más dilatado, ya empiezan a afectar diferentes factores como la antigüedad de la tubería o los fenómenos de corrosión que van afectando a su capacidad de resistencia. También puede ocurrir que la infraestructura esté afectada por carga de tránsito en determinadas ubicaciones, por movimientos del terreno, o incluso por bajas o altas temperaturas que inciden en los coeficientes de dilatación de la tubería. Si a todo esto se unen presiones y fenómenos transitorios, el punto de operación de las redes ya está más cercano a los puntos de ruptura e incrementa significativamente la frecuencia de averías.

FIGURA 71. CRITERIOS DE RELACIÓN ENTRE ANTIGÜEDAD DE TUBERÍA VS FALLAS DEL SISTEMA
FUENTE. SEDAPAL

1 CONTAR CON REGISTRO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO MEDIANTE EL MONITOREO DE LAS PRESIONES DE SERVICIO QUE SE ENTREGAN A LA POBLACIÓN:

2 TENER EL REGISTRO DE FALLAS E INCIDENCIAS OPERATIVAS EN TODA LA JURISDICCIÓN UBICADA Y CARACTERIZADA

ETIQUETAS DE FILA	ANIEGO	BAJA PRESION (EN PREDIO)	BAJA PRESION (ZONAL)	FALTA DE AGUA (ZONAL)	FILTRA-CION DE AGUA	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL	TOTAL GENERAL
MOL001 00	98	172	27	279	179	250	1005
MOL002 00	28	104	22	218	30	56	458
MOL003 00	42	63	8	89	35	58	295
MOL008 00	40	75	11	65	53	101	345
MOL009 00	176	317	47	427	292	428	1687
MOL010 00	73	303	74	314	122	176	1062
MOL011 00	10	23	6	33	20	34	126
Total general	467	1057	195	1425	731	1103	4978

FIGURA 72. EJEMPLO DE REGISTRO DE DATOS DE FALLAS DEL SISTEMA
FUENTE. SEDAPAL

5.4.2.4. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS RESERVAS

- Apuntar a tener un inventario del área de influencia, la infraestructura que involucra y zonas beneficiarias.
- Conocer las condiciones hidráulicas y topográficas, en las que opera.
- Reconocer ingresos o interconexiones.
- Identificar restricciones para establecer consignas de presión. Si no hay la posibilidad de instalar datalogger, se podrá realizar con manómetros, siempre y cuando se instalen en zona alta. Media y baja del sector piloto.
- Contar con antecedentes de incidencias operativas, continuidad de servicio, nivel de micro y macro medición, datos comerciales, tecnología instalada.

5.4.2.5. IDENTIFICACIÓN DE SECTORES CRÍTICOS VS INCIDENCIAS OPERATIVAS

Identificar sectores que presenten presiones críticas:

(< 10mca o >50mca).

Realizar un mapa de presiones, con información de condiciones hidráulicas y topográficas.

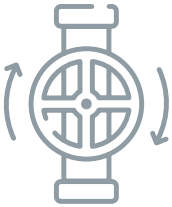
Las sobrepresiones en el sistema de agua potable, generan una serie de incidencias operativas, entre ellas: las fugas por rotura de tuberías, baja presión y falta de agua (por cierre del sistema para reparar tuberías rotas o para dar turnos de agua), fugas en conexiones, entre otras.

5.4.2.6. ACCIONES DE PREPARACIÓN EN LA ZONA CRÍTICA A INTERVENIR

Con los problemas identificados:

i) presiones críticas y

ii) incidencias operativas, y las condiciones existentes en el sistema de agua potable (Catastro de Redes y clima estacional), se define la zona de intervención y se debe:



- Identificar las áreas de abastecimiento y las características de la infraestructura instalada previa a aplicar la gestión de presiones.
  - Identificar puntos estratégicos en la parte alta, media y baja del área de influencia, para el monitoreo de presiones en el sector y/o zona de abastecimiento identificada (presiones de servicio con el uso de datalogeers por un plazo de 15 días) o monitoreo de presiones de forma manual (por 15 días) que permita corroborar e inspeccionar zona.
  - Paralelo al monitoreo de presiones antes indicado, se deberá tomar en cuenta el funcionamiento integral del sector o subsector a evaluar.

- Establecer condiciones de funcionamiento de las estructuras de almacenamiento: El llenado del reservorio en proporción al horario de mayor y menor demanda.
- Considerar, retrasar el movimiento de válvulas en horas de la mañana (El tiempo de retraso será de acuerdo a las condiciones del Sistema) para evitar roturas y monitorear al comportamiento del sistema.
- Continuar con el monitoreo de presiones en los diferentes turnos (establecer horas) con diferentes escenarios hasta encontrar el punto de operación más conveniente.
- Establecer las regulaciones de las válvulas en horarios de menor demanda, para definir el nivel óptimo de operación según demanda, que garantice en el punto más desfavorable sea mínimo 10 mca.
- Producto de la anterior medida, establecer presiones óptimas de trabajo del sistema de agua potable.
- Elaborar el Manual de Operación del sector o zona de abastecimiento para la temporada correspondiente.
- Gestionar la automatización para el sistema de llenado de las estructuras de almacenamiento y accionamiento de válvulas de acuerdo a la presión definida como óptima para la zona.

Presiones registradas en los Subsectores del MOL10

Sub Sector	Punto de Toma de Presión	NIS	Calle	Urb.	Presión 23:00 - 24:00		Presión 03:00 - 04:00		Presión 10:00 - 11:00		Presión 15:00 - 16:00		Zona
					psi	mca	psi	mca	psi	mca	psi	mca	
MOL10-A	4	4040462	Calle Las Dalias 130	Molina Vieja	24	16.80	24	16.80	22	15.40	26	18.20	Alta
	1	4143411	Corregidor N° 820	Molina Vieja	40	28.00	27	18.90	24	16.80	30	21.00	Intermedia
	8	4068116	Tipuanas 552	Molina Vieja	45	31.50	40	28.00	36	25.20	38	26.60	Baja
MOL10-B	5	4237285	Calle 1 Mz F lote 8 (GCI)	APV San Francisco	30	21.00	27	18.90	22	15.40	32	22.40	Alta
	2	4222988	Los Tulipanes N° 150	Remanso	35	24.50	35	24.50	30	21.00	34	23.80	Baja
MOL10-C	6	4112386	Calle El Estribo 185	La Ensenada	30	21.00	30	21.00	20	14.00	20	14.00	Alta
	3	4505490	La Vertiente N° 107	La Ensenada	32	22.40	34	23.80	22	15.40	24	16.80	Intermedia
	7	4110894	Fresnos 916	La Ensenada	33	23.10	35	24.50	24	16.80	26	18.20	Baja

TABLA 17. REGISTRO DE PRESIONES
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Toda esta metodología llevará a obtener un sistema óptimo, que conste de un control automático de la operación de tanques de reserva, una válvula reguladora de presión al inicio del sector de estudio y un data logger que registre la presión de salida, un macromedidor al ingreso del sector para contrastar información

de consumo, un data logger que registre caudales diurnos y nocturnos, 3 data logger (parte alta, media y baja) que registren la presión máxima y mínima dentro del subsector y una válvula reductora de presión si amerita en la zona más baja del subsector.

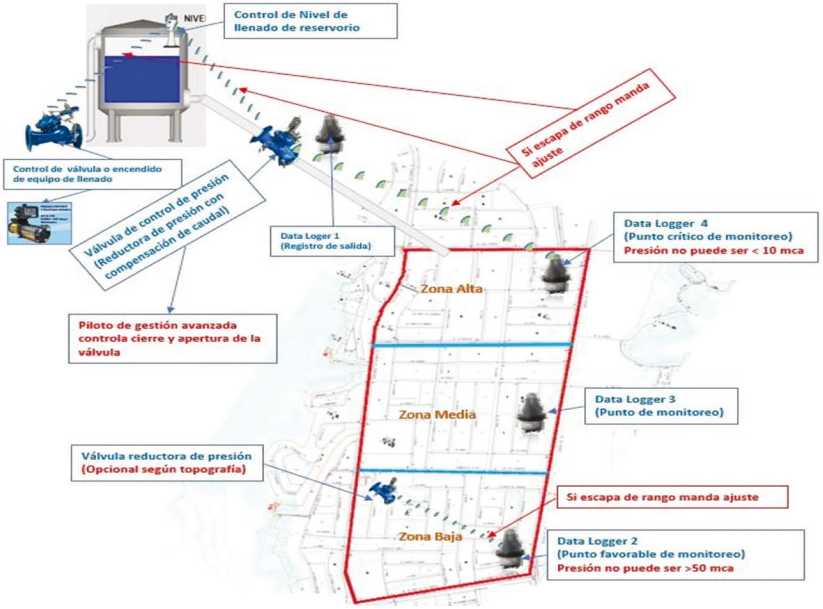


FIGURA 73. SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA
FUENTE. SEDAPAL

5.4.2.7. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Elaborar el Manual de Operación del sector o zona de abastecimiento para la temporada correspondiente.
2. Asegurar la automatización para el sistema de llenado de las estructuras de almacenamiento y accionamiento de válvulas de acuerdo a la presión definida como óptima para la zona.
3. Plantear un plan de mantenimiento preventivo de toda la infraestructura instalada en el área controlada.
4. Repetir la labor para condiciones estacionales diferentes, considerado en el manual de operación integrado.
5. Implementar un Plan de Reducción de pérdidas

5.4.3

SUBZONIFICACIÓN DE LA ZONA 09

5.4.3.1. GESTIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA PARA LA ZONA 09-02

Para realizar el proyecto, se dividió la zona 09, en dos subzonas, Zona 09-01(alta) y Zona 09-02)(baja).

La Zona 09-02, está ubicada al suroeste de Santo Domingo, la cual es abastecida de agua potable desde el tanque de reserva denominado Bomboli, con una línea de PVC de 500mm.

Este sector se escogió debido a criterios técnicos específicos sobre la operación del sistema de agua potable de la EPMAPA-SD, los cuales son:

1. **Zona que depende de un solo ingreso de agua: t**iene una malla cerrada, para facilitar la macromedición y el monitoreo.

2. **Zona consolidada:** zona habitada con más de 3000 usuarios y dividida hidráulicamente de tal manera que permita la subsectorización.

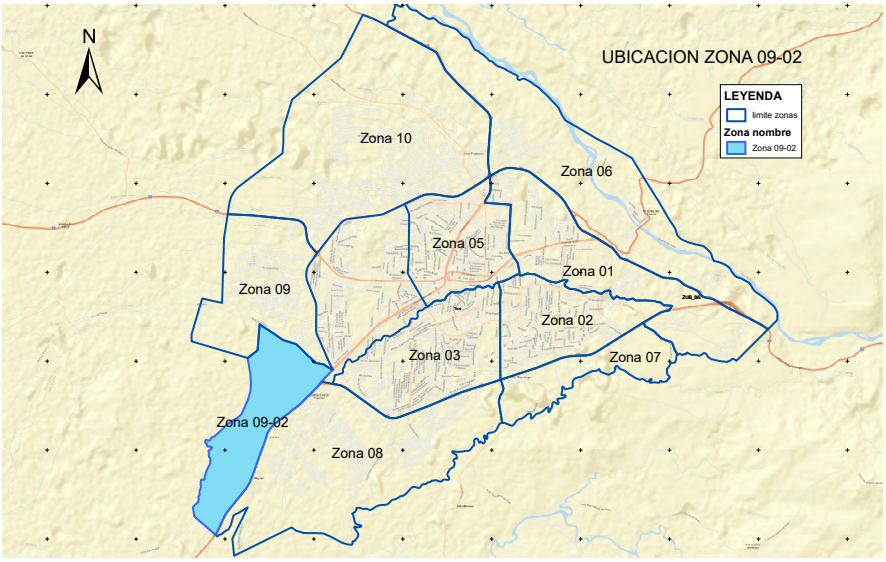


FIGURA 74. UBICACIÓN DE LA ZONA 09-02
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

SUB ZONAS 09-02

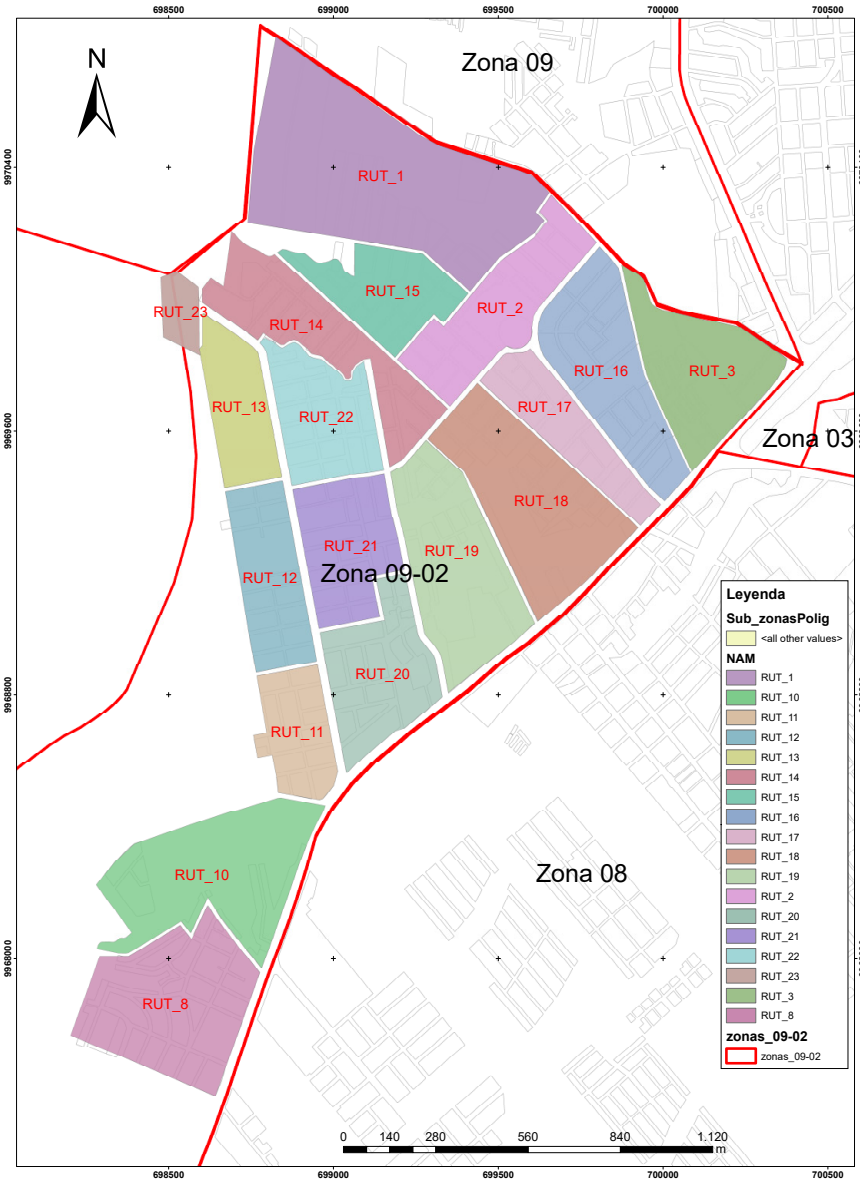


FIGURA 75. UBICACIÓN DE LA ZONA 09-02

FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

LÍNEA DE CONDUCCIÓN A ZONA 09-02

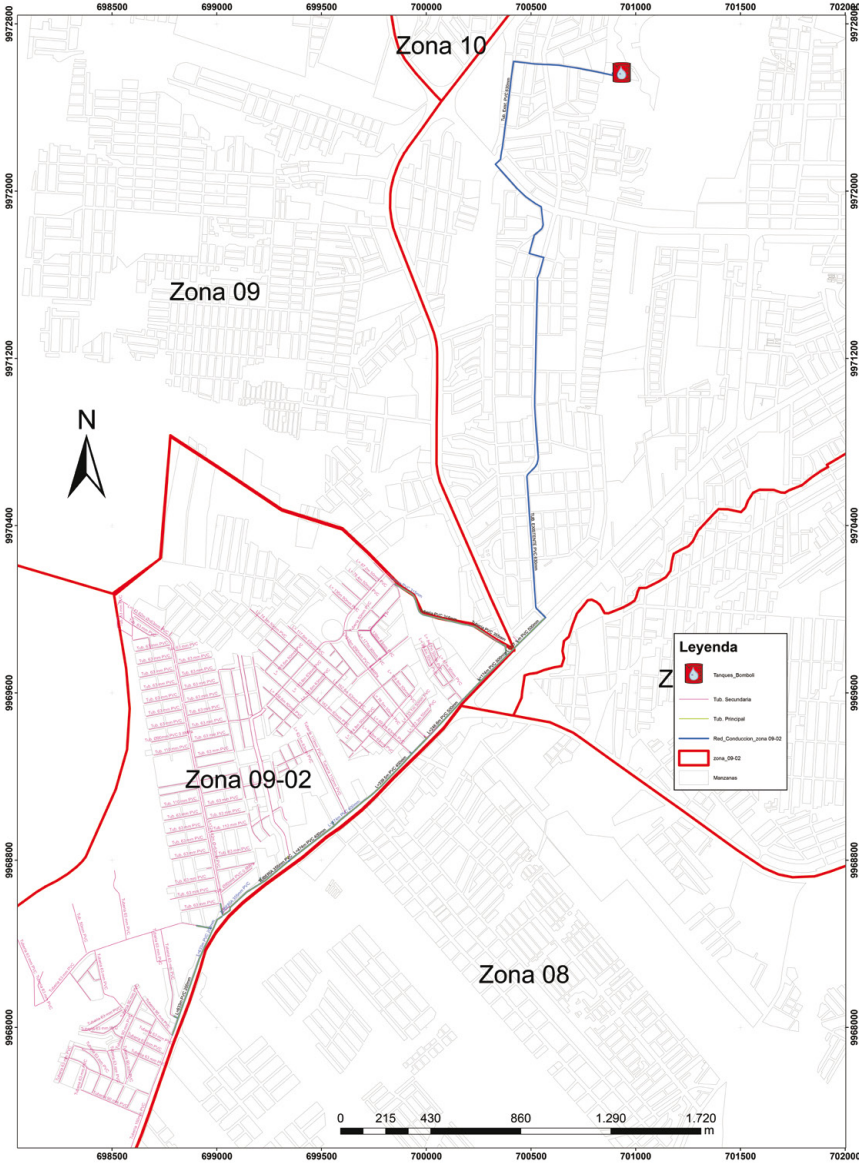


FIGURA 76. ESQUEMA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE TANQUES A ZONA 09-02
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

El 2023, se inicia el levantamiento de la zona piloto, obteniendo el siguiente diagnóstico

AGUA POTABLE DISTRIBUIDA DESDE LOS TANQUES BOMBOLI	
IANC en la zona 09	desconocido
Subsectorización	que abarca el 30% de zona 09
Total de predios dentro de la subzona	4.491
Población	12.313 habitantes
Micromedición existente	3200 medidores
Micromedición faltante	1.291 Medidores
Tipo de conexiones	Residencial, No Residencial
Consumo anual histórico del área	883.536m^3

TABLA 18. DATOS DE DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

DATOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
Válvula de ingreso existente	Válvula de mariposa de 500mm
Tipo de material	PVC
Presión Nominal de la tubería	1.00 MPa
Diámetro de la tubería	500 mm
Tiempo de instalación	6 años
Servicio	Intermitente
Presión	0,40 MPa

TABLA 19. DATOS DE DIAGNÓSTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Estos resultados demostraron la importancia de abordar de manera integral la gestión de pérdidas en la Zona 09-02, donde a simple vista no se observan perdidas físicas, por lo que se asume que la mayoría serían pérdidas comerciales.

5.4.3.2. CAPACITACIÓN DE PERSONAL

La EPMAPA-SD, a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, capacitó a 4 Técnicos para especializarse sobre la Gestión del Agua No contabilizada, 3 Técnicos en la empresa SEDAPAL-Perí Y 1 en SABESP-BRASIL, aquí se aprendió la importancia de contar con procesos y registro de datos de todas las acciones a seguir.

FIGURA 77. CAPACITACIÓN A TERCEROS
FUENTE. SEDAPAL-PERÚ Y SABESP-BRASIL

FIGURA 78. CAPACITACIÓN A TERCEROS INTERNO
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

El personal Técnico comprometido con el objetivo del proyecto JICA – ARCA, capacitó personal de campo, tanto del área de Control de Pérdidas, como del área Comercial, para obtener los datos requeridos para avanzar con el estudio y cristalización de la subzonificación de manera eficiente.

La meta de la empresa es, por medio del Comité de Agua No Contabilizada, formar un equipo que únicamente se especialice en disminución de Agua No Contabilizada, y seguir avanzando con nuevas subsectorizaciones.

5.4.3.3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El levantamiento de la información de la infraestructura hidráulica, (ubicación de tuberías, válvulas de corte, hidrantes, entre otros) es fundamental para construir un modelo hidráulico, que permita llegar al esquema ideal del que se había hablado anteriormente. Toda la información señalada en la siguiente tabla fue facilitada por la Unidad de SIG.

DIÁMETRO [MM]	Longitud de tubería [m]	Válvula desagüe	Válvula de aire	Válvula de Sección/corte	Hidrantes
500	830.40		1	3	
400	901.74		2	5	
355	736.20		1	4	
315	358.59				
250	42.02			1	
200	1509.12	2	2	6	
160	1656.43			7	
110	1285.57	1		2	
90	4921.30			6	
63	221256.28	2		39	
50	3886.27			1	
TOTAL	**38253.92**	**5**	**6**	**74**	**22**

TABLA 20. DATOS DE LA SUBZONA 09-02
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

Además, es necesario contar con el levantamiento topográfico como curvas de nivel y la topología de la red (material y diámetros de tuberías, regulación de válvulas y más), Antecedentes de incidencias operativas, continuidad de servicio, nivel de micro y macro medición, datos comerciales y tecnología instalada.

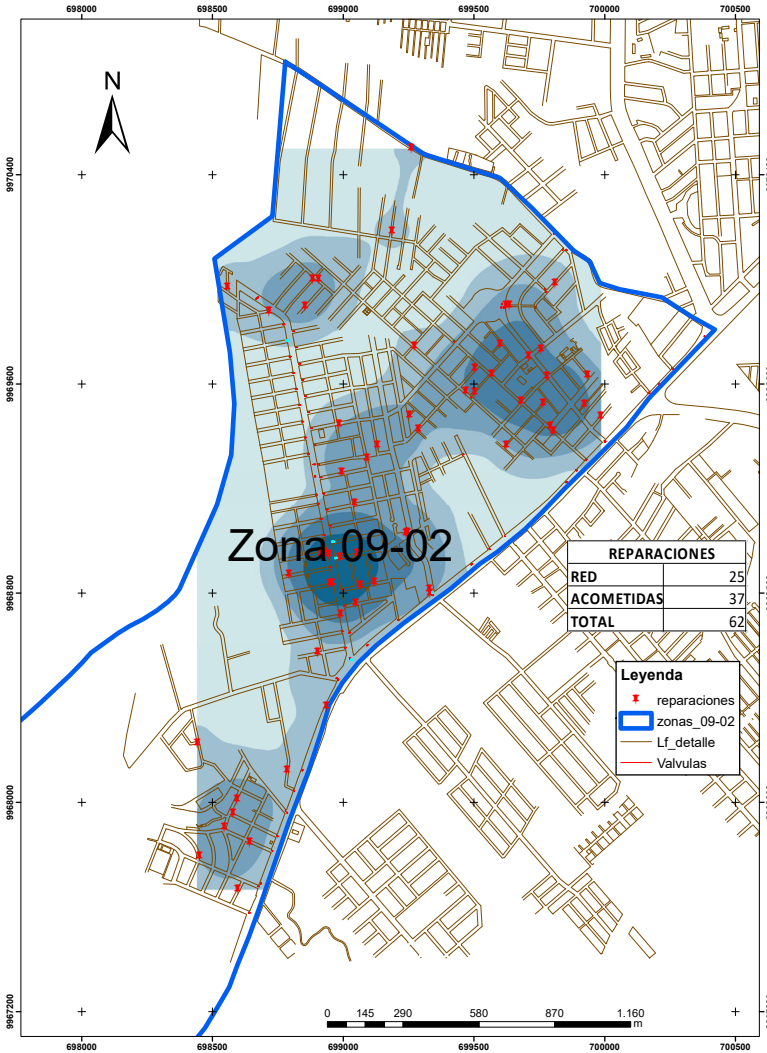


FIGURA 79. INCIDENCIAS OPERATIVAS 2023
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

INCIDENCIAS EN LA RED DE AGUA POTABLE	
Red	25
Acometidas	37
Total	**62**

TABLA 21. DATOS DE INCIDENCIAS EN LA RED
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

5.4.3.4. PLAN DE ACCIÓN

Para obtener resultados precisos se establecieron varios pasos a seguir

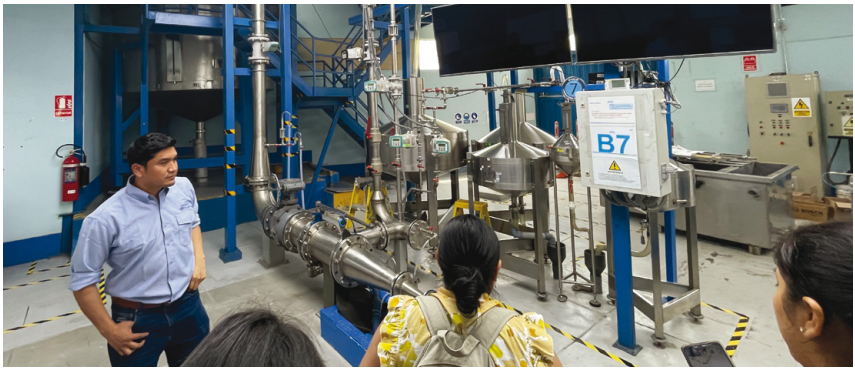
ACCIÓN	CONDICIÓN	RESPONSABLE	EJECUTADO	SIN EJECUCIÓN
Establecer la subzona 09-02	Tener un solo ingreso de AAPP	Control de Pérdidas	✓	
Actualización de levantamiento planimétrico de toda la subzona 09-02	En ejecución	Infraestructura SIG	✓	
Construcción de cámara con sumergibilidad para macromedidor	Cámara construida macromedidor instalado funcionando	Operación y mantenimiento e infraestructura	✓	
Comparación del volumen de ingreso hacia la subzona 09-02 con la facturación del mismo	ANC analizado	Control de Pérdidas	✓	
Creación del Comité de Agua No Contabilizada	Creado	Control de Pérdidas	✓	
Comprobar la hermeticidad de las válvulas de la subzona 09-02	desconocida	Mantenimiento y Control de Pérdidas		●
Búsqueda de fugas visibles en la subzona 09-02	En ejecución	Control de Pérdidas	✓	

ACCIÓN	CONDICIÓN	RESPONSABLE	EJECUTADO	SIN EJECUCIÓN
Estudio de presiones en la subzona 09-02	En ejecución	Control de Pérdidas	✓	
Iniciar la subsectorización Urb. Pola Paz y Miño	Se escogió el sector por ser hidráulicamente cerrado	Control de Pérdidas	✓	
Construcción de cámara para macromedidor	En ejecución	Operación y mantenimiento	✓	
Actualización del catastro del subsector Urb. Pola Paz y Miño	realizado	Dirección Comercial	✓	
Instalación de macromedidor al ingreso del subsector Urb. Pola Paz y Miño	En ejecución	Unidad de AAPP	✓	
Determinación de conexiones donde se instalaran micromedidores en el subsector Urb. Pola Paz y Miño	realizado	Dirección Comercial	✓	
Instalación de micromedidores en Urb. Pola Paz y Miño	En ejecución	Dirección Comercial	✓	
Comparación del volumen de ingreso hacia el sector Urb. Pola Paz y Miño con la facturación del mismo	IANC Desconocido	Control de Pérdidas		●
Control de fugas desde la conexión domiciliaria mediante geófono en Urb. Pola Paz y Miño	Este proceso se realizará luego de instalado los micromedidores	Control de Pérdidas		●

FIGURA 80. PLAN DE ACCIÓN PARA IANC
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

5.4.3.5. ACCIONES QUE SE TOMARON

- Construcción de una cámara con sumergibilidad para instalar el macromedidor de 16" en el ingreso de la Zona 09-02.
- Instalación de un macromedidor electromagnético de 16" ingreso de la Zona 09-02.
- Construcción de una cámara para instalar un macromedidor de 2" en el ingreso a la Urb. Pola Paz y Miño.
- Instalación de micromedidores faltantes dentro de la Zona 09-02.
- Instalación de un macromedidor ultrasónico de 2" en el ingreso a la Urb. Pola Paz y Miño.
- Instalación de 70 micromedidores ultrasónicos de ½" para ser instalados dentro de la Urb. Pola Paz y Miño.
- Creación del Comité de Agua No Contabilizada.



5.4.3.6. APLICACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

En el marco del proyecto piloto Fortalecimiento de la Capacidad para la Gestión del Agua No Contabilizada, se realizaron varios levantamientos de información total sobre la zona de estudio, contrastando con la información existente en la EPMAPA-SD y realizando las correcciones necesarias, con esta información se despliegan recomendaciones para futuros proyectos que garanticen una radiografía exacta del sector.

ESTADO DE CONEXIÓN	
Taponadas	141
Sin Servicio	552
En Servicio	3242
Cortadas	612

CANTIDAD DE MEDIDORES	
Año	**Micromedidores**
2020	583
2021	698
2022	744
2023	347
2024	432
2025	56

CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES	
Categoría	**Cantidad**
Domiciliarias	4625
Comercial	157
Industrial	2
Sector Público	4

TABLA 22. ESTADO Y CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

CONEXIONES CON MAYOR CONSUMO	
CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES	
Categoría	**Cantidad**
Domiciliarias	4625
Comercial	157
Industrial	2
Sector Público	4

TABLA 23. CONEXIONES CON MAYOR CONSUMO
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

CONEXIONES CON MAYOR CONSUMO		
AÑO	**CUENTA**	**CONSUMO**
2020	68057	206
	87244	161
2021	68057	189
	89964	192
2022	89964	188
2023	86774	140
	89964	151
2024	86774	255
	89964	168
	69962	174
	94954	264

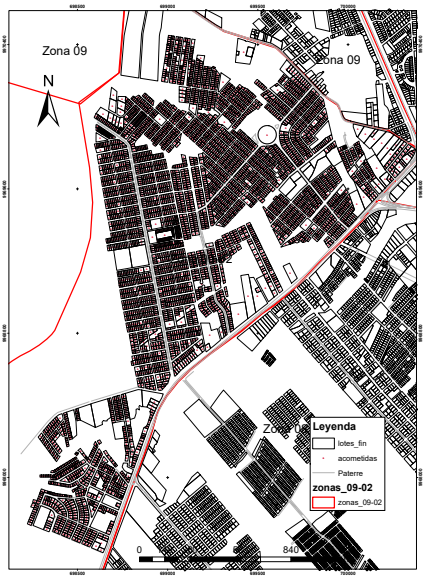
TABLA 24. CONEXIONES CON MAYOR CONSUMO
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

INCIDENCIAS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS						
INCIDENCIAS	N° DE INCIDENCIAS					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Reclamos de Usuarios	98	64	85	63	65	65
Reclamos Atendidos	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Reparación de Fugas en Conexiones	47	33	61	38	6	56
Revisión de Medidor	5	4	2	4	22	
Instalaciones de Medidor	46	27	22	21	37	9

TABLA 25. INCIDENCIAS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

Información Geográfica, toda la información, para luego actualizarla, con los catastros realizados por la Dirección Comercial.

ACOMETIDAS ZONA 09-02



VÁLVULAS EXISTENTES ZONA 09-02

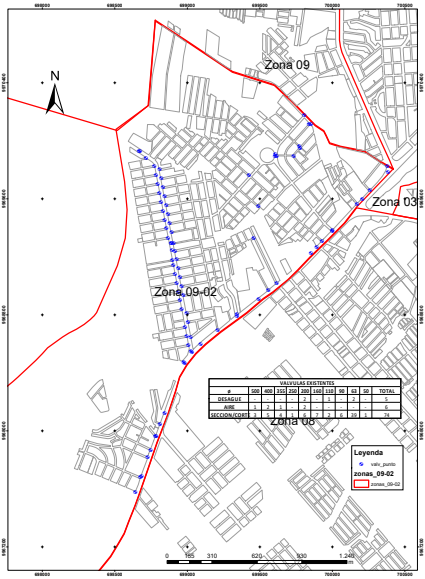
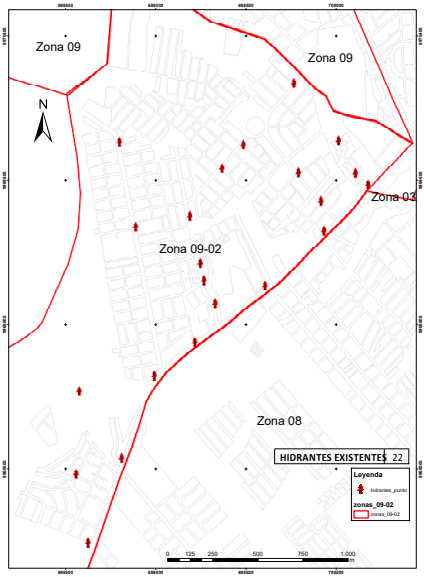


FIGURA 81. DATOS DE PLANIMETRÍA 1
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

HIDRANTES EXISTENTES ZONA 09-02



EXISTENTES ZONA 09-02

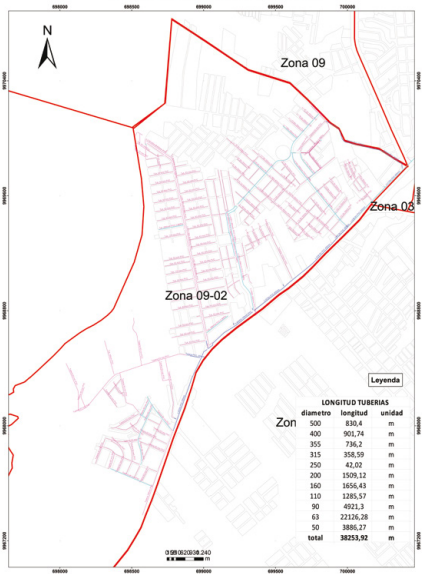


FIGURA 82. DATOS DE PLANIMETRÍA 2
FUENTE. SIG, EPMAPA-SD, 2025

CATASTRO:

La Dirección Comercial se encargó de realizar el catastro de toda la Subzona 09-02, y del subsector Urb. Pola Paz y Miño, con personal capacitado especialmente para esta labor.

CONEXIONES DE AGUA POTABLE	
Categoría	**Cantidad**
Domiciliarias	4625
Comercial	157
Industrial	2
Sector Público	4

TABLA 26. CONEXIONES CON MAYOR CONSUMO
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

CONSUMO MÁXIMO m³	NO. CONEXIONES					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
No Consume	-	-	-	-	-	65
0 - 100	1765	2296	2858	3399	3742	100%
100 - 250	499	423	446	8	383	56
250 - 500	40	33	46	47	46	
500 - 750	4	5	1	4	5	9
750 - 1000	4	2	3	3	2	
> 1000	-	-	-	-	-	

TABLA 27. RANGOS DE CONSUMO EN LA ZONA 09-02
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA SUBZONA 09-02:

La subzona hidráulica, debe contar con una cámara de ingreso con sumergibilidad, para garantizar lecturas correctas del macromedidor electromagnético a instalar y un datalogger para transmisión continua de datos que permitan realizar el estudio de los caudales máximos y mínimos.

FIGURA 83. CONSTRUCCIÓN CÁMARA DE INGRESO A ZONA 09-02
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

En el sector del by pass Chone Quevedo se encontraba la cámara con una válvula de seccionamiento tipo mariposa de 500mm, junto a esta cámara se construyó una cámara de hormigón armado de 15 metros de longitud, 4 metros de ancho y 5 metros de profundidad con un sistema de sumergibilidad en la tubería y un by pass, con la finalidad de instalar un macromedidor de 400mm y garantizar tubería llena.

Este macromedidor mide el volumen de agua que ingresa a la zona 09-02 y que permitirá establecer el IANC de este sector.

MEDICIÓN DE CAUDAL DE INGRESO:

Para cumplir con el objetivo de este proyecto es imprescindible contar con el registro preciso de caudal y volumen de agua entregado a la subzona en un periodo determinado, estos datos permiten calcular el balance entre el volumen entregado al sector y el registrado por la micromedición, así como realizar estudios de caudales de manera horaria para a futuro instalar actuadores de acuerdo al comportamiento histórico.

FIGURA 84. INSTALACIÓN DEL MARCORMEDIDOR
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

AGUA NO CONTABILIZADA SUBZONA 09-02:

Con la instalación del macromedidor, se obtuvo datos del volumen entregado a la subzona 09-02, dato que se complementa con el volumen de agua facturado para esa subzona, dando como resultado el Índice de Agua No Contabilizada.

ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA - 2024 - JICA - ZONA 09-02				
Fecha	**m³ Producidos**	**m³ Facturados**	**m³ Perdidos**	**IANC**
Mar	67302	48368	18934	28,13%
Abr	76459	48368	28091	36,74%
May	68981	52191	16790	24,34%
Jun	83924	50600	33324	39,71%
Jul	85506	54277	31229	36,52%
Ago	90280	53790	36490	40,42%
Sep	80376	51014	29362	36,53%
Oct	83055	59276	23779	28,63%
Nov	71258	49840	21418	30,06%
Dic	87541	59074	28467	32,52%
Total	**727380**	**478430**	**248950**	**34,23%**

TABLA 28. AGUA NO CONTABILIZADA EN LA ZONA 09-02
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

En 2024, se instalaron 34 micromediores, con el fin de bajar este índice, ya que se incrementa el consumo real y por tanto la facturación disminuyendo las conexiones estimadas

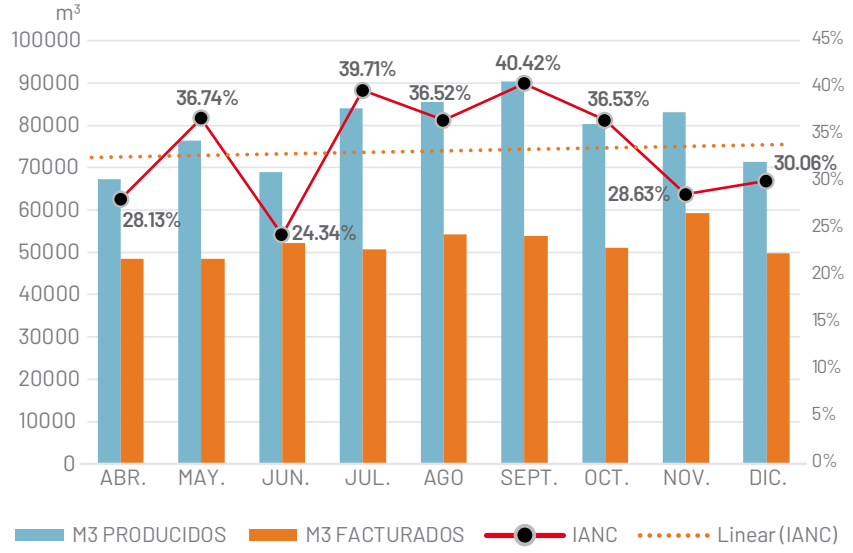


FIGURA 85. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA 2024

FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

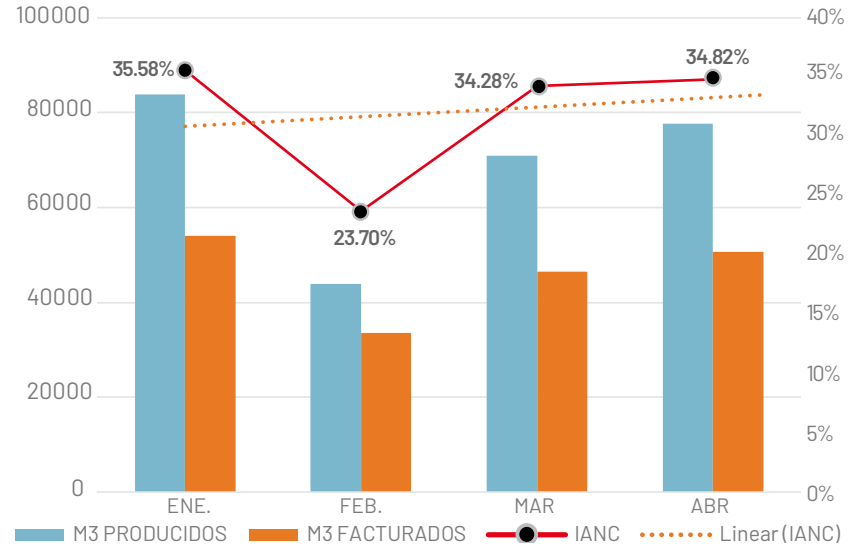


FIGURA 86. ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA 2025

FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

En estos gráficos se puede observar que el IANC de 2025 ha bajado 1% con relación al IANC de 2024, esta variación se atribuye al control de fugas que se realizó y a la micromedición que se instaló en 2024.

HERMETICIDAD DE LA SUBZONA:

La subzona hidráulica 09-02 es hermética (no tiene paso de agua a otras subzonas), garantizar esta hermeticidad requiere de un trabajo minucioso de estudio de presiones. Por el momento se han identificado todas las válvulas existentes en la subzona, las cuales están siendo revisadas por el área de mantenimiento para comprobar su correcto funcionamiento.

BÚSQUEDA DE FUGAS VISIBLES:

La EPMAPA-SD, da el servicio de agua de manera intermitente, por lo que los recorridos deben ser con personal a pie los días que la subzona tenga servicio de agua potable, esta cuadrilla se encargará de ir reparando cada fuga que se observe a simple vista, información que será registrada en una formulario de Incidencias. En el recorrido realizado no se encontraron fugas visibles.

ESTUDIO DE PRESIONES EN LA SUBZONA:

Lo primero que hicimos para iniciar con este estudio, fue identificar por cota, la zona alta, media y baja, además de las restricciones para establecer consignas de presión. Donde no hay posibilidad de instalar datalogger, se podrá realizar con manómetros, por 15 días, determinando horarios para el registro de datos, siempre y cuando se instalen en zona alta. Media y baja del sector piloto.

Para realizar este estudio se requiere del levantamiento topográfico de la subzona, para conocer la parte alta, media y baja del sector y en estos puntos construir cámaras únicamente para instalar datalogger que registren y envíen el dato de presión en esa tubería. Con esto se conocerá con que presión llega el agua hasta el punto más alto de esa red y se puede regular válvulas para aumentar o disminuir presiones según sea el caso.

Por el momento la EPMAPA-SD, se encuentra instalando datalogger de presión en las conexiones domiciliarias, dentro de las viviendas, toda vez que aún no se han construido las cámaras donde se registrará permanentemente los datos de presión.

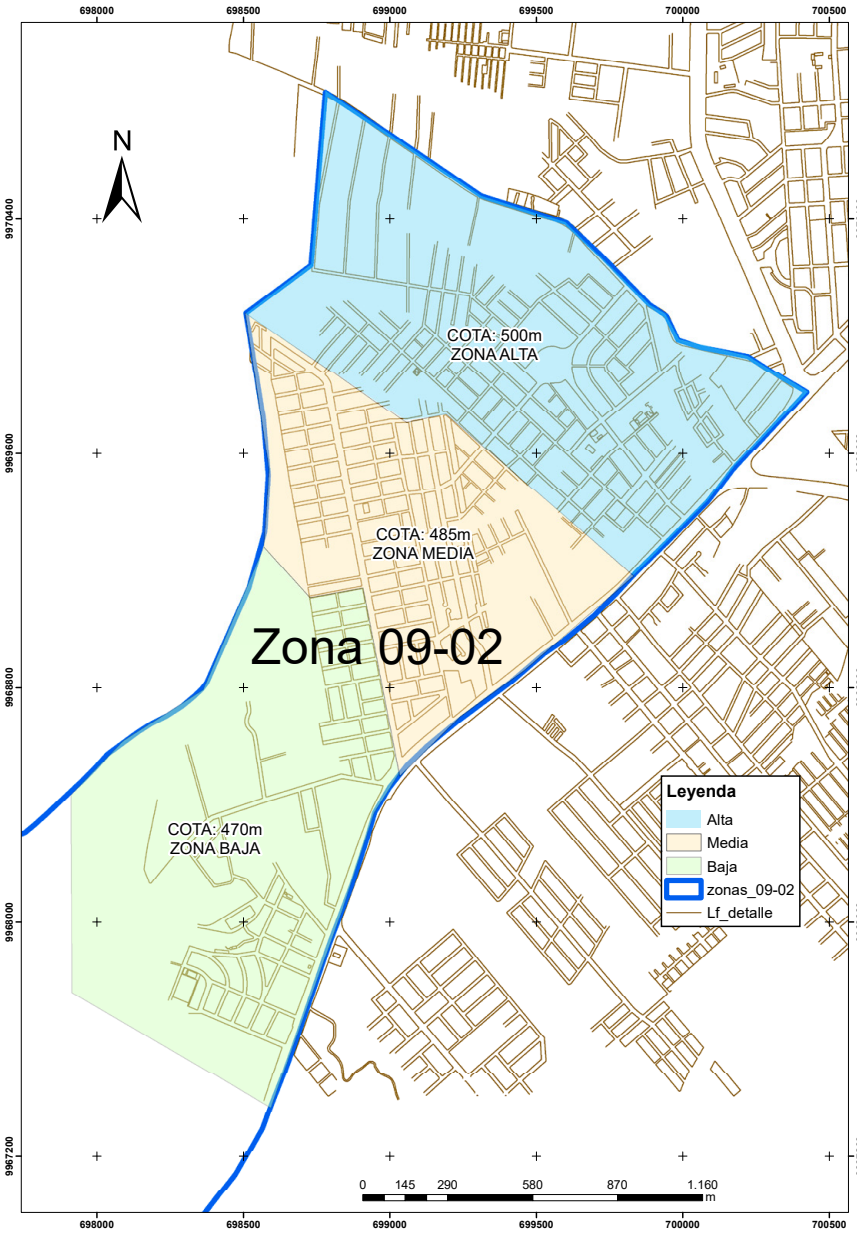


FIGURA 87. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PRESIÓN POR ALTURAS

FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

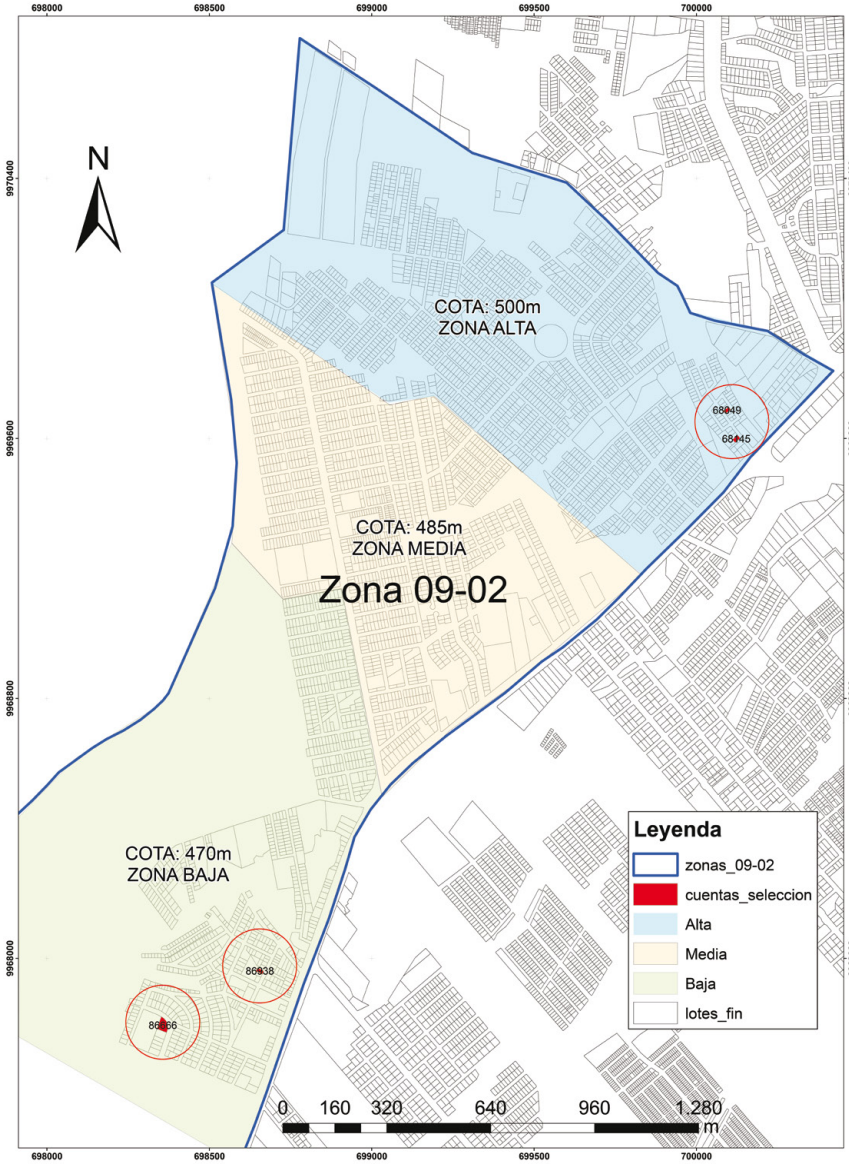


FIGURA 88. UBICACIÓN DE PUNTOS DE TOMA DE PRESIÓN

FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

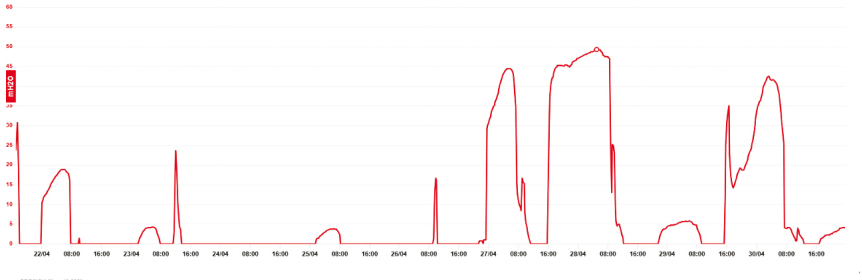


FIGURA 89. PRESIÓN EN LA URBANIZACIÓN POLA PAZ Y MIÑO CTA. 68049
FUENTE. UNIDAD DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

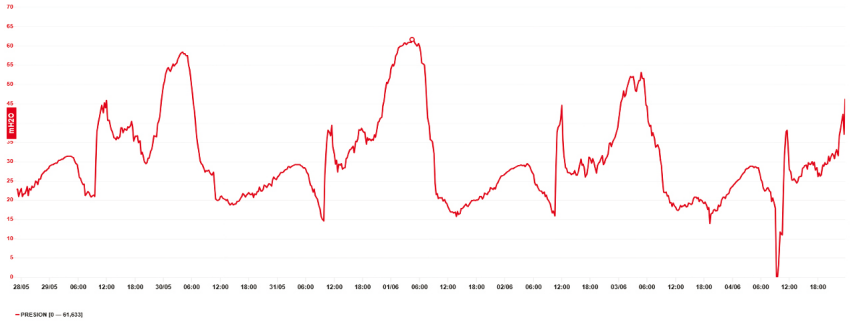


FIGURA 90. PRESIÓN EN COOP. NUEVA AURORA CTA. 86666
FUENTE. UNIDAD DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Urb. / Coop.	Cta.	Fecha instalación	Presión mca 23:00 a 24h00		Presión mca 5:00 a 6h00		Presión mca 11:00 a 12h00		Presión mca 17:00 a 18h00	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Pola Paz y Miño	68049	21-04 al 30-04	33,6	4,07	49,28	3,58	23.59	1.74	45.20	14.74
Pola Paz y Miño	68145	21-05 al 28-05	45.57	3.58	47.18	3.83	43.23	3.33	34.09	15.93
Nueva Aurora	86666	28-05 al 04-06	53.97	23.71	60.76	26.67	44.59	19.26	37.67	19.88
Nueva Aurora	86938	04-06 al 09-06	48.54	21.61	54.84	16.55	38.16	11.36	26.06	8.15

TABLA 29. CUADRO DE PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS ZONA 09-02
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

El proceso que estamos aplicando tarda demasiado tiempo y no nos permite realizar de manera óptima el estudio, encontrando las siguientes observaciones:

- La ciudadanía muchas veces no permite el ingreso a las viviendas, creyendo que el equipo (datalogger) les hará pagar más por el servicio de agua potable.
- Las viviendas muchas veces son habitadas por arrendatarios, quienes no permiten el ingreso.
- Debido a los altos índices de delincuencia, los usuarios no permiten el ingreso a las casas.
- Las viviendas se encuentran vacías en horas laborables.

5.4.3.7. SUBSECTORIZACIÓN DE LA RUTA 17

En este sector aplicamos la misma metodología utilizada en la subzonificación de la zona 09-02.

- Actualización del catastro de la Urb. Pola Paz y Miño.
- Búsqueda de fugas visibles.
- Construcción de una cámara para macromedidor de 2" al ingreso de la Urb. Pola Paz y Miño
- Instalación de 70 micromedidores para completar la micromedición de todo el sector.
- Estudio de presiones

ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA URB. POLA PAZ Y MIÑO:

Se realizó un levantamiento de toda esta urbanización para determinar los sitios de ubicación de los micromedidores.

BÚSQUEDA DE FUGAS VISIBLES:

En el recorrido realizado no se encontraron fugas visibles

CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE HA PARA MACROMEDIDOR DE 2":

Se construyó una cámara de HA para la instalación de un macromedidor de 2" en el ingreso de la urbaización Pola Paz y Miño con el fin de conocer el consumo general del subsector y hacer una comparativa con la micromedición.

FIGURA 91. CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA PARA MACROMEDIDOR DE 2"
FUENTE. UNIDAD DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

INSTALACIÓN DE MICROMEDICIÓN:

En este sector se está instalando 70 micromedidores ultrasónicos para completar el 100% la micromedición y disminuir el IANC en esta zona.

FIGURA 92. INSTALACIÓN DE MICROMEDIDORES ULTRASÓNICOS
FUENTE. DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

Detalle de Ingreso de Micromedidores					
Cuenta	**Nombre**	**Clave Cat.**	**Medidor**	**Numero**	**Total Deuda**
68049	ZAVALA VALLEJO MARCO GREGORIO	09-02-03-03-0420-00-001	KA24010998	MZ-02 LT-11	0
68145	HERRERA LARCOS EDWIN ABEL	09-02-03-03-0435-00-001	KA24010988	MZ-02 LT-10	103
86666	QUEZADA VILLAVICENCIO EDWIN JHOVANNY	09-02-03-03-0440-00-001	KA24011077	MZ-02-LT 09	0
86938	RIVERA MUÑOZ ANGELICA MARIANELA	09-02-03-03-0450-00-001	KA24011075	MZ-02 LT-08	0

TABLA 30. DETALLE DE INGRESO DE MICROMEDIDORES EN URB. POLA PAZ Y MIÑO
FUENTE. UNIDAD DE CLIENTES, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

ESTUDIO DE PRESIONES SECTOR 17:

Para conocer la presión que existe en este sector se instalaron datalogger en dos viviendas (conexiones domiciliarias) de la Urb. Pola Paz y Miño, obteniendo los siguientes resultados:

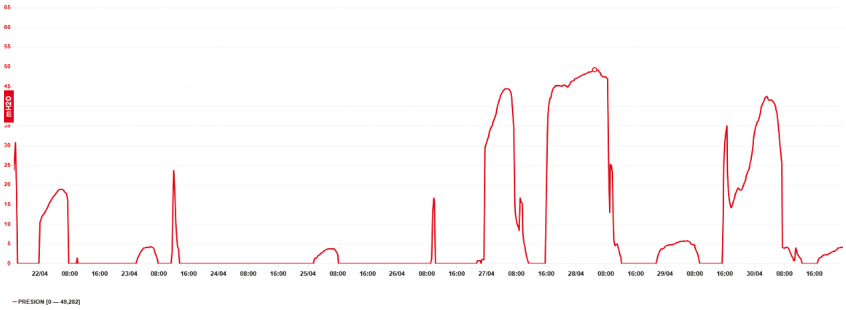


FIGURA 93. PRESIÓN EN LA URB. POLA PAZ Y MIÑO CTA. 68049
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

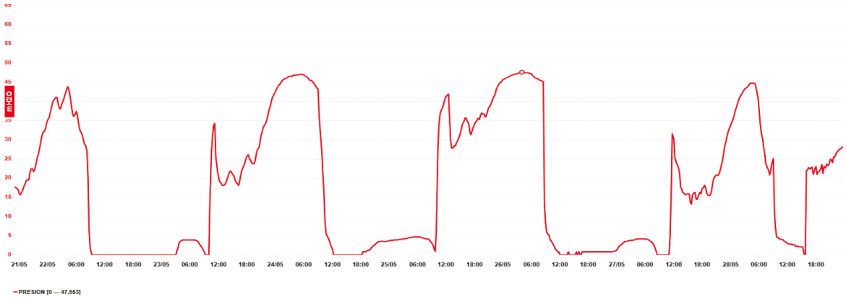


FIGURA 94. PRESIÓN EN LA URB. POLA PAZ Y MIÑO CTA. 68145
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Urb. / Coop.	Cta.	Fecha instalación	Presión mca 23:00 a 24h00		Presión mca 5:00 a 6h00		Presión mca 11:00 a 12h00		Presión mca 17:00 a 18h00	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Pola Paz y Miño	68049	21-04 al 30-04	33,6	4,07	49,28	3,58	23.59	1.74	45.20	14.74
Pola Paz y Miño	68145	21-05 al 28-05	45.57	3.58	47.18	3.83	43.23	3.33	34.09	15.93

TABLA 31. CUADRO DE PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS RUTA 17
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

5.4.3.8. COSTOS DE LAS ACTIVIDADES Y EQUIPOS NECESARIOS

Los costos de la primera y segunda etapa de subzonificación fueron los siguientes:

Actividades y Equipos	Costo	Responsable
Cámara de ingreso con sumergibilidad	50.000	EPMAPA-SD
Macro medidor de 16", válvulas y accesorios	19.600	JICA
Datalogger	1.800	JICA
Equipos portátiles para búsqueda de fugas	1.250	JICA
Capacitaciones nacionales	5.500	JICA
Capacitaciones internacionales	19.000	JICA
TOTAL	**97.150**	

TABLA 32. INVERSIÓN EN PRIMERA ETAPA SUBZONIFICACIÓN (ZONA 09-02)
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

Actividades y Equipos	Costo	Responsable
Cámara de ingreso con sumergibilidad	6.000	EPMAPA-SD
Macro medidor de 2", válvulas y accesorios	1.000	JICA
70 Micromedidores instalados	7.350	JICA
TOTAL	**14.350**	

TABLA 33. INVERSIÓN SEGUNDA ETAPA SUBSECTORIZACIÓN (URB. POLA PAZ Y MIÑO)
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

Plan piloto	JICA	Responsable
Primera etapa	47.150	50.000
Segunda etapa	8.350	6.000
Subtotal	55.000	56.000
Total Inversión	**111.500**	

TABLA 34. INVERSIÓN TOTAL DEL PLAN PILOTO
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

5.4.3.9. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El tiempo de recuperación de la inversión sería de 23 meses, de acuerdo al excedente de ingreso que ha existido en 2025.

Insumos	Volumen total facturado (USD)	Promedio volumen facturado m³
2024 (ene – may)	20,7549.76 USD	235633.00 m³
2025 (ene – may)	23,9946.53 USD	237627.00 m³
Incremento de Recaudación	**32,396.77 USD**	
Promedio mensual	6,479.35 USD	
Recuperación anual estimada	5,000.00 USD	
Inversión realizada	111,500.00 USD	
Tiempo estimado de recuperación de la inversión	23 meses	

TABLA 35. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, DIRECCIÓN COMERCIAL, EPMAPA-SD, 2025

5.4.4

CONFORMACIÓN DEL COMITÉ DE AGUA NO CONTABILIZADA

El 2024 se creó el Comité de Agua no Contabilizada (CANC), según resolución No. 34-EPMAPA-SD-DAJ-GG-EFNCH-2024, este Comité se encargará de agilizar los procesos para los casos réplica de subzonificación y subsectorización. El CANC está conformado por los siguientes funcionarios de EPMAPA-SD.

FIGURA 95. COMITÉ DE AGUA NO CONTABILIZADA
FUENTE. UNIDAD DE CONTROL DE PÉRDIDAS, EPMAPA-SD, 2025

Este Comité contará con una Comisión Técnica y un Secretario Técnico que serán los encargados de ejecutar la planificación y reunir toda la información para ser analizada por el CANC y avanzar de manera coordinada hacia el objetivo de disminuir el Índice de Agua No Contabilizada en el menor tiempo posible.

5.4.5

CASOS RÉPLICA

Con el conocimiento y la experiencia adquirida por los técnicos en los cursos recibidos y en la ejecución del proyecto piloto, se está replicando el mismo trabajo en varias urbanizaciones, tomándolas como subsectorizaciones, entre las que iniciamos con el diagnóstico están las siguientes:

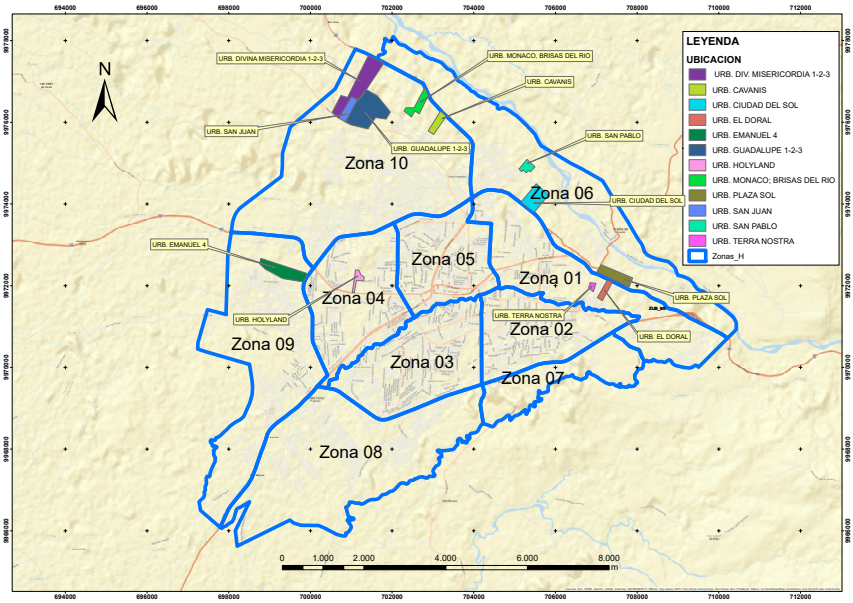


FIGURA 96. COMITÉ DE AGUA NO CONTABILIZADA
FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

5.4.6

MEJORAS EN LA GESTIÓN

El fortalecimiento de la gestión operativa, de mantenimiento y comercial es fundamental para garantizar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de agua potable. En este contexto, se plantean acciones orientadas a optimizar la operación de la red, mejorar la conservación de la infraestructura y fortalecer los procesos comerciales. Estas medidas permiten alcanzar una gestión técnica más eficiente, reducir pérdidas, asegurar la continuidad del servicio y promover una facturación acorde al consumo real de los usuarios.

OPERACIÓN

- Elaborar un cuadro final de presiones establecidas.
- Optimizar la operación de la red.
- Definir estrategias de control de demanda del cliente.
- Definir planos óptimos de presión.
- Implementar manuales de operación.

MANTENIMIENTO

- Mantenimiento correctivo más dinámico.
- Establecer el índice de pérdidas, localizar sus posibles causas y recomendar acciones para su recuperación o disminución, por sectores.
- Elaborar planes de renovación de redes.
- Ejecutar el mantenimiento preventivo de infraestructura y facilitar la rehabilitación de la infraestructura física.

COMERCIAL

- Elaborar procesos para cada actividad que le corresponda.
- Mantener actualizado el sistema comercial de la empresa.
- Llevar un buen registro de su parque de medidores.
- Diseñar estrategias que eme mantengan en el tiempo para aumentar la facturación medida.

FIGURA 97. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

5.4.7

PROYECTOS A FUTURO

Con la ayuda del Comité de Agua no Contabilizada y aplicando lo aprendido y las experiencias obtenidas de la Subzonificación de la zona 09-02, se pretende:

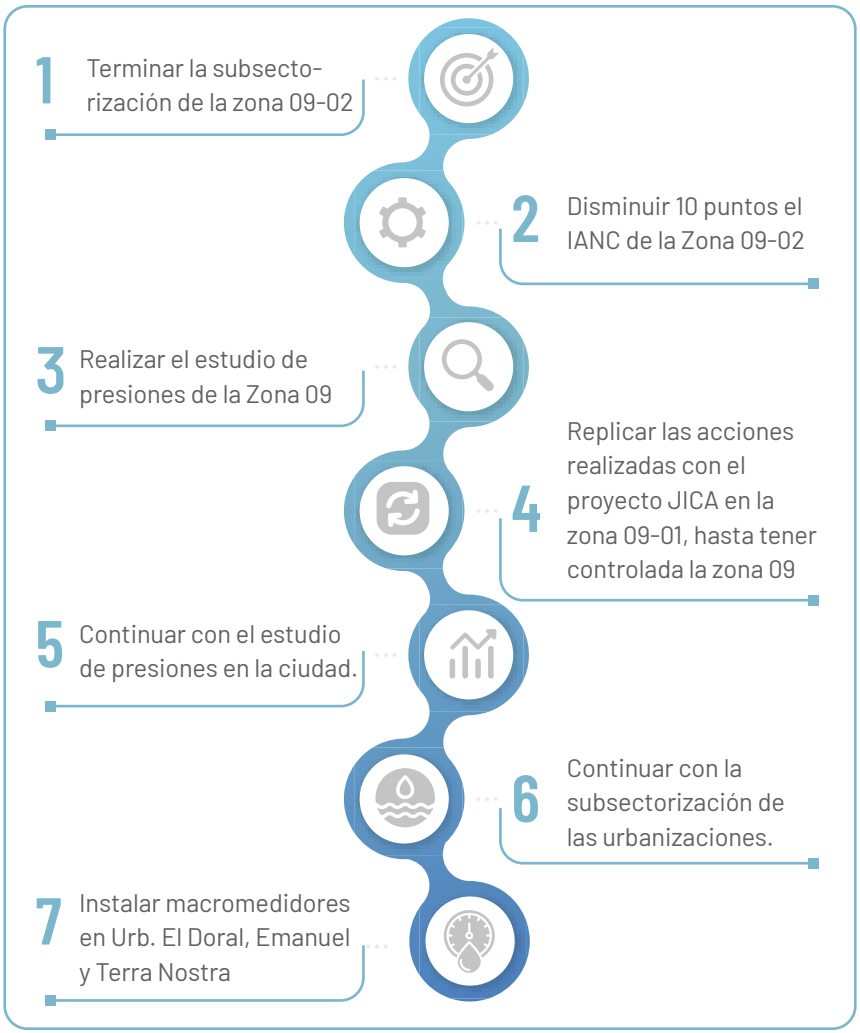


FIGURA 98. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
FUENTE. UNIDAD DE SIG, EPMAPA-SD, 2025

CAPÍTULO

06

HERRAMIENTAS PRÁCTICAS

06. HERRAMIENTAS PRÁCTICAS

6.1. Herramientas de diagnóstico y control operativo 173

6.2. Herramientas de gestión comercial 185

6.3. Herramientas tecnológicas y digitales 186

6.4. Herramientas de planificación y seguimiento 187

6.5. Herramientas de gestión institucional 189

6

HERRAMIENTAS PRÁCTICAS

El éxito en la reducción del Agua No Contabilizada (ANC) depende en gran medida de la aplicación sistemática de herramientas prácticas que permitan monitorear, evaluar y optimizar la gestión técnica y comercial de los sistemas de agua potable. Estas herramientas integran métodos de diagnóstico, instrumentos de control operativo, sistemas de información y mecanismos de seguimiento, que facilitan la toma de decisiones basadas en evidencia.

A continuación, se presentan las principales herramientas aplicables en la gestión del ANC, clasificadas según su función técnica y operativa:

6.1
HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y CONTROL OPERATIVO

Estas herramientas permiten identificar pérdidas físicas y comerciales, evaluar el desempeño hidráulico y establecer prioridades de intervención:

Herramienta	Descripción técnica	Aplicación práctica
Balance Hídrico según IWA	Cuantifica las entradas y salidas del sistema, desglosando volúmenes de agua producida, consumida, no contabilizada y pérdidas.	Determinación del índice de ANC y de pérdidas físicas y comerciales.
Modelación Hidráulica (EPANET, WaterGEMS, InfoWater)	Permite simular el comportamiento hidráulico de la red bajo distintos escenarios operativos.	Identificación de zonas de sobrepresión, bajas presiones y fugas no visibles.
Macromedición y Micromedición	Registro de caudales y presiones en puntos estratégicos y en predios de usuarios.	Base para balances sectorizados y control de eficiencia operativa.
Control Activo de Fugas	Aplicación de equipos como geófonos, correladores acústicos o sensores ultrasónicos.	Localización de fugas no visibles y priorización de reparaciones.
Barrido de Presiones y Caudales	Toma de registros simultáneos en distintos puntos de la red.	Evaluación de condiciones hidráulicas y validación de modelos.

FIGURA 99. HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025

El Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. (BDE B.P.) cuenta con una herramienta de diagnóstico, denominada ***"HANC (Herramienta de Agua No Contabilizada)"***[7] especializada diseñada para apoyar a los prestadores del servicio de agua potable y saneamiento en la evaluación integral de su sistema hidráulico. Esta herramienta permite realizar el balance hídrico completo, cuantificando con precisión los volúmenes de agua en cada etapa del sistema, desde la captación, conducción y tratamiento, hasta el almacenamiento, distribución y consumo final.

FIGURA 100. FASES DE ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025

Su estructura técnica incorpora parámetros operativos, comerciales y de control, que facilitan la identificación de pérdidas físicas y comerciales, así como la estimación del Índice de Agua No Contabilizada (IANC) bajo los lineamientos de la International Water Association (IWA). Además, esta herramienta integra módulos de análisis comparativo y georreferenciación de datos, lo que permite visualizar las eficiencias y deficiencias del sistema en tiempo real.

7. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zLS7mmyScfFSQ1onEpEQhFYI4pugN3jw/edit?gid=1014565137#gid=1014565137

Su uso sistemático contribuye a mejorar la toma de decisiones, optimizar la operación, priorizar inversiones y establecer planes de acción orientados a la reducción sostenible del ANC. De esta manera, el BDE B.P. fortalece las capacidades técnicas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y empresas públicas, promoviendo una gestión más eficiente, transparente y basada en evidencia para garantizar la sostenibilidad hídrica y la calidad del servicio a la población.

CAPTACIÓN

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	780.516

SISTEMA DE CAPTACIÓN	780.516
Existe Macromedidores CAPTACIÓN	**NO**
Ingreso de datos de caudal	**Promedio Anual**
Caudal Captado Promedio ANUAL [L/s]:	**24,75**
Caudal Captado Promedio ENERO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio FEBRERO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio MARZO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio ABRIL [L/s]:	
Caudal Captado Promedio MAYO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio JUNIO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio JULIO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio AGOSTO [L/s]:	
Caudal Captado Promedio SEPTIEMBRE [L/s]:	
Caudal Captado Promedio OCTUBRE [L/s]:	
Caudal Captado Promedio NOVIEMBRE [L/s]:	
Caudal Captado Promedio DICIEMBRE [L/s]:	

TRATAMIENTO

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN ADECUADO	
VOLUMEN PERDIDAS ADECUADAS	
COSTO DE PRODUCCIÓN [$/m³]	$0,77
PÉRDIDA FINANCIERA TOTAL [$]	$2.310,00
PÉRDIDA FINANCIERA ETAPAS [$]	$2.310,00
IAC TOTAL [%]	100,00%
IANC TOTAL [%]	0,00%
IANC FASES [%]	0,00%
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	627.720
VOLUMEN PERDIDAS [m³/año]	3.000

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	630.720
Existe Macromedidores PTAP	**NO**
Ingreso de datos de caudal	**Promedio Anual**
Caudal Tratado Promedio ANUAL [L/s]:	**20**
Caudal Tratado Promedio ENERO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio FEBRERO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio MARZO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio ABRIL [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio MAYO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio JUNIO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio JULIO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio AGOSTO [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio SEPTIEMBRE [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio OCTUBRE [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio NOVIEMBRE [L/s]:	
Caudal Tratado Promedio DICIEMBRE [L/s]:	

PERDIDAS POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAP	3.000
Modo de cálculo	**Valor específico**
Volumen utilizado O&M de la PTAP [m³/año]	3.000

CONDUCCIÓN TRATAMIENTO - ALMACENAMIENTO

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN ADECUADO	
VOLUMEN PERDIDAS ADECUADAS	
PÉRDIDA FINANCIERA TOTAL [$]	$3.827,67
PÉRDIDA FINANCIERA ETAPAS [$]	$1.517,67
IAC TOTAL [%]	99,69%
IANC TOTAL [%]	0,31%
IANC FASES [%]	0,31%
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	468.069
VOLUMEN PERDIDAS [m³/año]	1.971

EXPORTACIÓN DE AGUA TRATADA	**157.680**
Se EXPORTA agua tratada a otro sistema	**SI**
Ingreso de datos de caudal	**Promedio Anual**
Caudal Exportado Promedio ANUAL [L/s]:	**5,00**
Caudal Exportado Promedio ENERO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio FEBRERO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio MARZO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio ABRIL [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio MAYO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio JUNIO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio JULIO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio AGOSTO [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio SEPTIEMBRE [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio OCTUBRE [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio NOVIEMBRE [L/s]:	
Caudal Exportado Promedio DICIEMBRE [L/s]:	

FUGAS EN CONDUCCIÓN	**1.971**
Cantidad de fugas en conducción al año [u/año]	365
Caudal promedio de una fuga conducción [l/s]	0,5
Tiempo de reparación de la fuga [h]	3

ALMACENAMIENTO

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN ADECUADO	
VOLUMEN PERDIDAS ADECUADAS	
PÉRDIDA FINANCIERA TOTAL [$]	$15.248,31
PÉRDIDA FINANCIERA ETAPAS [$]	$11.420,64
IAC TOTAL [%]	72,20%
IANC TOTAL [%]	27,80%
IANC SECTOR [%]	27,48%
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	453.237
VOLUMEN PERDIDAS [m³/año]	14.832

REBOSES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	10.512
Existe Macromedidores TANQUES	**NO**
Existen reboses en los tanques	**SI**
Cantidad de tanques con desbordes [u]	365
Caudal de fuga del tanque [l/s]	1
Tiempo de rebose en el tanque al día [h]	8

FUGAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	4.320
Existen fugas en los tanques	**SI**
Cantidad de tanques con fugas [u/año]	80
Caudal de fuga por tanque tanque [l/s]	3
Tiempo de fuga en el tanque al día [h]	5

CONDUCCIÓN ALMACENAMIENTO - DISTRIBUCIÓN

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN ADECUADO	
VOLUMEN PERDIDAS ADECUADAS	
PÉRDIDA FINANCIERA TOTAL [$]	$60.778,41
PÉRDIDA FINANCIERA ETAPAS [$]	$45.530,10
IAC TOTAL [%]	62,78%
IANC TOTAL [%]	37,22%
IANC SECTOR [%]	9,42%
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	394.107
VOLUMEN PERDIDAS [m³/año]	59.130

FUGAS EN ALMACENAMIENTO - CONDUCCIÓN	162
Cantidad de fugas en conducción al año [u]	5
Caudal promedio de una fuga en tubería [l/s]	1,5
Tiempo de reparación fuga en conducción [h]	6

DISTRIBUCIÓN

DATOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
VOLUMEN ADECUADO	
VOLUMEN PERDIDAS ADECUADAS	
PÉRDIDA FINANCIERA TOTAL [$]	$179.440,80
PÉRDIDA FINANCIERA ETAPAS [$]	$118.662,39
IAC TOTAL [%]	38,23%
IANC TOTAL [%]	61,77%
IANC SECTOR [%]	24,55%
VOLUMEN CONTABILIZADO [m³/año]	240.000
VOLUMEN PERDIDAS [m³/año]	154.107

DISTRIBUCIÓN

FUGAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN	5.400
Cantidad de acometidas con fugas al año [u/año]	100
Caudal de fuga en redes de distribución [l/s]	3
Tiempo de fuga en redes de distribución [h/dia]	5

USUARIOS FACTURADOS MEDIDOS	100.000
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual distribuido [m³/año]	100.000

USUARIOS FACTURADOS NO MEDIDOS	100.000
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual distribuido [m³/año]	100.000

USUARIOS NO FACTURADOS MEDIDOS	20.000
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual distribuido [m³/año]	20.000

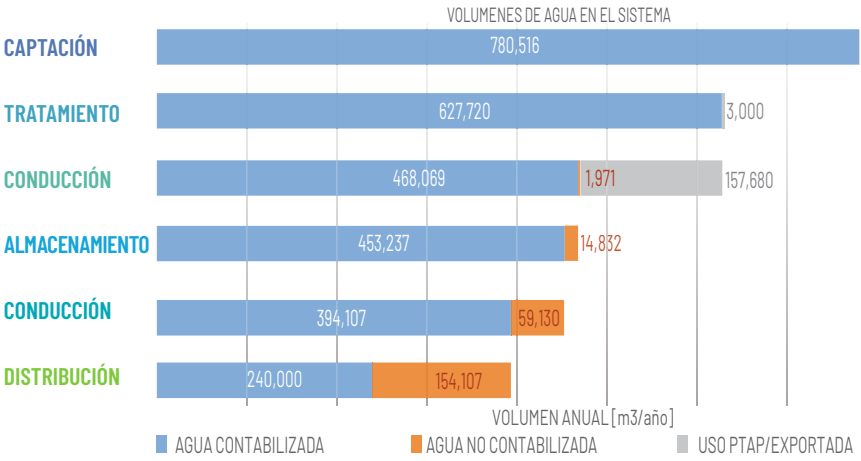
USUARIOS NO FACTURADOS NO MEDIDOS	20.000
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual distribuido [m³/año]	20.000

NUMERO DE USUARIOS	
Porcentaje cobertura de micromedidor	70,00%
Numero total de ususarios	100.000
Número de usuarios con medidor	70.000
Número de usuarios sin medidor	30.000

DISTRIBUCIÓN

PERDIDAS DE AGUA POTABLE	**230.040**
PERDIDAS FÍSICAS	**22.365**
PERDIDAS COMERCIALES	**207.675**
CONSUMO NO AUTORIZADO	**10.000**
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual no autorizado [m³/año]	10.000
INEXACTITUD EN MEDIDORES	**20.000**
Modo de cálculo de volumen de agua	**Valor específico**
Valor de volumen anual inexactitud medidores [m³/año]	20.000
ERRORES DE MANEJO DE DATOS	**177.675**

FIGURA 101. DATOS DE ANÁLISIS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025



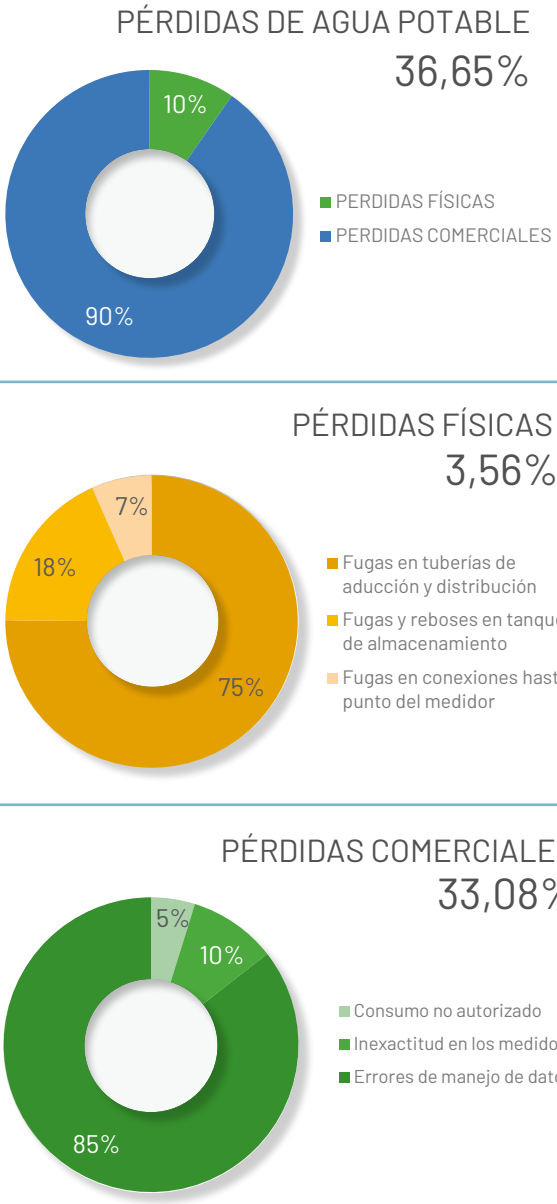


FIGURA 102. DISTRIBUCIÓN DE VOLÚMENES EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y PÉRDIDAS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025

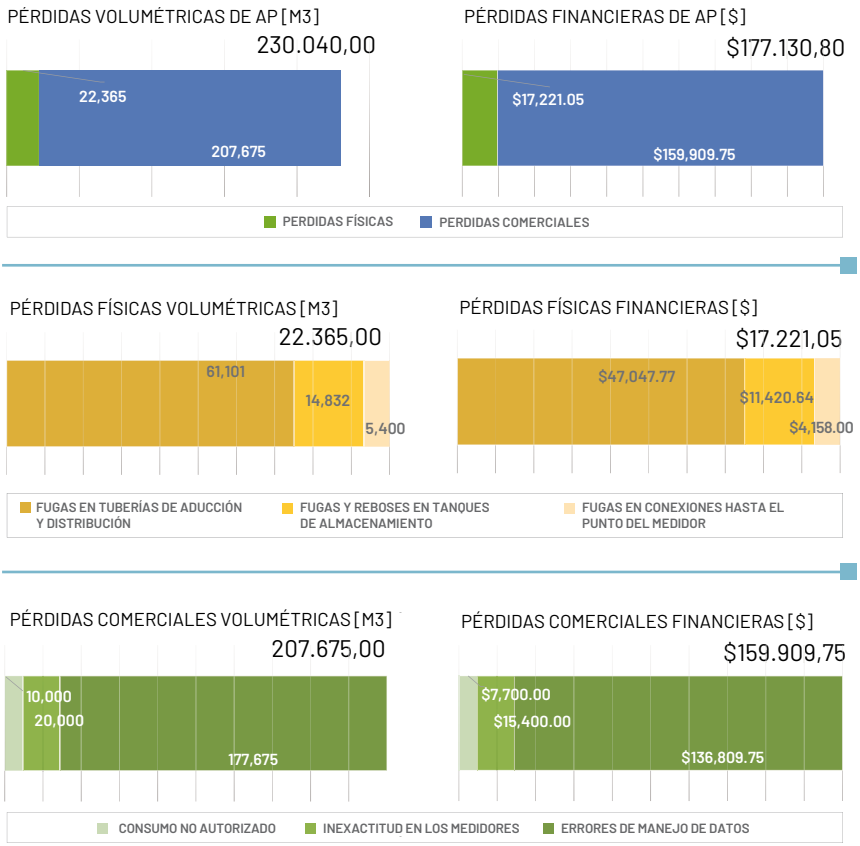


FIGURA 103. PÉRDIDAS VOLUMÉTRICAS Y FINANCIERAS
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025

<table>
<tr><td colspan="4">Volumen de entrada al sistema → 627.720 → 100%</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Consumo Autorizado
397.680
63,35%</td><td rowspan="5">Consumo Autorizado Facturado
357.680
56,98%</td><td colspan="2">Agua factura exportada</td><td rowspan="5">Agua Contabilizada 357.680
56,98%</td></tr>
<tr><td>157.680</td><td>25,12%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Consumo facturado medido</td></tr>
<tr><td>100.000</td><td>15,93%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Consumo facturado no medido</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Consumo Autorizado No Facturado
40.000
6,37%</td><td colspan="2">Consumo no facturado medido</td><td rowspan="11">Agua no Contabilizada IANC
329.008
52,41%</td></tr>
<tr><td>20.000</td><td>3,19%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Consumo no facturado no medido</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Pérdidas de Agua
230.040
36,65%</td><td rowspan="4">Perdidas COMERCIALES
207.675
33,08%</td><td colspan="2">Consumo no autorizado</td></tr>
<tr><td>20.000</td><td>3,19%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inexactitud en los medidores</td></tr>
<tr><td>177.675</td><td>28,30%</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Perdidas FÍSICAS
81.333
12,96%</td><td colspan="2">Fugas en tuberías de aducción y distribución</td></tr>
<tr><td>61.101</td><td>9,73%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fugas y reboses en tanques de almacenamiento</td></tr>
<tr><td>14.832</td><td>2,36%</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fugas en redes de distribución</td></tr>
<tr><td>5.400</td><td>0,86%</td></tr>
</table>

FIGURA 104. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, GDAT, 2025

6.2
HERRAMIENTAS DE GESTIÓN COMERCIAL

El componente comercial del ANC se controla mediante procesos estandarizados de registro, medición, facturación y verificación.

Herramienta/Proceso	Finalidad	Ejemplo o aplicación práctica
Auditorías Comerciales	Validar lecturas, identificar fraudes y verificar contratos.	Ficha de auditoría comercial (AC-004-2025).
Catastro Comercial Digitalizado (SIGA / GIS)	Unifica información técnica y de usuarios en una sola base georreferenciada.	Verificación de ubicación y tipología de consumo.
Lectura Remota (AMR/AMI)	Transmisión automática de datos de consumo desde los medidores.	Monitoreo continuo y detección temprana de anomalías.
Matriz de Irregularidades Comerciales	Registro estructurado de inconsistencias por tipo (lectura, manipulación, errores de facturación).	Seguimiento de pérdidas aparentes.
Indicadores Comerciales	Cuantificación de la eficiencia del proceso comercial.	% de micromedición funcional, % de morosidad, Índice de Facturación Eficiente.

FIGURA 105. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN COMERCIAL
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, DDAT, 2025

6.3
HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y DIGITALES

La transformación digital permite modernizar los procesos de control y gestión, integrando sensores, plataformas de monitoreo y bases de datos interoperables.

Tecnología	Función principal	Beneficio técnico
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)	Supervisión en tiempo real de variables operativas: caudal, presión, nivel, energía.	Control instantáneo de pérdidas y anomalías operativas.
Plataformas SIG / GIS	Georreferencia y análisis espacial de activos y usuarios.	Localización de fugas, planificación de mantenimiento.
Dashboard de Indicadores (Power BI, Qlik, Tableau)	Visualización de datos operativos y comerciales.	Seguimiento del IANC y de los indicadores clave de desempeño.
Aplicaciones móviles de campo	Registro y georreferenciación de datos en inspecciones.	Integración directa con el sistema de gestión central.
Sensores inteligentes de presión y caudal	Transmisión continúa de datos de operación.	Mejora del control y predicción de fallos.

FIGURA 106. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y DIGITALES
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, DDAT, 2025

6.4
HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO

Estas herramientas apoyan la gestión integral del programa de reducción del ANC mediante una estructura de planificación, control y evaluación continua.

A

MATRIZ DE PLANIFICACIÓN OPERATIVA (MPO)

Permite vincular actividades, indicadores, responsables y cronogramas.

Actividad	Indicador asociado	Meta / Unidad	Responsable	Plazo
Implementación de micromedición	% de conexiones medidas	≥ 80 %	Unidad Técnica	2025
Control activo de fugas	Nº de fugas detectadas y reparadas	≥ 50 fugas/año	O&M / Cuadrilla ANC	Trimestral
Actualización de catastro comercial	% de clientes validados	100 %	Unidad Comercial	Semestral
Revisión de modelos hidráulicos	Nº de sectores calibrados	≥ 3	Ingeniería	Anual
Capacitación al personal	Nº de técnicos capacitados	≥ 30	RRHH / BDE B.P.	Semestral

FIGURA 107. MATRIZ DE PLANIFICACIÓN OPERATIVA
FUENTE. BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR, DDAT, 2025

B

CHECKLISTS OPERATIVOS

Instrumentos de campo que verifican la aplicación de procedimientos técnicos, como inspección de medidores, detección de fugas o validación de presiones.

C

INDICADORES DE DESEMPEÑO OPERATIVO (KPI – ANC)

Los indicadores deben alinearse con las guías de la IWA y el sistema AquaRating. Principales indicadores:

- ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA (IANC %)
- ÍNDICE DE PÉRDIDAS FÍSICAS (M^3/KM.DÍA)
- ÍNDICE DE PÉRDIDAS COMERCIALES (%)
- ÍNDICE DE MICROMEDICIÓN OPERATIVA (%)
- EFICIENCIA EN LA RECAUDACIÓN (%)
- TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN DE FUGAS (H)
- EFICIENCIA DE LECTURA Y FA

FIGURA 108. PRINCIPALES INDICADORES
FUENTE. IWA, AQUARATING

6.5
HERRAMIENTAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL

El éxito sostenido del control del ANC requiere institucionalizar procesos y crear capacidades organizacionales.

- **MANUALES OPERATIVOS:**
  - Procedimientos estandarizados de inspección, reparación, calibración y registro.
- **PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO:**
  - Guías técnicas para programar intervenciones en redes, válvulas y medidores.
- **PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN CONTINUA:**
  - Módulos presenciales o virtuales sobre ANC, micromedición, GIS y modelación hidráulica.
- **COMITÉS DE COORDINACIÓN DEL ANC:**
  - Estructuras interdepartamentales (operaciones, comercial, planificación) con reuniones periódicas de seguimiento.
- **SISTEMA PDCA (PLAN – DO – CHECK – ACT):**
  - Mecanismo de mejora continua aplicado a la gestión del ANC, para retroalimentar los planes operativos y asegurar sostenibilidad.

FIGURA 109. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL
FUENTE. IWA, AQUARATING

CAPÍTULO

07

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

07. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones 192

7.2. Recomendaciones 195

7.1
CONCLUSIONES

Gestión técnica y organizacional integrada:

La reducción del Agua No Contabilizada (ANC) requiere una articulación efectiva entre áreas técnicas, comerciales y administrativas. La experiencia en las empresas piloto (RIOBAMBA-EP, EMAPAST y EPMAPA-SD) demuestra que los resultados más sólidos provienen de estrategias coordinadas, con metas claras y seguimiento constante mediante indicadores de desempeño.

Fortalecimiento institucional y capacitación continua:

La formación del personal técnico y operativo es un factor crítico de éxito. Los programas desarrollados con apoyo de JICA y ARCA consolidaron una masa crítica de profesionales capaces de aplicar metodologías internacionales adaptadas al contexto ecuatoriano.

Uso estratégico de la tecnología:

La incorporación de herramientas de macromedición, micromedición, sistemas SCADA, GIS y data loggers ha permitido un salto cualitativo en la precisión del diagnóstico, el control operativo y la gestión de presiones, consolidando la base para la digitalización del ciclo urbano del agua.

Resultados verificables y sostenibles:

Los proyectos piloto demostraron reducciones significativas en los índices de ANC, del orden del 5 % al 10 %, acompañadas de mejoras en la facturación y en la satisfacción de los usuarios. Estos logros evidencian que las inversiones en sectorización, medición y mantenimiento tienen un alto retorno técnico y económico.

Modelo de cooperación y gobernanza del agua:

La alianza entre JICA, ARCA y el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE B.P.) constituye un modelo de gestión interinstitucional exitoso, que combina financiamiento, asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades. Los Comités de Coordinación Conjunta, basados en el ciclo PDCA (Plan–Do–Check–Act), consolidan una cultura de mejora continua en las empresas públicas de agua.

Replicabilidad del modelo:

Las experiencias de las ciudades piloto han generado metodologías replicables en otros municipios del país, integrando la planificación, la operación, la educación técnica y la gobernanza del recurso como pilares de la eficiencia hídrica nacional.

CLARIFICADOR #1
AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO
CLARIFICADOR #4

EPMAPS

JICA

7.2
RECOMENDACIONES

- **Institucionalizar las Unidades de Agua No Contabilizada (ANC):**
  Formalizar estas unidades en la estructura orgánica de los prestadores de servicio, garantizando presupuesto, personal capacitado y mecanismos permanentes de monitoreo y evaluación.

- **Consolidar un sistema nacional de indicadores de eficiencia hídrica:**
  Implementar reportes estandarizados bajo lineamientos de la IWA y AquaRating, que permitan comparar, priorizar y financiar proyectos de reducción del ANC con criterios técnicos.

- **Fortalecer la gestión del conocimiento:**
  Crear una plataforma nacional de intercambio de experiencias, manuales, protocolos y lecciones aprendidas, que articule a técnicos municipales, universidades y organismos cooperantes.

- **Actualizar permanentemente el catastro técnico y comercial:**
  Integrar los sistemas SIG, bases de datos de medidores, y plataformas comerciales para evitar pérdidas comerciales, mejorando la trazabilidad de consumos y la planificación de mantenimiento.

- **Promover la inversión en tecnologías inteligentes:**
  Fomentar el uso de sistemas de lectura remota (AMI/AMR), sensores IoT y modelación hidráulica en tiempo real, priorizando su adopción en los sectores con mayores pérdidas.

- **Incentivar programas de educación y cultura del agua:**
  Incorporar campañas ciudadanas que promuevan el uso responsable del recurso, la denuncia de fugas, conexiones clandestinas y el pago oportuno del servicio, fortaleciendo la corresponsabilidad social.

CAPÍTULO

08

ANEXOS

08. ANEXOS

8.1. Acrónimos y Abreviaturas 198

8.2. Bibliografía de referencia aplicada 200

8.3. Tablas y datos 202

8.1
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Sigla	Significado
AMI / AMR	Advanced Metering Infrastructure / Automatic Meter Reading
ANC	Agua No Contabilizada
ARCA	Agencia de Regulación y Control del Agua
AWWA	American Water Works Association
BDE B.P.	Banco de Desarrollo del Ecuador B.P.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CNR	Cliente No Registrado
DMC	Distrito de Medición y Control
EPMAPA-SD	Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Santo Domingo
EMAPAST EP	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pastaza
EPANET	Software de simulación hidráulica para redes de agua potable
GIS / SIG	Sistema de Información Geográfica
GADM	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

IANC	Índice de Agua No Contabilizada
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
ISO	International Organization for Standardization
IWA	International Water Association
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
KPI	Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)
LORHUyA	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
O&M	Operación y Mantenimiento
PDCA	Plan – Do – Check – Act (Ciclo de Mejora Continua)
PUEA	Programa de Uso Eficiente del Agua
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SIGA	Sistema de Información de Gestión de Agua
USD	Dólares de los Estados Unidos de América
WWAP	World Water Assessment Programme (UNESCO)

8.2
BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA APLICADA

- **American Water Works Association – AWWA (2016).** Manual M36: Water Audits and Loss Control Programs (4th Edition). Denver, USA.
- **ARCA – Agencia de Regulación y Control del Agua (2017). Regulación DIR-ARCA-RG-006-2017:** Métodos de Recaudación por el Servicio de Agua Potable y Saneamiento. Quito, Ecuador.
- **ARCA – Agencia de Regulación y Control del Agua (2022). Regulación Nro. DIR-ARCA-RG-011-2022:** Norma Técnica para el Control de la Gestión del Uso Eficiente de Agua Potable. Quito, Ecuador.
- **ARCA – Agencia de Regulación y Control del Agua & Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. (2025).** Guía Técnica de Buenas Prácticas para la Reducción del Agua No Contabilizada en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- **AquaRating – Banco Interamericano de Desarrollo & IWA (2017).** Metodología AquaRating: Evaluación Integral de Desempeño de Empresas de Agua Potable y Saneamiento. Washington, D.C.
- **Banco de Desarrollo del Ecuador B.P. – BDE B.P. (2024).** Manual de Asistencia Técnica para la Gestión del Agua y Saneamiento. Quito, Ecuador.
- **Banco Mundial – World Bank (2018).** Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries: Best Practices and Lessons Learned. Washington, D.C.
- **BID – Banco Interamericano de Desarrollo (2020).** Gestión de pérdidas en sistemas de agua potable: Guía para prestadores de servicios. Washington, D.C.
- **EMAPAST EP (2023).** Informe Técnico: Sectorización y Diagnóstico Operativo del Sistema de Agua Potable de Puyo. Puyo, Ecuador.
- **IWA – International Water Association (2000).** Performance Indicators for Water Supply Services. London, UK.

- **IWA – International Water Association (2016).** Best Practice Performance Indicators for Water Supply and Wastewater Utilities (2nd Edition). London, UK.
- **JICA – Japan International Cooperation Agency (2015).** Water Loss Management Training Program: Lessons from Asia and Latin America. Tokyo, Japan.
- **JICA – Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2023).** Programa de Fortalecimiento de la Capacidad para la Gestión del Agua No Contabilizada en Ecuador. Quito, Ecuador.
- **Lambert, A. (2003).** Assessing Non-Revenue Water and Its Components: A Practical Approach. IWA Publications, London.
- **SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2020).** Programa Integral de Control de Pérdidas y Eficiencia Operativa. São Paulo, Brasil.
- **SEDAPAL – Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2015).** Proyecto de Reducción de Pérdidas en Redes Secundarias. Lima, Perú.
- **UNESCO-WWAP (2022).** The United Nations World Water Development Report 2022: Groundwater – Making the Invisible Visible. Paris, France.
- **UN-Habitat (2021).** Guidelines for Water Utility Management and Performance Improvement in Developing Countries. Nairobi, Kenya.
- **WHO – World Health Organization (2017).** Guidelines for Drinking-water Quality (4th Edition). Geneva, Switzerland.
- **WWAP – World Water Assessment Programme (2020).** Water and Climate Change Report. UNESCO, Paris.

8.3
TABLAS Y DATOS

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LAS VÁLVULAS COLOCADAS

N.º	Diámetro de Válvula	Simbología	Ubicación
1	63 mm	VLS-01	Av. Ceslao Marín y Calle Rio Bobonaza
2	110 mm	VLS-02	Av. Ceslao Marín y Calle Rio Tigre
3	63 mm	VLS-03	Av. Ceslao Marín y Calle Rio Curaray
4	63 mm	VLS-04	Av. Ceslao Marín y Calle Eugenio Espejo
5	110 mm	VLS-05	Av. Ceslao Marín y Calle Juan de Velasco
6	63 mm	VLS-06	Calle Teniente Hugo Ortiz y Calle Juan de Velasco
7	110 mm	VLS-07	Calle Teniente Hugo y Calle Cumandá
8	110 mm	VLS-08	Calle Teniente Hugo y Calle Cumandá
9	63 mm	VLS-09	Calle Teniente Hugo y Calle General Villamil
10	110 mm	VLS-10	Calle Teniente Hugo y Calle General Villamil
11	63 mm	VLS-11	Calle Teniente Hugo y Calle 27 de Febrero
12	160 mm	VLS-12	Calle Teniente Hugo y Calle 9 de Octubre
13	63 mm	VLS-13	Calle Teniente Hugo y Calle 10 de Agosto
14	63 mm	VLS-14	Calle Teniente Hugo y Calle Jacinto Dávila
15	110 mm	VLS-15	Av. Alberto Zambrano y Calle Amazonas
16	110 mm	VLS-16	Av. Alberto Zambrano y Calle Amazonas
17	110 mm	VLS-17	Av. Alberto Zambrano y Calle 9 de Octubre
18	313 mm	VLS-18	Calle Nueva Loja, detrás de CNE
19	110 mm	VLS-19	Av. González Suárez y Calle 9 de Octubre
20	110 mm	VLS-20	Av. González Suárez y Calle 9 de Octubre
21	63 mm	VLS-21	Av. González Suárez
22	160 mm	VLS-22	Av. González Suárez
23	63 mm	VLS-23	Calle Fray Sadoc Valladares
24	63 mm	VLS-24	Calle Fray Sadoc Valladares

FUENTE. EMAPAST

ANEXO 2. DATOS DE LOS MACROMEDIDORES

Timestamp	Volumeflow (m³/s)	Totalizer1 (m³)
2024-11-01 00:00:00	1.7413E-02	1.2391E+005
2024-11-01 00:15:00	1.5823E-02	1.2393E+005
2024-11-01 00:30:00	1.3479E-02	1.2394E+005
2024-11-01 00:45:00	1.3786E-02	1.2395E+005
2024-11-01 01:00:00	1.3740E-02	1.2396E+005
2024-11-01 01:15:00	1.4087E-02	1.2398E+005
2024-11-01 01:30:00	1.4459E-02	1.2399E+005
2024-11-01 01:45:00	1.4712E-02	1.2400E+005
2024-11-01 02:00:00	1.4915E-02	1.2401E+005
2024-11-01 02:15:00	1.5130E-02	1.2403E+005
2024-11-01 02:30:00	1.5231E-02	1.2404E+005
2024-11-01 02:45:00	1.5461E-02	1.2406E+005
2024-11-01 03:00:00	1.7322E-02	1.2407E+005
2024-11-01 03:15:00	1.7644E-02	1.2409E+005
2024-11-01 03:30:00	1.7751E-02	1.2410E+005
2024-11-01 03:45:00	1.7708E-02	1.2412E+005
2024-11-01 04:00:00	1.7724E-02	1.2414E+005
2024-11-01 04:15:00	1.7873E-02	1.2415E+005
2024-11-01 04:30:00	1.7854E-02	1.2417E+005
2024-11-01 04:45:00	1.7968E-02	1.2418E+005
2024-11-01 05:00:00	1.7994E-02	1.2420E+005

FUENTE. EMAPAST

ANEXO 3. GEOREFERENCIACIÓN DE LOS MICROMEDIDORES VICTORIA DE LEÓN 1

FECHA DE INSTALA-CION	DIAME-TRO	CUENTA	NUMERO MEDIDOR	CEDULA SIIM	NOMBRE CONSUMIDOR SIIM	OBSERVACION
21/5/18	1/2	5797	2315001978	1600508806	REYES JIMENEZ LUPE LILIBETH	
23/7/16	1/2	3350	A17G204505	1600082554	JIMBIQUITI ZHAPACO JOSE LUIS	
23/7/16	1/2	1988	40307215	1800851915	POZO AGUAGUINA ROSA MARLENE	
21/3/14	1/2	5693	20006667	1600118721	PEREZ NARANJO FAUSTO ENRIQUE	
25/2/15	1/2	1989	14067695	1600333981	SANTANA PEREZ RODRIGO HERNAN	
1/12/11	1/2	12144	81174482	1600333981	SANTANA PEREZ RODRIGO HERNAN	
26/11/14	1/2	12836	14006352	1801212844	ORTEGA SALAZAR CARLOS LUIS	
26/11/14	1/2	13724	14002607	1801212844	ORTEGA SALAZAR CARLOS LUIS	
26/11/09	1/2	1990	20303612	1600118721	PEREZ NARANJO FAUSTO ENRIQUE	
12/9/14	1/2	1987	12062388	1801494806	ORTIZ MIRANDA RIGOBERTO BENZULINO	
26/11/09	1/2	5223	40307391	501709224	UNAPUCHA ANGEL MARIO	
20/5/15	1/2	14029	14001744	501709224	UNAPUCHA ANGEL MARIO	
22/5/13	1/2	12592	12062303	1600268575	SARMIENTO LEDESMA CESAR GEOVANNY	
25/9/15	1/2	1985	2315000685	1800707117	CAICEDO ZAMORA JUAN ENRIQUE	
26/11/09	1/2	1984	A17G204329	1600254161	FLOREZ TAMAYO ELOY	
27/3/18	1/2	1983	140746	1400012561	FLORES NORITZ DANIEL SALVADOR	
18/9/18	1/2	1981	A17G204159	1600127508	MONTUFAR CAMACHO CLEVER ARTURO	
27/1/14	1/2	1982	13006206	1600159428	LESCANO JENNY MARIA	
26/11/09	1/2	4340	2878870	1801977503	ESPIN MONTESDEOCA JORGE TARQUINO	
29/4/16	1/2	14450	1730	602593717	CABEZAS LEÓN JORGE IVAN	
21/3/14	1/2	5392	980912883	1700523796	HARO RIVERA JOSE LUIS	
15/6/16	1/2	6166	6140657	1691705915001	ASOCIACION DE LA TERCERA EDAD CIUDAD DE PUYO	

CLAVE CATASTRAL SIIM	X	Y	CAMBIO MEDI-DOR	CATEGORIA	NEGOCIO	ALCAN-TARI-LLADO	REQUE-RIMIEN-TO
160150001006046012000000000	164863,9551	9835131,196		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046013000000000	164860,4332	9835140,124		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046021000000000	164883,4423	9835150,648		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046016000000000	164889,5495	9835156,138		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046014000000000	164851,6442	9835159,079		COMERCIAL	Tienda	Alcan. - Si tiene	
160150002006046014000000000	164850,4962	9835161,67		RESIDENCIAL	Tienda	Alcan. - Si tiene	
160150001006046015000000000	164868,4277	9835175,901		COMERCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046015000000000	164871,3039	9835176,924		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046016000000000	164881,8738	9835180,034		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046017000000000	164913,4242	9835185,597		RESIDENCIAL	Tapiz mueble	Alcan. - Si tiene	
160150001006046018000000000	164943,1555	9835189,486		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006046018000000000	164947,0069	9835190,045		INDUSTRIAL	Comercial	Alcan. - Si tiene	Reubicar
160150001006046019000000000	164974,1823	9835193,522		COMERCIAL	Ferreteria	Alcan. - Si tiene	
160150001006046001000000000	164995,7607	9835196,178		COMERCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	Reubicar malla
160150002006046002000000000	165011,6023	9835171,4		COMERCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046004000000000	165020,8759	9835115,674		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046006000000000	164990,8478	9835114,509		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046007000000000	164972,082	9835114,951		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046008000000000	164957,5778	9835115,25		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046009000000000	164941,5845	9835115,516		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006046011000000000	164887,3505	9835115,893		RESIDENCIAL	Terreno vacio	Alcan. - Si tiene	
160150002006047009000000000	164891,3136	9835103,647		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. No tiene	

ANEXO 3. GEOREFERENCIACIÓN DE LOS MICROMEDIDORES VICTORIA DE LEÓN 1

FECHA DE INSTALA-CION	DIAME-TRO	CUENTA	NUMERO MEDIDOR	CEDULA SIIM	NOMBRE CONSUMIDOR SIIM	OBSERVACION
26/11/09	1/2	4714	10910044	703547265	PACHECO ORTEGA VANESSA JUDITH	
15/6/16	1/2	14519	14006223	1600274052	ALDAZ JACOME RODMAN ARTURO	
26/11/09	1/2	2850	825	1600193716	TELLO BENALCAZAR RAUL ESTUPINAN	
30/11/16	1/2	1971	140	1202021836	SILVA FIALLOS KLEBER EUCLIDES	
13/8/15	1/2	1970	2315001994	1600104119	HARO FIALLOS CARLOS MANUEL	
21/8/19	1/2	16293	A17G203983	1600104119	HARO FIALLOS CARLOS MANUEL	
3/11/11	1/2	2940	805027521	1600224685	SANCHEZ SILVA TERESA MARLENE	
22/6/15	1/2	1973	705021114	1703803203	PALACIOS CHULCA OSWALDO RODRIGO	
3/1/23	1/2	17457	14066387	1703803203	PALACIOS CHULCA OSWALDO RODRIGO	
17/1/11	1/2	1969	1510000378	1600128043	RODRIGUEZ VILLAVICENCIO RUBEN WILFRIDO	
31/1/16	1/2	10961	1510000844	1690015915001	ASOCIACION DE NOVIDENTES DE PASTAZA	
26/11/09	1/2	4702	J16LB713208T	1691703696001	GREMIO DE MAESTROS SASTRES/AFINES	
16/5/18	1/2	10991	705030519	1600154742	ESPIN MARTINEZ DELIA MARIA	
20/8/15	1/2	6223	0	1691721929001	FUNDACION DE APOYO HUMANO Y SOCIAL ABRAZARTE	
12/9/14	1/2	1968	20302795	1800373787	FONSECA MIRANDA MARIA TERESA	

CLAVE CATASTRAL SIIM	X	Y	CAMBIO MEDI-DOR	CATEGORIA	NEGOCIO	ALCAN-TARI-LLADO	REQUE-RIMIEN-TO
160150002006047007000000000	164937,8789	9835102,721		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006047001000000000	165035,6547	9835093,361		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006047002000000000	165040,8436	9835077,318		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	Reubicar vidrio
160150002006047003000000000	165045,2741	9835063,934		COMERCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	Reubicar malla
160150002006047004000000000	165052,1478	9835043,164		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006047004000000000	165053,1996	9835039,986		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006047005000000000	165030,902	9835017,4	80502 7524	RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006048001000000000	165062,6355	9835011,185		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006048001000000000	165063,4925	9835008,517		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006048002000000000	165068,8378	9834991,996		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150002006048003000000000	165073,7715	9834976,929		RESIDENCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	
160150001006048006000000000	165054,7103	9834934,288		RESIDENCIAL	Comedor	Alcan. - Si tiene	
160150001006048007000000000	165037,2859	9834926,625		COMERCIAL	Restau-rante	Alcan. - Si tiene	
160150002006048008000000000	165020,2096	9834957,763		RESIDENCIAL	Fundacion de apoyo	Alcan. - Si tiene	Cone-xión directa
160150001006043006000000000	165090,0772	9834967,079		COMERCIAL	Residencial	Alcan. - Si tiene	

FUENTE. EMAPAST

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de Cuentas, caudales facturados y distribuidos 2025 **085**

Tabla 2. Caudales Facturados de los Subsectores San Vicente 1 y 2 **096**

Tabla 3. Caudales Facturados de los Subsectores San Vicente 3,4 y Tarqui **097**

Tabla 4. Programa de Capacitación en Tercer País **102**

Tabla 5. Red de distribución y zonas de servicio **103**

Tabla 6. Estimación del Índice de Agua No Contabilizada (IANC) 2017-2024 **105**

Tabla 7. Clasificación de consumos y número de usuarios **110**

Tabla 8. Clasificación de consumos y número de usuarios **111**

Tabla 9. Registro Volumétrico **112**

Tabla 10. Cálculo del índice de agua no contabilizada con medición sector Y-2. **115**

Tabla 11. Plan de acción sector Y-2. **118**

Tabla 12. Resultados del Cooperante JICA **120**

Tabla 13. Acciones de optimización 1 **121**

Tabla 14. Acciones de optimización 2 **124**

Tabla 15. Distribución a zonas desde tanques de reserva **129**

Tabla 16. Índice de agua no contabilizada **130**

Tabla 17. Registro de presiones **136**

Tabla 18. Datos de diagnóstico del sistema **141**

Tabla 19. Datos de diagnóstico de la red de distribución **141**

Tabla 20. Datos de la subzona 09-02 **143**

Tabla 21. Datos de incidencias en la red **145**

Tabla 22. Estado y clasificación de conexiones **148**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 23. Conexiones con mayor consumo 149

Tabla 24. Conexiones con mayor consumo 149

Tabla 25. Incidencias en conexiones domiciliarias 150

Tabla 26. Conexiones con mayor consumo 151

Tabla 27. Rangos de consumo en la zona 09-02 152

Tabla 28. Agua no contabilizada en la zona 09-02 154

Tabla 29. Cuadro de Presiones Máximas y Mínimas Zona 09-02 159

Tabla 30. Detalle de Ingreso de Micromedidores en Urb. Pola Paz Y Miño 162

Tabla 31. Cuadro de Presiones Máximas y Mínimas Ruta 17 163

Tabla 32. Inversión en primera etapa subzonificación (Zona 09-02) 164

Tabla 33. Inversión segunda etapa subsectorización (Urb. Pola Paz y Miño) 164

Tabla 34. Inversión total del plan piloto 164

Tabla 35. Tiempo de recuperación de la inversión 165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del ANC en el Ecuador 015

Figura 2. Fase de planeación para reducir el ANC 016

Figura 3. Teoría de la gestión para reducir el ANC 017

Figura 4. Indicadores más utilizados para priorizar 018

Figura 5. Clasificación de desempeño 019

Figura 6. Criterios de Priorización 020

Figura 7. Integración del control de ANC en la gestión integral 021

Figura 8. Pasos para realizar un diagnóstico en campo 025

Figura 9. Herramientas y software recomendados 026

Figura 10. Fichas de levantamiento de datos 027

Figura 11. Ejemplo de Ficha de inspección de medidores 028

Figura 12. Ejemplo de Ficha de inspección de medidores 029

Figura 13. Ejemplo de Ficha de cliente no registrado 030

Figura 14. Ejemplo de Ficha de auditoría comercial 031

Figura 15. Regulación y control al uso eficiente del agua 036

Figura 16. Gestión de pérdidas físicas 037

Figura 17. Control activo de fugas 039

Figura 18. Gestión de presión 040

Figura 19. Gestión de pérdidas comerciales 041

Figura 20. Acciones para ejecutar la micromedición 042

Figura 21. Mantenimiento preventivo y correctivo 045

Figura 22. Tecnología y digitalización 046

Figura 23. Capacitación y gestión del cambio 047

Figura 24. Indicadores para reporte y mejora 053

Figura 25. Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Puyo 064

Figura 26. Mapeo realizado mediante ingeniería Subterránea 065

Figura 27. Densidad poblacional por sectores de la ciudad 066

Figura 28. Elevaciones de la ciudad 066

Figura 29. Velocidad de la red de distribución de la ciudad 067

Figura 30. Análisis de presiones en la ciudad 067

Figura 31. Subsectorización Tanque de reserva La Constructora 068

Figura 32. Subsectorización Tanque de reserva La Isla 069

Figura 33. Subsectorización Tanque de reserva Victoria de León 069

Figura 34. Subsectorización Tanque de reserva La Palestina 070

Figura 35. Subsectorización Tanque de reserva La Palestina 070

Figura 36. Subsectorización de la Red de distribución de Puyo 071

Figura 37. Subsector Victoria de León 1 073

Figura 38. Subsector Victoria de León 2 074

Figura 39. Ubicación de las redes subsectorización Victoria de León 1 075

Figura 40. Trabajos de colocación de Tubería Victoria de León 1 076

Figura 41. Ubicación de las redes subsectorización Victoria de León2 077

Figura 42. Trabajos de colocación de Tubería Victoria de León 2 078

Figura 43. Colocación de las válvulas límite 079

Figura 44. Ubicación Válvulas límite del plan piloto Victoria 1 079

Figura 45. Ubicación Válvulas límite del plan piloto Victoria 2 079

Figura 46. Diseño de las Cajas de Hormigón para la Macromedición 080

Figura 47. Instalación de los Macromedidores dentro de las cajas de Hormigón 081

Figura 48. Rutas Nuevas de Lecturas de Medidores 1-2 082

Figura 49. Rutas Nuevas de Lecturas de Medidores 3-4 083

Figura 50. Rutas Nuevas de Lecturas de Medidores 5-6 084

Figura 51. Verificación con el Banco de medidores 086

Figura 52. Donación de los micromedidores por parte de JICA 087

Figura 53. Ubicación de los Hidrantes Victoria de León 1 089

Figura 54. Ubicación de los Hidrantes Victoria de León 2 090

Figura 55. Inspecciones acústicas para la hermeticidad del Subsector 091

Figura 56. Comité del ANC 092

Figura 57. Transformación en la Gestión del Agua con JICA-ARCA 099

Figura 58. Principios de gestión JICA. 100

Figura 59. Cadena de valor del sistema de agua potable Yaruquíes 104

Figura 60. Área de servicio del sistema de agua potable Yaruquíes 104

Figura 61. Esquema red de distribución de agua potable Yaruquíes 107

Figura 62. Sector Y-2 de la red de distribución Yaruquíes _puntos de alimentación 108

Figura 63. Mapa de presiones máximas y mínimas sistema de agua potable Yaruquíes 109

Figura 64. Desarrollo del plan piloto sector Y-2. 113

Figura 65. Acciones para disminución de pérdidas físicas 114

Figura 66. Acciones para disminución de pérdidas comerciales 115

Figura 67. Ubicación de tanque de reserva 129

Figura 68. Registro de pérdidas por rebose en tanques de reserva 130

Figura 69. Índice de agua no contabilizada 131

Figura 70. Esquema de sectorización 132

Figura 71. Criterios de relación entre antigüedad de tubería vs fallas del sistema 133

Figura 72. Ejemplo de registro de datos de fallas del sistema 134
Figura 73. Sectorización del sistema 137
Figura 74. Ubicación de la zona 09-02 138
Figura 75. Ubicación de la zona 09-02 139
Figura 76. Esquema de la línea de transmisión de tanques a zona 09-02 140
Figura 77. Capacitación a terceros 142
Figura 78. Capacitación a terceros interno 142
Figura 79. Incidencias operativas 2023 144
Figura 80. Plan de acción para IANC 146
Figura 81. Datos de planimetría 1 150
Figura 82. Datos de planimetría 2 151
Figura 83. Construcción cámara de ingreso a zona 09-02 152
Figura 84. Instalación del Macromedidor 153
Figura 85. Índice de Agua no contabilizada 2024 155
Figura 86. Índice de Agua no contabilizada 2025 155
Figura 87. Identificación de zonas de presión por alturas 157
Figura 88. Ubicación De Puntos De Toma De Presión 158
Figura 89. Presión en la Urbanización Pola Paz y Miño Cta. 68049 159
Figura 90. Presión en Coop. Nueva Aurora Cta. 86666 159
Figura 91. Construcción de cámara para macromedidor de 2 161
Figura 92. Instalación de micromedidores ultrasónicos 161
Figura 93. Presión En La Urb. Pola Paz y Miño Cta. 68049 162
Figura 94. Presión En La Urb. Pola Paz y Miño Cta. 68049 163
Figura 95. Comité de Agua No Contabilizada 166

Figura 96. Comité de Agua No Contabilizada 167

Figura 97. Conclusiones y recomendaciones 168

Figura 98. Conclusiones y recomendaciones 169

Figura 99. Herramientas de diagnóstico 173

Figura 100. Fases de análisis de los sistemas de agua potable 174

Figura 101. Datos de análisis del sistema de agua potable 181

Figura 102. Distribución de volúmenes en el sistema de agua potable y pérdidas 182

Figura 103. Pérdidas volumétricas y financieras 183

Figura 104. Balance hídrico del sistema de agua potable 184

Figura 105. Herramientas de gestión comercial 185

Figura 106. Herramientas tecnológicas y digitales 186

Figura 107. Matriz de planificación operativa 187

Figura 108. Principales Indicadores 188

Figura 109. Herramientas de gestión institucional 189

PARTICIPANTES

Marco Alfonso de la Torre B. - BDE B.P.
Técnico Dirección de desarrollo de Asistencia Técnica
https://www.linkedin.com/in/marco-de-la-torre-bravo-217863128/

César Alejandro Intriago Z. - ARCA
Asistente Técnico en la Agencia de Regulación y Control del Agua
https://www.linkedin.com/in/c%C3%A9sar-alejandro-intriago-zambrano-a76b54b1/

Alicia Margarita Estacio Ch. - ARCA
Analista Técnica de Agua Potable y Saneamiento
https://www.linkedin.com/in/alicia-estacio-a4b14a303

Juan Carlos Chávez Cabrera - JICA
Oficial Senior en la Agencia de Cooperación Internacional de Japón
https://www.linkedin.com/in/juan-chavez-c-6ab90659

Jorge Andrés Huacho Oleas - JICA
Consultor en la Agencia de Cooperación Internacional de Japón
https://www.linkedin.com/in/jorge-huacho-oleas-92734461

Nanako Hirayama - JICA
Coordinadora en la Agencia de Cooperación Internacional de Japón
https://www.linkedin.com/in/nanako-hirayama-9a0288288

Guillermo Silva Méndez - EPMAPA SD
Director de la Unidad de Control de Pérdidas
ing_kafer2129@hotmail.com

María Paola Álvarez - EPMAPA SD
Técnica de la Unidad de Control de Pérdidas
https://www.linkedin.com/in/paola-alvarez-2176803a0

Karla Fernanda Andaluz C. - EMAPAST EP
Técnico de calidad del Agua y Ambiente
silva_mendez@yahoo.com

Angélica María Calles Q. - EMAPAST EP
Técnica de infraestructura operación y mantenimiento 3
https://www.linkedin.com/in/angelica-calles-689360106/

Yadyra Marianela León E. - RIOBAMBA EP
Técnica de Ingeniería
https://www.linkedin.com/in/yadyra-le%C3%B3n-encalada-4821823a0

Otto Paúl Merino B. - RIOBAMBA EP
Director de Control de pérdidas
https://www.linkedin.com/in/otto-merino-a924b993

PARTICIPANTES:

Banco de Desarrollo del Ecuador B.P.

Autor. **Marco De la Torre Bravo**
Colaborador. **Tito Vanegas**

Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA

Autor y Consultor. **Jorge Huacho**
Colaboradora. **Nanako Hirayama**
Colaborador. **Juan Carlos Chávez**

Agencia de Regulación y Control del Agua - ARCA

Autor. **Alicia Margarita Estacio Ch.**
Colaborador . **César Intriago**
Colaboradora. **Andrea Gómez**

EPMAPA SD

Autor. **Guillermo Silva Méndez**
Colaborador. **María Paola Álvarez**

EMAPAST EP

Autor. **Karla Fernanda Andaluz C.**
Autor. **Angélica María Calles Q.**

RIOBAMBA EP

Autor. **Yadyra Marianela León E.**
Colaborador. **Otto Paúl Merino B.**

PUBLICADO POR:

bde
BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR B P
www.bde.fin.ec

EL NUEVO ECUADOR
Agencia de Regulación Y Control del Agua
www.regulacionagua.gob.ec

JICA
www.jica.go.jp

Riobamba EP
www.epemapar.gob.ec

EMAPAST-EP
EMPRESA PÚBLICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE PASTAZA
www.emapast.puyo.gob.ec

EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
EPMAPA- SD
www.epmapasd.gob.ec

La reproducción y uso de los contenidos de la presente publicación son libres mientras se reconozca su origen.

ISBN: 978-9907-0-0666-7