

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TESIS

**“ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN
EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA – CELENDÍN,
2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO HIDRÁULICO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALEXIS SALOMÓN VÁSQUEZ VARGAS

ASESOR:

Dr. Ing. GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: ALEXIS SALOMÓN VÁSQUEZ VARGAS
DNI: 75259499
Escuela Profesional: Ingeniería Hidráulica
2. Asesor: Gaspar Virilo Méndez Cruz
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL
BARRIO BELLAVISTA – CELENDÍN, 2024
6. Fecha de evaluación: 03/09/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19 %
9. Código Documento: Oid: 3117:491142332
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: Cajamarca, 03 de septiembre de 2025



FIRMA DEL ASESOR
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

DNI: 26631950



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 03/09/2025 10:44:54-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TÍTULO : ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN, 2024.

ASESOR : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0047-2026-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 13 de enero de 2026, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **dieciséis días del mes de enero de 2026**, siendo las diecisiete horas (5:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A - Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Secretario : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN, 2024**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica **ALEXIS SALOMÓN VÁSQUEZ VARGAS**, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 07 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 18 PTS

Dieciocho (En letras)

En consecuencia, se lo declara aprobado con el calificativo de Dieciocho (18) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las dieciocho horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Presidente

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Vocal

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, por brindarme las orientaciones necesarias para el desarrollo de la presente investigación.

Al servicio municipal SEMACEL, por brindarme los equipos e información necesaria que hizo posible el desarrollo de la presente investigación.

Al personal técnico operativo del servicio municipal SEMACEL, que con su apoyo en las diferentes actividades fueron fundamental para finalizar la presente investigación.

A mis familiares y amigos que me apoyaron para poder culminar esta investigación.

Muchas gracias por todo.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Salomón Vásquez Guevara y Elizabet Vargas Cubas, quienes me impulsaron para alcanzar esta meta en mi vida profesional, que gracias a su apoyo y palabras de aliento fueron necesarios para culminar la presente investigación.

INDICE

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1 Científica.	2
1.2.2 Técnica práctica.....	3
1.2.3 Institucional y personal	3
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4 LIMITACIONES	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivo General	5
1.5.2 Objetivo Específicos.	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	6
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	6
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	7
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	8

2.2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	8
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.2 METODOLOGIA.....	27
3.2.1 TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2.2 MUESTRA DE ESTUDIO.....	27
3.2.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.	27
3.2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	27
3.3 PROCEDIMEINTO.....	33
3.3.1 SECTORIZACIÓN HIDRÁULICA.....	33
3.3.2 MEDICIÓN DE CAUDAL DE INGRESO A LA RED DE ABASTECIMIENTO	34
3.3.2 MEDICIÓN DE PRESIONES.....	35
3.3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS	37
3.3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES.....	43
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.1 SECTORIZACIÓN HIDRÁULICA.....	49
4.2 MEDICIÓN DE CAUDAL DE INGRESO	50
4.3 MEDICIÓN DE PRESIÓN.....	50
4.4 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS	51
4.5 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES	52
4.6 RESULTADO TOTAL DE AGUA NO FACTURADA	53

4.7 BALANCE HÍDRICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	54
4.8 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE POR LONGITUD DE TUBERÍA.	54
4.9 CÁLCULO DEL COSTO DE INGRESO PERDIDO APLICADO AL VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA NO FACTURADA.....	55
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1 CONCLUSIONES	56
5.2 RECOMENDACIONES.....	57
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
6.1 BIBLIOGRAFIA	58
6.2 LINKOGRAFIA	59
ANEXOS.....	60

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Especificaciones técnicas medidor de plástico tipo chorro múltiple MP</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Especificaciones Técnicas medidor de chorro único.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3. Balance Hídrico de la IWA.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4. Agua No Facturada de 50 empresas prestadoras de servicios.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5. Clasificación de la IWA de las pérdidas de caudal en el sistema de distribución de agua.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 6. Estructura Tarifaria Actual del Servicio de Agua Potable SEMACEL.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7. Propuesta tarifaria para la ciudad de Celendín por Chávez, J.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 8. Hora de apertura y cierre del reservorio Bellavista.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9. Registro de presiones en la zona de estudio.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 10. Resumen de fugas en cajas de registro.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 11. Usuarios que no cuentan con registro de consumo.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 12. Lectura de medidores de prueba.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 13. Usuarios que se encuentran en corte físico.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 14. Registro de lecturas de usuarios con reposición no autorizada.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 15. Registro de lecturas de conexiones clandestinas.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 16. Volumen de ingreso a la zona de estudio.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 17. Resultados Pérdidas Operativas.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 18. Resultados Pérdidas Comerciales.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 19. Resumen de Pérdidas de Agua Potable.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 20. Porcentaje de pérdidas operativas y comerciales.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 21. Balance Hídrico del barrio Bellavista.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 22. Estructura tarifaria SEMACEL categoría domestico 1/2</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 23. Estructura Tarifaria Chávez J. (2024) categoría - Domestico 1/2</i>	<i>55</i>

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Medidores de chorro múltiple.	13
Figura 2. Medidores de chorro único.	13
Figura 3. Medidores Volumétricos.	15
Figura 4. Relación entre tasa de fuga (Q) y tiempo de fuga (t).	21
Figura 5. Ubicación geográfica del área de estudio.	25
Figura 6. Vista satelital del área de estudio - Barrio Bellavista.....	26
Figura 7. Ficha de registro de fugas en caja de registro.....	28
Figura 8. Ficha de registro de fugas en la red.	29
Figura 9. Ficha de registro de volumen de ingreso al reservorio Bellavista.	30
Figura 10. Notificación empleada por SEMACEL sobre el estado del medidor.....	31
Figura 11. Manómetros utilizados en el barrio Bellavista.	32
Figura 12. Medidores de agua potable de 2” y 1” de la marca CITALY instalados a la salida del reservorio Bellavista.	32
Figura 13. Softwares utilizados.....	33
Figura 14. Reservorio Bellavista.....	34
Figura 15. Instalación de macromedidor a la salida del reservorio Bellavista.	34
Figura 16. Medición de presión Av. Carretera a Cajamarca usuario: 75690.....	35
Figura 17. Rotura de tubería matriz Av. Cajamarca.	37
Figura 18. Fuga en conexión domiciliaria barrio Bellavista.....	38
Figura 19. Fuga de la tubería ¾ de pulgada (Prolongación San Cayetano).....	39
Figura 20. Fuga en caja de registro Código :72784.	40
Figura 21. Reposición no autorizada codigo:72815	47

Figura 22. Conexión domiciliaria con medidor no registrado en SEMACEL. (Lectura: 225)	48
Figura 23. Límites de la zona de estudio (barrio Bellavista).	49
Figura 24. Resultado de presiones: Máxima - Mínima – Promedio.	51
Figura 25. Porcentaje de pérdidas comerciales.....	52
Figura 26. Visita técnica a la zona de estudio (reservorio del barrio Bellavista).	65
Figura 27. Revisión de lecturas en la micromedición del barrio Bellavista, Código: 73200.....	65
Figura 28. Registro de lecturas de macromedidor en el reservorio Bellavista.	66
Figura 29. Medición de la presión en campo barrio Bellavista.	66
Figura 30. Medición de presión en caja de registro barrio Bellavista.	67
Figura 31. Instalación de medidor de prueba barrio Bellavista en el usuario: 72270..	67
Figura 32. Verificación de usuario en corte físico en el barrio Bellavista, Código de Inscripción: 75730.....	68
Figura 33. Recibo de agua potable emitido por SEMACEL. (Usuario del barrio Bellavista).	69
Figura 34. Reverso del recibo de agua emitido por SEMACEL.....	70

PALABRAS CLAVE

En la presente investigación se emplearon las siguientes palabras clave:

- **Agua potable:** Se define como aquella agua que cumple con los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias y regulatorias para ser considerada segura y adecuada para el consumo humano, este tipo de agua no contiene contaminantes ni microorganismos patógenos en concentraciones que representen un riesgo para la salud pública.
- **Servicio de agua potable:** Se refiere a la prestación de actividades que comprenden la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua que cumple con los estándares de calidad establecidos para el consumo humano, este servicio puede ser proporcionado por entidades gubernamentales, empresas privadas o mediante asociaciones comunitarias las cuales tienen como principal objetivo garantizar el acceso a una agua segura y potable para satisfacer las necesidades básicas de la población
- **Red de distribución de agua potable:** Es un sistema de infraestructura diseñado para transportar agua tratada y potable desde las plantas de tratamiento o fuentes de suministro hasta los puntos de consumo, como hogares, comercios e industrias.
- **Asignación de consumo:** Es el proceso de asignación de una determinada cantidad de agua potable a individuos, hogares, industrias u otras entidades usuarias.
- **Dotación de agua:** Es la cantidad de agua asignada a cada individuo para cubrir sus necesidades personales durante un día promedio a lo largo del año, esta se calcula dividiendo la demanda total de agua entre la población proyectada.
- **Agua no facturada:** Se refiere a la cantidad de agua que es suministrada y utilizada pero que no es registrada por el sistema de medición de una entidad prestadora de servicio de agua potable, esto puede ocurrir debido a fugas en la tubería, errores de

medición, robos de agua (clandestinaje), entre otros y esto representa una pérdida económica para la entidad proveedora.

- **Balance hídrico en agua no facturada:** Se refiere a la evaluación de las entradas y salidas de agua en un sistema de distribución, con el objetivo de determinar la cantidad de agua que se pierde o no se registra adecuadamente en el proceso de suministro. En este balance implica comparar la cantidad de agua que ingresa al sistema con la cantidad de agua que se factura a los usuarios finales.
- **Reservorio:** Es una estructura diseñada para almacenar agua potable para el consumo humano, tiene como principal propósito garantizar un suministro constante y confiable de agua potable a la población.
- **Pérdidas Operativas:** Se refiere a las pérdidas de agua que ocurren dentro del sistema de distribución de agua potable, esto debido a fugas en las tuberías, roturas u otras situaciones similares.
- **Pérdidas Comerciales:** Son aquellas que se da por el error de la medición de los medidores, el hurto y clandestinaje de agua potable.
- **Consumo clandestino:** Es el uso no autorizado o ilegal de agua suministrada por la entidad proveedora sin pagar por ello, ejemplo, conexiones ilegales a la red de distribución, manipulación de medidores para registrar un consumo menor del real.

RESUMEN

La presente tesis denominada “Estimación de pérdidas de Agua Potable No Facturada en el Sistema de Distribución del barrio Bellavista – Celendín, 2024”, tuvo como principal objetivo estimar el volumen de agua no facturada en el sistema de abastecimiento de agua potable en el barrio Bellavista de la ciudad de Celendín, su sistema de abastecimiento está compuesta principalmente por tubería de PVC de diámetros de 2”, 1”, $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{1}{2}$ ”. El indicador de ANF (Agua No Facturada) es de gran importancia para las diferentes empresas prestadoras de servicios de saneamiento ya que así se podrá diseñar estrategias más adecuadas para poder combatir las pérdidas de agua potable.

Como principal estrategia se utilizó el balance hídrico, lo cual incluye trabajos como la micromedición de la asignación de consumo, detección de pérdidas operativas y pérdidas comerciales, en caso de las pérdidas operativas para la recolección de datos se realizó la detección de fugas. Los datos de pérdidas comerciales se realizaron a través de la detección de usuarios que no cuentan con medidor y/o esta malogrado, conexiones clandestinas y reposiciones no autorizadas.

Finalmente, se pudo estimar el volumen de agua no facturada en el sistema de distribución del barrio Bellavista, teniendo un volumen mensual de 837.99 m³, representando el 25.16% del volumen total distribuido.

ABSTRACT

The present thesis entitled “Estimation of Non-Revenue Water Losses in the Distribution System of the Bellavista Neighborhood – Celendín, 2024” had as its main objective to estimate the volume of non-revenue water in the potable water supply system of the Bellavista neighborhood in the city of Celendín. The supply system is mainly composed of PVC pipes with diameters of 2”, 1”, $\frac{3}{4}$ ”, and $\frac{1}{2}$ ”. The Non-Revenue Water (NRW) indicator is of great importance for the various water service providers, as it enables the design of more sophisticated strategies to combat potable water losses.

The main strategy used was the water balance method, which includes activities such as micromasurement of consumption allocation, detection of operational and commercial losses. For operational losses, data collection was carried out through leak detection. Data on commercial losses were obtained through the identification of users without a meter and/or with a damaged meter, illegal connections, and unauthorized reconnections.

Finally, the volume of non-revenue water in the Bellavista neighborhood distribution system was estimated, with a monthly volume of 837.99 m³, representing 25.16% of the total distributed volumen.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Uno de los problemas más grandes sobre la distribución de agua potable en el mundo es la pérdida de agua no facturada, un fenómeno que compromete la sostenibilidad de los recursos hídricos y la eficiencia de los sistemas de suministro de agua potable. Esta problemática se ve reflejada en todo el mundo.

En Perú, un país con una buena oferta hídrica, el desafío de gestionar eficientemente los recursos hídricos se agudiza. A pesar de contar con una cantidad de fuentes de agua, se observa una desconcertante cantidad de agua no facturada, lo que implica no solo pérdidas económicas, sino también un uso ineficiente de un recurso vital.

La presente investigación se enfoca en la estimación de las pérdidas de agua potable no facturada en las redes de distribución del Barrio Bellavista en Celendín, usando metodologías como la detección de fugas y sectorización hidráulica, mejorando así la distribución de agua a los usuarios. Esta localidad, como muchas otras, enfrenta desafíos específicos relacionados con la gestión del agua, que van desde la infraestructura obsoleta hasta prácticas ineficientes de operación y mantenimiento. La comprensión de las dimensiones y causas de las pérdidas de agua no facturada en este contexto particular es esencial para desarrollar estrategias específicas que aborden las necesidades locales.

La administración del servicio de agua potable en la ciudad de Celendín (SEMACEL) no cuenta con la información sobre la estimación del porcentaje de agua no facturada. El ANF (Agua No Facturada) representa el volumen de agua que ha sido producida, pero está no llega al usuario, estas pérdidas de agua potable son la consecuencia de un inadecuado

funcionamiento del sistema de distribución de agua potable, causando malestar a usuarios que se ven afectados por esta problemática.

En muchos sistemas de distribución de agua potable en todo el mundo, se enfrenta el desafío de pérdidas significativas de agua que no se registran adecuadamente ni se facturan, estas pérdidas se deben a fugas en la red de distribución, errores en la medición, conexiones clandestinas, entre otros. El agua no facturada no solo representa una pérdida económica para la entidad prestadora del servicio de agua, sino también un desperdicio de un recurso escaso y vital.

1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el barrio Bellavista de la ciudad de Celendín no cuenta con información respecto a la estimación del porcentaje de agua no facturada el cual tiene relación directa con las pérdidas de agua potable y así ocasionando que algunos pobladores del barrio bellavista no cuenten con un adecuado suministro de agua potable.

1.1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La pérdida de Agua potable No Facturada (ANF) ocasiona un inadecuado funcionamiento en el sistema de distribución y pérdidas económicas en el barrio Bellavista – Celendín?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Científica.

La presente investigación sobre la identificación y cuantificación de las pérdidas de Agua No Facturada (ANF) en el sistema de distribución del barrio Bellavista constituye una contribución al conocimiento científico en la gestión sostenible de los recursos hídricos. Analizar las pérdidas de agua permite comprender las causas físicas, comerciales y operativas que generan ineficiencias en la red de distribución. Estos hallazgos pueden servir de base para futuras investigaciones enfocadas en el desarrollo de modelos predictivos, estrategias de

control y mejora de los sistemas de distribución, aportando así el conocimiento técnico aplicable en distintos contextos urbanos.

1.2.2 Técnica práctica.

La identificación y cuantificación del agua no facturada (ANF) resulta fundamental para optimizar los procesos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Esta investigación propone una metodología técnica que permita a la entidad administradora del servicio diagnosticar las pérdidas físicas (operativas) y pérdidas aparentes (comerciales). Para ello, se plantean estrategias como la instalación de dispositivos de medición de caudal en puntos clave del sistema (como reservorios y sectores hidráulicos), detección de fugas visibles y ocultas, evaluación de la precisión de los sistemas de micromedición, así como la identificación de conexiones clandestinas. Estos componentes permitirán establecer un balance hídrico y generar lineamientos para la reducción progresiva del ANF.

1.2.3 INSTITUCIONAL Y PERSONAL

La especialidad de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional de Cajamarca fomenta la investigación orientada a la mejora de los sistemas de abastecimiento de agua potable, como es la identificación y control de pérdidas. En este marco, la formación recibida en dicha especialidad permite desarrollar la presente investigación sobre el Agua No Facturada (ANF) en la ciudad de Celendín barrio Bellavista, con el objetivo de identificar y analizar tanto las pérdidas operativas como las comerciales. Los resultados obtenidos permitirán proporcionar información técnica relevante a la oficina de SEMACEL, que contribuirá a la toma de decisiones estratégicas en la planificación de acciones para la reducción del ANF en la ciudad.

A nivel personal, esta investigación representa una valiosa oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación académica, contribuyendo activamente al desarrollo sostenible de la comunidad y generando un impacto positivo en la gestión de los recursos hídricos.

1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación en el sistema de distribución de agua potable en el barrio Bellavista – Celendín, cuenta con un sistema de tuberías de PVC con 25 años de antigüedad; ubicado en el distrito de Celendín, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca y comprendida entre usuarios de la Avenida Carretera a Cajamarca y calle Bellavista.

1.4 LIMITACIONES

Debido a la expansión de la red matriz de agua y la no actualización constante de los planos es posible encontrar incongruencias entre el plano catastral existente y los datos obtenidos en campo, dificultando así el proceso para lograr la estanqueidad en el área de medición de agua.

La oficina de SEMACEL actualmente no dispone de un laboratorio para la verificación y calibración de micromedidores, lo que limita la detección de errores en la medición del consumo. Asimismo, carece de equipos de detección acústica, herramientas fundamentales para la localización precisa de fugas no visibles y la identificación de conexiones clandestinas dentro del sistema de distribución

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Estimar el volumen de Agua No Facturada en el sistema de abastecimiento de agua potable en el barrio Bellavista – Celendín, 2024.

1.5.2 Objetivo Específicos.

- Estimar el consumo asignado promedio de agua potable que se brinda en el barrio Bellavista - Celendín, 2024.
- Caracterizar la red de distribución de agua potable del Barrio Bellavista – Celendín.
- Estimar las pérdidas operativas de agua potable en la red de distribución, del barrio Bellavista – Celendín, 2024
- Estimar las pérdidas comerciales de agua potable en la red de distribución, del barrio Bellavista – Celendín, 2024
- Detectar y estimar los consumos clandestinos de agua potable en el barrio Bellavista – Celendín, 2024.
- Determinar las pérdidas de agua potable por longitud de tubería en el barrio Bellavista – Celendín, 2024.
- Determinar el costo del ingreso perdido, basado en las tarifas vigentes aplicables al volumen estimado de Agua No Facturada en el barrio Bellavista – Celendín, 2024.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Achache, N. & Gómez, S. 2022) En su investigación de tesis “Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba”, publicado en Ecuador. El estudio tuvo como objetivo analizar la incidencia de fugas en las redes de abastecimiento del cantón Riobamba con el fin de determinar la cantidad que representa mediante el cálculo de balances hídricos, y conocer sus principales causas mediante visitas técnicas. Para ello aplicaron un método cuantitativo con el procesamiento de datos de volúmenes inyectados y facturados, y cualitativo con las inspecciones in situ. Como resultado obtuvieron que el porcentaje de agua incontrolada en toda la red del cantón es del 39% incluyendo perdidas reales y aparentes.

(Bueno-Herrera, D., Monroy-Ávila, E. y Zafra-Mejía, C. 2020) en su investigación “Análisis de agua no Contabilizada en el sistema de abastecimiento urbano del municipio de Facatativá, Colombia.” Realizaron un estudio con la información del agua producida (AP) y agua facturada (AF) por el sistema de abastecimiento durante cerca de 16 años, en donde obtienen que el agua producida durante su investigación fue de 472 530 m³ y el agua facturada (AF) fue de 308 850 m³ es decir que el sistema dejó de facturar en promedio por mes 163 680 m³. El cual representa un porcentaje de agua no contabilizada del 34.6%.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

(Arana, D. & Cueva, N. 2022) En su investigación de tesis “Plan de micromedición para disminuir el alto índice de agua no facturada (ANF) en la localidad de Puerto Malabrigo, distrito de Raruzi, provincia de Ascope, departamento de la Libertad” mencionan que en el año 2021 el índice de Agua No Facturada es de 46.15% a pesar de contar con una infraestructura

relativamente nueva (construida en el año 2011), donde la localidad de Puerto Malabrigo cuenta con 1993 conexiones de agua potable de las cuales solo 1740 conexiones cuentan con medidor además concluyen que el volumen producido por la EPS durante el año 2021 es de 440,985 m³ y el volumen de agua facturada para el mismo año es de 237,485 m³ donde podemos apreciar que el volumen de Agua No Facturada es de 203,500 m³.

(Cahuana, B. 2019) en su investigación de tesis “Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.” tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje de volumen de pérdida de Agua No Contabilizada (ANC) donde para ello realizo la toma de lecturas de caudales de ingreso en la Zona III, toma de presiones, correlación para la detección de fugas en las redes y acometidas. Los datos sobre pérdidas comerciales fueron brindados por la EPS Sedacusco S.A. y así calculó el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada (ANC) siendo como resultado el 22% del volumen de agua total distribuida en la Zona III.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

(Chávez, J. 2022) En su investigación “Estimación del agua no facturada en el sistema de distribución de las urbanizaciones Cajamarca y ramón castilla, Cajamarca 2021” utilizó como estrategia principal el balance hídrico, la cual incluye trabajos de sectorización hidráulica, medición de la asignación de consumo, monitoreo de presiones, detección de pérdidas operativas y perdidas comerciales. En donde logró estimar el volumen de las pérdidas operativas 1322.67 m³, el volumen de las pérdidas comerciales 901.24 m³ obteniendo así el volumen de agua no facturada en el sistema de abastecimiento de agua potable de las urbanizaciones Cajamarca y Ramón Castilla, de 2223.91 m³ representando el 21.50% del volumen total distribuido.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Un sistema de distribución de agua potable es un conjunto de diversas obras de arte, tuberías, equipos y procesos diseñados para poder llevar el agua potable desde una fuente de suministro hasta los usuarios finales, como hogares, negocios e industrias. Este sistema tiene como objetivo garantizar el suministro confiable y seguro de agua potable a la población.

2.2.1.1 RESERVORIOS

Son las estructuras encargadas del almacenamiento de agua potable, las cuales permitirán garantizar el suministro de la red de distribución en horas en las cuales la demanda es menor que el suministro de agua, un reservorio de agua cumple con 3 funciones básicas, compensar variaciones de consumo que se producen durante el día, mantiene la presión adecuada a la red de distribución y dispone de un volumen adicional para atender situaciones de emergencia como en los casos de incendios, reparaciones en tuberías de conducción, etc. Los reservorios se clasifican de acuerdo a:

a. Por su ubicación hidráulica.

- De cabecera, son alimentados desde la captación o planta de tratamiento de agua potable para luego abastecer a la red de distribución.
- Flotante, son reguladores de consumo donde el suministro va directamente a la red de distribución y luego al reservorio; a las horas de mínimo consumo el reservorio se llena a las horas de máximo consumo la red es atendida desde la captación y del reservorio.

b. Por su ubicación de acuerdo al terreno.

- Reservorios Apoyados, son los que están directamente apoyados en el terreno.

- Reservorios elevados, estos reservorios se apoyan sobre una estructura denominado Fuste y se usan para darle carga a la red de distribución si el terreno es plano.
- Reservorios Enterrados, estos reservorios tienen el depósito del agua totalmente bajo tierra.
- Reservorios Semienterrados, son aquellos que parte del depósito está enterrado y otra parte encima de la superficie.

c. Por su material de construcción.

- Reservorios de Mampostería o de Concreto Simple que se usan en poblaciones de mano de obra barata.
- Reservorios de Concreto, son construidos de concreto armado, estos reservorios son mucho más resistentes y necesitan menos mantenimiento.
- Reservorio de Concreto Pre o Post Tensado, cuando estas estructuras son diseñadas para soportar un gran volumen de agua.
- Reservorios Metálicos, fabricados con láminas de acero, corrugadas, galvanizadas, recubiertas externa e internamente con pinturas especialmente formuladas para la exposición al sol y el contacto con el agua potable respectivamente, un ejemplo es el reservorio metálico de Iquitos.

2.2.1.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Viene a ser el conjunto de las diversas tuberías encargadas de abastecer con agua potable a una determinada población ya sea para uso doméstico, comercial o industrial, las tuberías se encuentran distribuidas a lo largo de todas las calles de la ciudad.

(Moya, P. 2000) afirma: que la red de distribución está compuesta por “redes principales o primarias” cuya finalidad es de distribuir el agua a las diferentes zonas de la urbe mediante circuitos principales que alimentan un conjunto de grandes áreas, y las tuberías que

son alimentadas por circuitos principales por circuitos principales y a su vez alimentan a pequeñas áreas que se le denomina “redes secundarias o de relleno”. (p.151).

TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

REDES ABIERTAS. Se encuentra conformado por una línea principal y de esta se deriva una serie de ramificaciones. Este sistema es utilizado en pequeñas poblaciones que se extienden linealmente a lo largo de una vía principal.

REDES CERRADAS. Este tipo de redes adoptan la forma de una malla donde circula en circuitos cerrados obteniéndose un servicio más eficiente y continuo. En caso de reparaciones o mantenimientos de tuberías y válvulas se puede aislar una pequeña parte afectando así solo a un grupo minoritario de consumidores.

REDES MIXTAS. Se encuentra formado por la combinación de redes cerradas y redes abiertas, con la finalidad que se adecue de la mejor manera.

COMPONENTES DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

Tubería. Es el conjunto formado por tubos y su sistema de unión o ensamble. Según su función, la red de distribución se divide en Red Primaria, que comprende los tubos de mayor diámetro, la tubería que lleva el agua desde el tanque de regulación hasta el punto de inicio de la distribución, conocida como línea de alimentación, también forma parte de la red primaria. La red secundaria está compuesta por tuberías de menor diámetro que abarcan la mayoría de las calles de la localidad.

Piezas especiales. Son todos los accesorios que se utilizan en las ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tubería de diferente material o diámetro y terminales de los conductos, entre otros.

Válvulas. Son utilizadas para separar o cortar el flujo de agua del resto del sistema de abastecimiento en diferentes tramos de la tubería, también sirven para poder regular la presión,

facilitar la salida de sedimentos (válvulas de purga) o aire (válvulas de aire) atrapados en el sistema.

Hidrantes. Es una conexión especial que se encuentra instalada en puntos estratégicos de la red, la cual tiene como principal objetivo abastecer de agua a la cisterna de los bomberos para combatir el fuego.

Tanques de distribución. Su principal objetivo es almacenar agua proveniente de la fuente la cual es utilizada para aquellas horas del día donde la demanda en la red sobrepasa el volumen suministrado por la fuente.

Tomas domiciliarias. Es el conjunto de tubos y accesorios que nos permitirán el abastecimiento de agua potable a partir de la tubería matriz hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor.

MICROMEDICIÓN

(Monsalve & Uribe, 2011). Es un sistema de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado periodo de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

(CONAGUA, 2019). La micromedición tiene por finalidad determinar el consumo de agua potable en una toma domiciliaria, esta información permitirá a la entidad prestadora del servicio llevar un registro en el padrón de usuarios, conocer el consumo por mes y así poder determinar el cobro equitativo acorde al volumen consumido en metros cúbicos (m^3) durante el periodo de registro.

(CONAGUA, 2019). Para la instalación de los micromedidores se debe efectuar dentro de un entorno de costo – beneficio considerando la calidad del agua, temperatura del lugar de trabajo, presión hidráulica en la red de distribución, el espacio adecuado para el arreglo hidráulico del suministro, tipo o calidad del servicio y el nivel socioeconómico de la población.

(CONAGUA, 2019) Con la micromedición se lleva a cabo para la medición y control del caudal cuyo diámetro de alimentación y descarga se encuentran entre 0.5 y 1 pulgadas, los micromedidores están diseñados para ser instalados en cada toma domiciliaria de acuerdo a la clasificación que en el padrón de usuarios este registrada, por ejemplo; pueden ser de uso doméstico, comercial, industrial o institucional. La principal ventaja de la micromedición es que se puede conocer el consumo de cada tipo de usuario de acuerdo a la clasificación que este registrada en el padrón de usuarios, con esta información se puede realizar un análisis, planeación y proyección de volúmenes que permita establecer una aproximación de los consumos hacia una futura demanda.

(CONAGUA, 2019) Se ha demostrado que el consumo de agua potable de pobladores en zonas urbanas donde no cuentan con un medidor instalado es por lo menos el doble o más de lo que normalmente consume, que cuando si se tiene el control del registro de volúmenes porque si se cuenta con el medidor instalado. Sin embargo, cuando el consumo de agua se determina por la marcación de un medidor el usuario regula su consumo de acuerdo a sus necesidades y a la que está dispuesto a pagar, así mismo el beneficio también es para los sistemas de abastecimiento de agua potable ya que se dispondrá de un mayor caudal el cual permite incrementar la capacidad de volúmenes de agua para atender a más clientes, lo que traer un beneficio económico.

El medidor es un dispositivo que permite medir el caudal de agua que pasa a través de una tubería, de acuerdo con la norma NOM-012-SCFI-1994, define a los medidores como instrumentos de medición que determinan continuamente el volumen de agua que fluye por estos y emplean un proceso mecánico directo que implica el uso de cámaras volumétricas de paredes móviles o la acción de la velocidad del agua en la rotación de una parte móvil.

Los medidores se clasifican de acuerdo a su mecanismo de funcionamiento:

Medidor de chorro múltiple, medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje perpendicularmente al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro se divide e incide en varios puntos de la periferia del rotor.



Figura 1. Medidores de chorro múltiple.

Tabla 1. Especificaciones técnicas medidor de plástico tipo chorro múltiple MP

Modelo	Diámetro Nominal (mm)	Clase	Flujo Máximo Q_s (m ³ /h)	Flujo Nominal Q_n (m ³ /h)	Flujo de Transición Q_t (l/h)	Flujo Mínimo Q_{min} (l/h)
MP-20	20	B	5	2.5	200	50
MP-25	25	B	7	3.5	280	70
MP-32	32	B	12	6.0	480	120
MP-40	40	B	20	10	800	200
MP-50	50	B	30	15	1200	300

Fuente: Equipos y Sistemas para medir y tratar agua S.A de C.V.

Medidor de chorro único, a diferencia del medidor de chorro múltiple el chorro incide en un solo punto de la periferia del rotor.



Figura 2. Medidores de chorro único.

Tabla 2. Especificaciones Técnicas medidor de chorro único.

Diámetro Nominal		DN	mm	15
Caudal Nominal		Q3	m ³ /h	2.5
Caudal de Sobrecarga		Q4	m ³ /h	3.125
Caudal de Transición		Q2	dm ³ /h	25
				63
Caudal Mínimo	H R160	Q1	dm ³ /h	16
	V R63			40
	H R100			25
	V R50			50
Caudal de Arranque			dm ³ /h	6
Ratio Q2/Q1				1.6
Clase por Temperatura				T30/T50/T90
Rango de lectura			m ³	99999
Precisión de la medición			m ³	0.00005
Máxima Presión		Pmax	Mpa	1.6
Máxima pérdida de Presión		Δp	kPa	63
Error Admisible en escala: $Q2 \leq Q \leq Q4$		ε	%	± 2 Agua Fría ± Agua Caliente
Error Admisible en escala: $Q1 \leq Q \leq Q2$		ε	%	± 5
Tipo de Protección del Contador				IP 65
Dimensiones		G	cal	G3/4; G7/8
		H	mm	6835
		L	mm	110
		D	mm	72
Peso sin accesorios			kg	0.5

Fuente: TECNOLOGÍAS DE CONDUCCIÓN Y CONTROL TCL S.A. Ficha técnica medidor de agua chorro único.

(CONAGUA, 2019). Medidor tipo hélice, medidor de velocidad que consiste de un rotor de álabes helicoidales que gira alrededor del eje del flujo, que se presenta en el interior del medidor.

Medidor tipo velocidad, es un dispositivo conectado a un conducto cerrado que consiste de un elemento móvil que deriva su velocidad de movimiento directamente de la velocidad del flujo de agua. El movimiento del elemento móvil es transmitido mecánicamente al dispositivo indicador que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor.

Medidor volumétrico, es un dispositivo conectado a un conducto cerrado que consiste de una cámara de volumen conocido y un mecanismo operado por el flujo de agua donde esta cámara

es sucesivamente llenada y descargada. El movimiento de un elemento móvil es transmitido mecánicamente o por otros medios, a un contador que registra el número de los volúmenes que pasan a través del dispositivo indicador, que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor.



Figura 3. Medidores Volumétricos.

BALANCE HÍDRICO

Es el método empleado para poder calcular los volúmenes de pérdidas de agua potable que se presentan tanto en los procesos operativos como procesos comerciales realizadas en un sistema de acueducto, según LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DEL AGUA (IWA) siglas en ingles menciona que un balance hídrico proporciona la base para eliminar las pérdidas de agua. El balance hídrico es la herramienta de la Auditoria del Agua, la cual permite realizar una evaluación integral acorde la situación de las pérdidas de agua en la gestión operacional y comercial de la prestación del servicio de agua potable.

Tabla 3. Balance Hídrico de la IWA.

Volumen de entrada al sistema Q_1	Consumo autorizado Q_A	Consumo autorizado Q_{AF}	Agua facturada exportada	Agua facturada
			Consumo facturado medido	
			Consumo facturado no medido	
	Pérdidas de agua Q_P	Consumo autorizado no facturado Q_{AuNF}	Consumo no facturado medido	Agua no facturada
			Consumo no facturado no medido	
		Perdidas aparentes Q_{PA}	Consumo no autorizado	
	Perdidas reales Q_{PR}		Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
			Fugas en las tuberías de aducción y distribución.	
			Fugas y reboses en tanques de almacenamiento	
			Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente.	

AGUA NO FACTURADA

(Cahuana, 2019). Es el volumen de agua producida pero no facturada, se expresa como porcentaje del volumen de agua producida y comprende las diferentes pérdidas de agua como las fugas en la red, submedición, deficiente asignación de consumos, consumos clandestinos y gastos en procesos como, por ejemplo: lavado de reservorios, lavado de filtros de platas de tratamiento de agua potable entre otros.

(SUNASS, 2006). El agua no facturada mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora de servicios, este indicador permite identificar las pérdidas operacionales y/o comerciales que les conllevan a mayores gastos

operativos, las pérdidas operacionales se deben a las fugas en las redes de agua potable ya sea por la falta de mantenimiento o por su antigüedad; mientras que las pérdidas comerciales son ocasionadas debido al claudestinaje, la ausencia de micromedición y subregistro de la micromedición, etc.

$$\text{Agua No Facturada} = \frac{\sum_{i=1}^t (VPTA_i - VFTA_i)}{\sum_{i=1}^t VPTA_i} \times 100 \text{ -----(1)}$$

donde:

VPTA : Volumen de producción total de agua potable durante el mes “i”.

VFTA : Volumen facturado total de agua potable durante el mes “i”.

t : Es el mes en el cual se hace la evaluación

A continuación, podemos observar el porcentaje de agua no facturada en el año 2017 de empresas prestadoras de servicios en el Perú.

Tabla 4. Agua No Facturada de 50 empresas prestadoras de servicios.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS	REGIÓN	PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (%)
EMUSAP S.R.L.	AMAZONAS	20.45
SEDA HUÁNUCO S.A.	HUÁNUCO	35.30
EMAPACOP S.A.	UCAYALI	50.31
SEDALORETO S.A.	LORETO	60.09
EMAPA CAÑETE S.A.	LIMA	44.83
EMSAPUNO S.A.	PUNO	37.96
EPSSMU S.A.	AMAZONAS	27.00
AGUAS DE TUMBES S.A.	TUMBES	69.10
EMAPA PASCO S.A.	PASCO	20.79
EMAPISCO S.A.	ICA	49.95
SEDACAJ	CAJAMARCA	22.72
EPS TACNA S.A.	TACNA	36.91
EMAPAVIGS S.A.	ICA	20.75

SEDACHIMBOTE S.A.	ANCASH	41.38
SEDA AYACUCHO S.A.	AYACUCHO	28.33
EMAPA SAN MARTÍN S.A.	SAN MARTIN	32.17
EMAPAT S.A.	MADRE DE DIOS	34.75
SEMAPACH S.A.	ICA	45.81
EPS SELVA CENTRAL S.A.	JUNIN	58.95
EPS MOYOBAMBA S.A.	SAN MARTIN	38.24
EMAPA HUANCAMELICA S.A.	HUANCAMELICA	42.82
EPS MOQUEGUA S.A.	MOQUEGUA	40.31
EMAPA – Y S.R.L.	PUNO	54.68
EMAPA HUARAL S.A.	LIMA	37.49
EPS AGUAS DE LIMA NORTE S.A.	LIMA	40.13
SEDAPAL	LIMA	25.62
EPS ILO S.A.	MOQUEGUA	51.94
SEDALIB S.A.	LA LIBERTAD	49.75
EPSEL S.A.	LAMBAYEQUE	46.39
SEDAPAR S.A.	AREQUIPA	32.43
SEDACUSCO S.A.	CUSCO	39.00
EPS GRAU S.A.	PIURA	50.67
EPS CHAVIN S.A.	ANCASH	49.83
EMAQ S.R.L.	CUSCO	60.10
EMAPAB S.A.	AMAZONAS	50.48
EPS BARRANCA S.A.	LIMA	60.03
EMAPICA S.A.	ICA	21.42
EMPSSAPAL S.A.	CUSCO	48.55
EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	JUNIN	49.70
EPS NOR PUNO S.A.	PUNO	15.07
SEDAJULIACA S.A.	PUNO	8.78
EPS MUNICIPAL MANTARO S.A.	JUNIN	52.05
EMUSAP ABANCAY S.A.C.	APURIMAC	30.97
EMSAP CHANKA S.A.	APURIMAC	20.25
EPS MARAÑON S.A.	CAJAMARCA	46.71

SEDAM HUANCAYO S.A.	JUNIN	38.21
EMSAPA CALCA S.A.	CUSCO	54.99
EPS AGUAS DEL ALTIPLANO S.R.L.	PUNO	9.09
EMSAPA YAULI S.C.R.L.	JUNIN	13.46
EPS RIOJA S.A.	SAN MARTIN	44.46

Fuente: Adaptado del Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras (EPS) 2018 de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE

(Porras, 2014). En el año 2000 la Asociación Internacional de Agua (IWA) da un enfoque de mejoras prácticas para el cálculo del balance hídrico en un sistema de distribución de agua potable, esto nos permite estimar los caudales perdidos en la red de distribución de agua, la pérdida de agua es el caudal que pierde entre el punto de ingreso a un sistema de red de distribución y los puntos de empalme a las instalaciones interiores del predio del usuario.

PÉRDIDAS OPERATIVAS

(Molina, 2009). Llamadas también perdidas técnicas de agua, estas se presentan en los sistemas de red de distribución como roturas, mal embone de uniones, válvulas empaquetaduras y demás accesorios que lleven en el sistema.

(Santisteban, 2018). Las pérdidas operativas son volúmenes que no llegan al consumidor y que se pierden en los componentes del sistema de abastecimiento ya sean pérdidas en redes, acometidas, abrazaderas y cajas de registro, estas pérdidas son representadas en las fugas de redes, consumo de agua en operaciones de desinfección de redes y/o por el mal funcionamiento de válvulas e hidrantes.

En la guía para la reducción de pérdidas de agua (2011), clasifica a las pérdidas operativas o reales de acuerdo a su ubicación y al tiempo que dure la fuga.

Por su ubicación tenemos:

Fuga desde las troncales de transmisión y distribución. Ocurre en tuberías (estallidos debido a la corrosión o motivos foráneos), uniones (desconexión, empaquetaduras dañadas) y válvulas (falla operativa o de mantenimiento), usualmente tienen tasas de flujo medianas a altas y tiempos de fuga de cortos a medianos.

Fuga desde conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente. A veces nos referimos a las conexiones de servicios como los puntos débiles de las redes de suministro de agua porque sus uniones y accesorios exhiben tasas de falla altas. Las fugas en las conexiones de servicio son difíciles de detectar debido a sus tasas de flujo comparativamente bajas y por lo tanto tienen tiempos de fugas largos.

Fuga y reboses de tanques de almacenamiento. Son causados por controles del nivel que son deficientes o están dañados. Además, puede ocurrir filtración de las paredes de concreto o de la construcción que son herméticas. A menudo se subestiman las pérdidas de agua desde tanques y aunque son fáciles de detectar, la reparación a menudo es complicada y cara.

Por su tamaño y tiempo de fuga:

Las fugas reportadas o visibles, provienen principalmente de estallidos súbitos o rupturas de uniones en grandes troncales o tuberías de distribución. El agua que fuga aparecerá en la superficie rápidamente dependiendo de la presión del agua y tamaño de la fuga, así como de las características del suelo y la superficie. No se requiere equipo especial para ubicar estas fugas.

Fugas no reportadas u ocultas. Estas por definición tienen caudales mayores a 250 l/h a 50 m de presión, pero debido a las condiciones no favorables no aparecen en la superficie. La presencia de fugas ocultas se puede identificar analizando tendencias en el comportamiento del

consumo de agua dentro de una zona definida de suministro de agua. Existe una amplia gama de instrumentos acústicos y no acústicos para detectar las fugas no reportadas.

Fugas de fondo. Comprende pérdidas de agua con caudales menores a 250 l/h a 50 m de presión. Estas fugas son muy pequeñas (filtración o goteo de uniones, válvulas o accesorios no herméticos) no se pueden detectar utilizando métodos de detección acústicos de fugas. Por lo que se asume que muchas fugas de fondo nunca se detectan ni reparan, sino que fugan hasta que se reemplaza eventualmente la parte defectuosa. Las fugas de fondo a menudo causan una buena parte de las pérdidas reales de agua debido a su gran número y el largo tiempo durante el que ocurren.

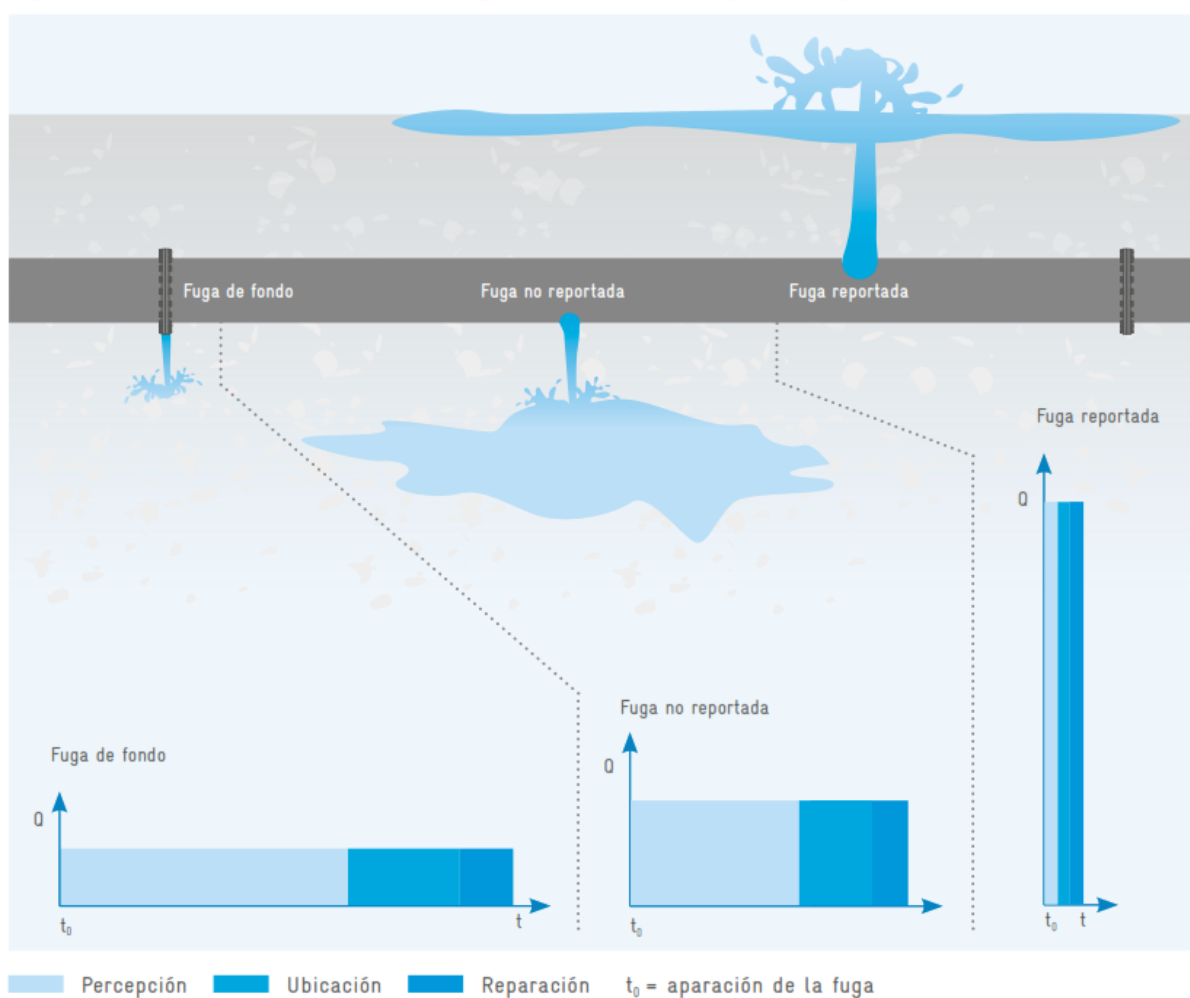


Figura 4. Relación entre tasa de fuga (Q) y tiempo de fuga (t).

Fuente: Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011.

PÉRDIDAS COMERCIALES

Las pérdidas aparentes o comerciales son aquellas que no se deben a fugas físicas en la infraestructura, sino que están causadas por otros factores, las perdidas aparentes no deben subestimarse porque no generan ingreso por agua que ya ha sido producida, tratada, transportada y entregada al cliente. Las razones de las perdidas aparentes o comerciales se pueden agrupar de la siguiente manera:

- ✓ Inexactitud del medidor. Las pérdidas de medición son frecuentemente la perdida más común de las perdidas aparentes. La experiencia muestra que un pequeño porcentaje de agua no se mide o se mide de manera incorrecta debido a errores de medición o a perdidas crecientes en los medidores de agua. Este problema afecta tanto a la empresa prestadora de servicio como a los clientes, esto puede ser causado por seleccionar medidores inconvenientes, medidores demasiado grandes, por una incorrecta instalación del medidor y por la no calibración de medidores, así como debido a un deterioro en el desempeño de muchos medidores a lo largo del tiempo.
- ✓ Errores en el manejo de los datos. El personal encargado puede cometer errores de lectura de los medidores. Se puede perder los datos del consumo de agua o incluso se les puede cambiar debido a errores sistemáticos en el procesamiento de datos y a los procedimientos de facturación. El consumo no medido (necesidades propias y abastecimiento gratuito para los bomberos, riegos de áreas verdes, limpieza de calles, etc.) puede subestimarse mientras que se puede sobreestimar la producción no medida. Las tarifas planas pueden causar un consumo de agua domestico excesivo que excede de lejos la cantidad presupuestada.
- ✓ Consumo no autorizado. La extracción de agua no autorizada representa una fuente considerable de perdidas en muchos países y aparece de maneras muy diferentes, por ejemplo, en las conexiones clandestinas o ilegales, en medidores vandalizados o

manipulados de los clientes, clientes que no cuentan con un medidor, en la extracción ilegal del agua en las tuberías contra incendios, así como en los sobornos y corrupción a los empleados que leen los medidores u a otro personal de la empresa.

Tabla 5. Clasificación de la IWA de las pérdidas de caudal en el sistema de distribución de agua.

Perdidas	Reales: Agua que no llega al consumidor.	Agua usada en exceso en las operaciones		
		Reboses y filtraciones		
		Fugas	Visibles	
			No Visibles	Identificación por detección directa
				Identificación por medición-detección.
	Aparentes: Llega al consumidor, pero no se factura.	Imprecisión en la medición.	Imprecisión de micromedición	
			Submedición de los volúmenes	
			Estimación para la facturación.	
		Consumos no facturados	Clandestinos	
			Volumen contra incendios	
			Riego de parques y jardines	

Fuente: Porras, 2014.

ESTRUCTURA TARIFARIA SEMACEL - CELENDÍN

La oficina de SEMACEL es la encargada de suministrar los servicios básicos de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Celendín y según el plan operativo institucional del 2018 tiene la siguiente estructura tarifaria de acuerdo a las categorías (Comercial, Industrial, Estatal, Doméstico y Social) para el servicio de agua potable la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Estructura Tarifaria Actual del Servicio de Agua Potable SEMACEL.

Categorías	Cargo Fijo	Rango I		Rango II		Rango III	
		M³ s/	Asignación consumo	M³ s/	Asignación consumo	M³ s/	Asignación consumo
Comercial 30 1/2	1.25	0.51	15	0.71	30	0.91	31 a más
Comercial 30 3/4	1.25	0.51	30	0.71	60	0.91	61 a más
Industrial 100 1/2	1.25	0.61	50	0.81	100	1.01	101 a más
Industrial 60 3/4	1.25	0.61	30	0.81	60	1.01	61 a más
Estatad 100 1/2	1.25	0.11	50	0.31	100	0.51	101 a más
Estatad 100 3/4	1.25	0.11	25	0.31	50	0.51	51 a más
Doméstico 20 1/2	1.25	0.26	10	0.46	20	0.66	21 a más
Doméstico 20 3/4	1.25	0.26	20	0.46	40	0.66	41 a más
Social 15 1/2	1.25	0.11	7.5	0.31	15	0.51	16 a más

Fuente: Sistema Tarifario de SEMACEL según el Plan Operativo Institucional (2018).

(Chávez, J., 2024) en su investigación de tesis “Estimación de costos económicos para la propuesta tarifaria del servicio de agua potable y alcantarillado sanitaria de la ciudad de Celendín 2023” propone la siguiente estructura tarifaria.

Tabla 7. Propuesta tarifaria para la ciudad de Celendín por Chávez, J.

CLASE	CATEGORIA	RANGO	Tarifa (S/. m³)		Cargo Fijo (S/.)	Asignación de consumo (m³/mes)
			Agua	Desagüe		
Residencial	Social	0 a más	0.966	0.254	4.00	10
	Doméstico	0 a 8	0.966	0.254	4.00	15
		8 a 20	1.366	0.454	4.00	
		20 a más	2.266	0.854	4.00	
No Residencial	Comercial	0 a 30	1.966	0.754	4.00	30
		30 a más	3.566	1.454	4.00	
	Industrial	0 a 60	4.266	1.754	4.00	100
		60 a más	5.966	2.454	4.00	
	Estatad	0 a 30	1.966	0.654	4.00	100
		30 a más	3.566	1.454	4.00	

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicado en el barrio Bellavista, específicamente en el sistema de distribución de agua potable de dicho barrio. Ubicado en el departamento de Cajamarca, distrito de Celendín, provincia de Celendín.



Figura 5. Ubicación geográfica del área de estudio.

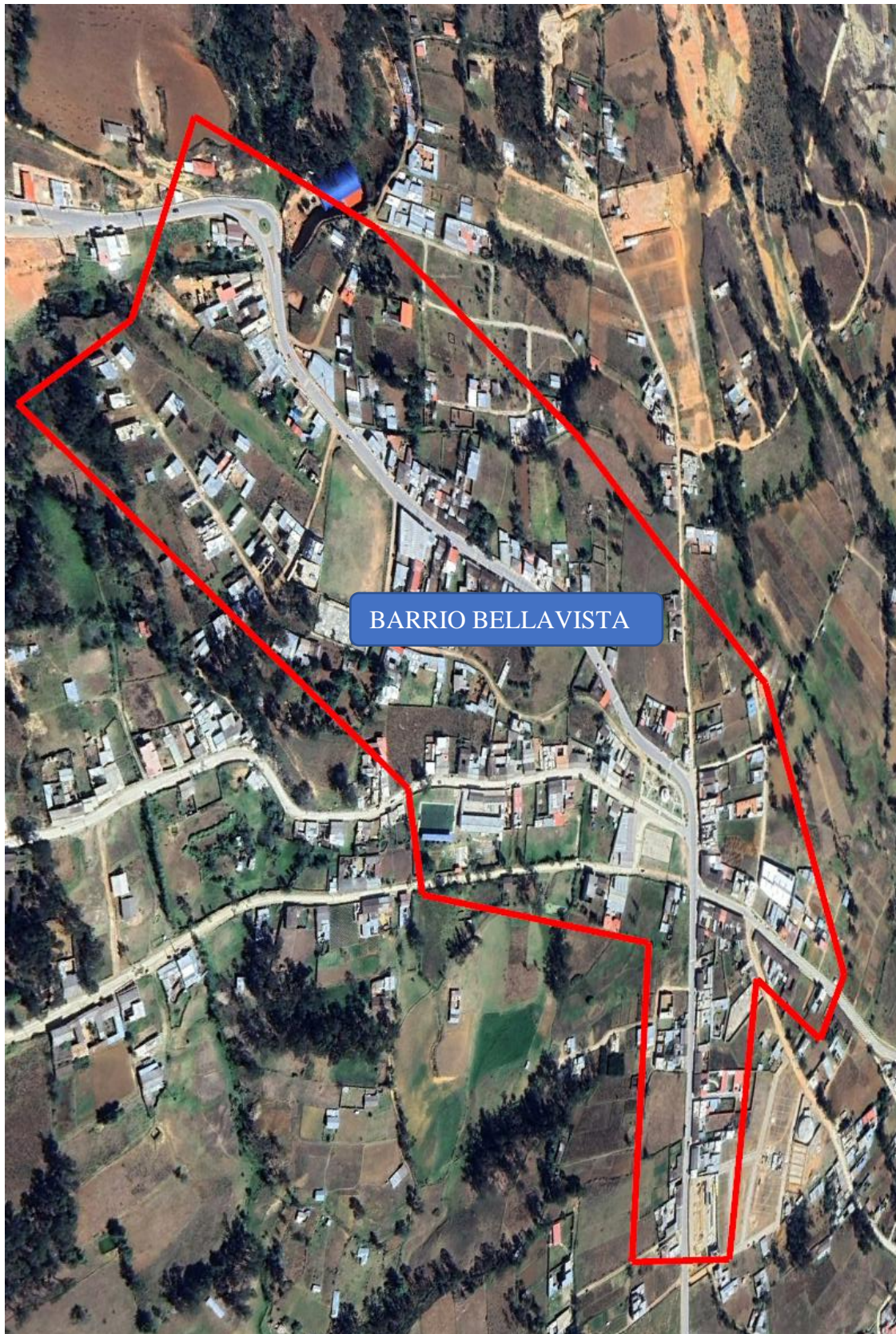


Figura 6. Vista satelital del área de estudio - Barrio Bellavista

Fuente: Google Earth Pro, 2024

3.2 METODOLOGIA.

3.2.1 TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Para la presente investigación se empleó la metodología del tipo Aplicativa, ya que tiene como objetivo solucionar el problema aplicando los diversos conocimientos adquiridos en la práctica, como la de estimar el agua potable no facturada en el sistema de distribución del barrio Bellavista, de nivel descriptiva por lo que luego de realizar la recolección de datos se realizará la descripción, análisis e interpretación de los datos obtenidos, de diseño no experimental, transversal debido a que la presente investigación analiza los datos de forma real y presenta resultados reales de acuerdo con la situación actual de la zona de estudio, de método de investigación descriptiva cuantitativo donde busca la estimación del porcentaje de agua no facturada en el sistema de distribución de agua potable del barrio Bellavista.

3.2.2 MUESTRA DE ESTUDIO.

La muestra de estudio es el sistema de distribución de agua potable del barrio Bellavista – Celendín.

3.2.3 UNIDAD DE ANÁLISIS.

Se analizarán las pérdidas comerciales y pérdidas operativas del sistema de distribución de agua potable del barrio Bellavista – Celendín.

3.2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Para la presente investigación se empleó el análisis situacional y observación experimental con el apoyo del personal técnico del área de SEMACEL, donde se pudo realizar el procesamiento de la información y así poder obtener la estimación del agua no facturada (ANF) en el sistema de distribución de agua potable del barrio Bellavista.

Entre los diversos instrumentos empleados para la investigación tenemos software para organizar y procesar la información como: Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Google Earth, Qgis. En el trabajo de campo se utilizó instrumentos como:

- Hojas de registro de datos, procesadas en el software Microsoft Excel las cuales fueron utilizadas para cálculos y procesamiento de los datos obtenidos durante la investigación.



TESIS: ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA – CELENDÍN, 2024



Prueba :	RECOLECCION DE DATOS DE FUGAS EN CAJA DE REGISTRO			
Departamento :	Cajamarca	Provincia :	Celendín	
Distrito :	Cajamarca	Barrio :	Bellavista	
Equipo utilizado :	Aforador Volumétrico			
Equipo de trabajo :	VÁSQUEZ VARGAS ALEXIS SALOMÓN		TESISTA	
	VICTOR SOLANO BECERRA		TECNICO SEMACEL	
	LUIS TEJADA MARIN		TECNICO SEMACEL	

FUGAS EN CAJA DE REGISTRO

Item	Usuario	Código	Aforo (ml)	Tiempo prom (segundos)	Caudal (L/s)	Pérdida mensual m3
1	GALLARDO VELASQUEZ JOSE ANTONIO	72782	50	338.74	0.0001476	0.26
2	ROCHA VASQUEZ FAUDENCIA	72784	50	457.39	0.0001093	0.19
3	ROJAS MARIN VICENTE	73020	50	115.14	0.0004343	0.75
4	RODRIGUEZ ORTIZ VICTOR	76553	50	201.14	0.0002486	0.43

1.62

Figura 7. Ficha de registro de fugas en caja de registro.



TESIS: ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL
BARRIO BELLAVISTA – CELENDÍN, 2024



Prueba : RECOLECCION DE DATOS DE FUGAS EN RED DE DISTRIBUCIÓN
Departamento : Cajamarca Provincia : Celendín
Distrito : Cajamarca Barrio : Bellavista
Equipo utilizado : Aforador Volumétrico
Equipo de trabajo : VÁSQUEZ VARGAS ALEXIS SALOMÓN
VICTOR SOLANO BECERRA
LUIS TEJADA MARIN
TESISTA
TECNICO SEMACEL
TECNICO SEMACEL

ROTURA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Ítem	Dirección	Descripción	Aforo (litros)	Tiempo prom.(seg.)	Caudal (L/s)	Tiempo de desperdicio (seg.)	Volumen (m3)
1	Av. Cajamarca	Rotura tubería matriz de 2"	20.00	10.98	1.82	25200.00	45.90
							45.90

FUGAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Ítem	Dirección	Descripción	Aforo (litros)	Tiempo prom.(seg.)	Caudal (L/s)	Volumen (m3)
1	Costado colegio Bellavista (calle 3)	Rotura de conexión domiciliaria 1/2"	5.00	141.73	0.0353	60.96
2	Prolongación San Cayetano	Rotura tubería matriz de 3/4"	5.00	119.16	0.0420	72.51
						133.47

Figura 8. Ficha de registro de fugas en la red.



**TESIS: ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO
FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO
BELLAVISTA – CELENDÍN, 2024**



Prueba : **Toma de datos de medidor colocado en el reservorio Bellavista.**
Departamento : **Cajamarca** Provincia : **Celendín**
Distrito : **Cajamarca** Barrio : **Bellavista**
Equipo utilizado :
Equipo de trabajo : **VÁSQUEZ VARGAS ALEXIS SALOMÓN** **TESISTA**
VICTOR SOLANO BECERRA **TECNICO SEMACEL**
LUIS TEJADA MARIN **TECNICO SEMACEL**

LECTURA DIARIA A LA SALIDA EL RESERVORIO BELLAVISTA.

Fecha	Hora	Lectura de medidor	Consumo
15-Feb	01:00 p.m.	21958	
16-Feb	12:58 p.m.	22075	117
17-Feb	01:02 p.m.	22191	116
18-Feb	01:01 p.m.	22302	111
19-Feb	01:00 p.m.	22409	107
20-Feb	01:02 p.m.	22519	110
21-Feb	01:04 p.m.	22627	108
22-Feb	01:00 p.m.	22732	105
23-Feb	12:55 p.m.	22856	124
24-Feb	01:01 p.m.	22957	101
25-Feb	01:05 p.m.	23055	98
26-Feb	12:59 p.m.	23160	105
27-Feb	12:54 p.m.	23267	107
28-Feb	01:04 p.m.	23369	102
1-Mar	01:03 p.m.	23471	102
2-Mar	01:07 p.m.	23569	98

Figura 9. Ficha de registro de volumen de ingreso al reservorio Bellavista.

- Notificaciones a usuarios, el formato utilizado por SEMACEL sirve para comunicar al usuario acerca de la situación en que se encuentra su medidor (medidor malogrado o no cuenta medidor), dicha notificación tiene como principal objetivo que los usuarios puedan regularizar sobre su consumo de agua.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN.

SEMACEL.

SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CELENDÍN

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Fecha: ____ / ____ / ____

NOTIFICACIÓN

Se notifica al usuario _____ con código _____ y dirección _____ que está haciendo uso del servicio de agua potable de **MANERA IRREGULAR** (_____).

Evidenciándose la infracción según el **CUIS** (Cuadro Único de Infracciones y Sanciones) AE – 12 "Usuarios que no cuentan con accesorios de caja de agua - MEDIDOR", SEMACEL procede a notificar al usuario para la regularización e implementación de accesorios en un plazo máximo de cinco (04) días hábiles, pasado este plazo se sancionará al usuario con una multa equivalente al **10% de una UIT vigente** y al corte de servicio hasta su regularización.

Atentamente.

SEMACEL

Figura 10. Notificación empleada por SEMACEL sobre el estado del medidor.

- Manómetro. Necesario para medir las presiones en el sistema de distribución del barrio bellavista, verificando in situ las presiones en las cajas de medidor.



Figura 11. Manómetros utilizados en el barrio Bellavista.

- Medidores de agua potable de 2" y de 1" Ubicados en el reservorio del barrio Bellavista – Celendín.



Figura 12. Medidores de agua potable de 2" y 1" de la marca CITALY instalados a la salida del reservorio Bellavista.

- Se utilizó el software Microsoft Excel para elaboración de hojas de cálculo, fichas de registro y procesamiento de los datos obtenidos en campo, el software AutoCAD y AutoCAD Civil 3D metric para la elaboración de planos, sectorización hidráulica y monitoreo de las diversas válvulas ubicadas en el sistema de distribución de agua potable del barrio Bellavista.

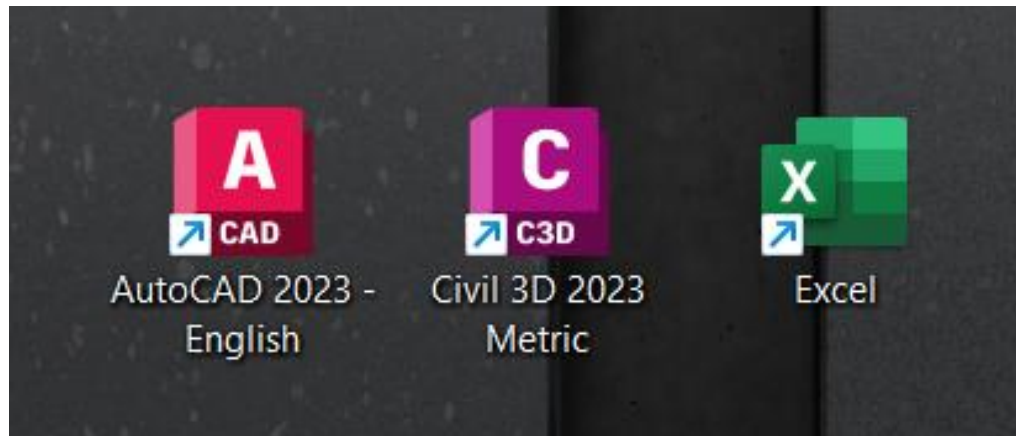


Figura 13. Softwares utilizados.

3.3 PROCEDIMIENTO

3.3.1 SECTORIZACIÓN HIDRÁULICA

El barrio Bellavista tiene un único ingreso de agua hacia la red de abastecimiento de agua potable, también cuenta con un reservorio de 21 m³ de capacidad que se llena con dos tuberías de PVC de clase 10, una de 2" y otra de 1", el reservorio sirve para abastecer de agua potable a los usuarios inscritos en el área de SEMACEL.

Debido al crecimiento poblacional y a la no actualización del tipo de categorías en la zona de estudio, todos los usuarios del barrio Bellavista se encuentran en la categoría "Domestico de ½ pulgada".

Se obtuvo las diferentes características de las tuberías que forman el sistema de distribución de agua potable del barrio en estudio.



Figura 14. Reservorio Bellavista.

3.3.2 MEDICIÓN DE CAUDAL DE INGRESO A LA RED DE ABASTECIMIENTO

Para la medición del caudal de ingreso al sistema de distribución de agua potable se instaló un medidor de chorro múltiple de la marca CITALY de 2” a la salida del reservorio del barrio Bellavista.



Figura 15. Instalación de macromedidor a la salida del reservorio Bellavista.

MANEJO DIARIO DEL RESERVORIO BELLAVISTA

El reservorio de Bellavista cuenta con una capacidad de 21 m³ el cual es llenado a través de dos tuberías de PVC de diámetros 1" y 2", dicho reservorio es cerrado a las 10:00 p.m. y se abre 06:00 a.m.

Tabla 8. Hora de apertura y cierre del reservorio Bellavista.

Hora de apertura.	Hora de cierre.	Tiempo de servicio.
06:00 a.m.	10:00 p.m.	16 horas

3.3.2 MEDICIÓN DE PRESIONES.

Se utilizó el manómetro acoplado al grifo para realizar las mediciones de presión durante el trabajo de campo.



Figura 16. Medición de presión Av. Carretera a Cajamarca usuario: 75690.

Tabla 9. Registro de presiones en la zona de estudio.

Código	Presión (psi)	Presión (m.c.a)	Fecha	Hora
33260	3	2.11	7/06/2024	08:05 a.m.
72225	92	64.68	8/06/2024	08:20 a.m.
72240	-	-		
72245	90	63.28	8/06/2024	08:37 a.m.
72265	90	63.28	8/06/2024	08:51 a.m.
72275	88	61.87	8/06/2024	09:03 a.m.
72280	88	61.87	8/06/2024	09:22 a.m.
72295	84	59.06	8/06/2024	09:40 a.m.
72300	82	57.65	8/06/2024	04:20 p.m.
72310	80	56.25	8/06/2024	04:31 p.m.
72315	80	56.25	8/06/2024	04:40 p.m.
72320	78	54.84	8/06/2024	04:58 p.m.
72330	78	54.84	8/06/2024	05:07 p.m.
72350	76	53.43	8/06/2024	05:15 p.m.
72360	76	53.43	8/06/2024	05:31 p.m.
72365	72	50.62	8/06/2024	05:43 p.m.
72368	72	50.62	8/06/2024	05:57 p.m.
72370	66	46.40	8/06/2024	06:13 p.m.
72390	-	-	-	-
72420	62	43.59	9/06/2024	08:09 a.m.
72430	62	43.59	9/06/2024	08:21 a.m.
72450	60	42.19	9/06/2024	08:33 a.m.
72460	-	-	-	-
72470	56	39.37	9/06/2024	08:41 a.m.
72480	54	37.97	9/06/2024	08:58 a.m.
72510	48	33.75	9/06/2024	09:12 a.m.
72535	48	33.75	9/06/2024	09:29 a.m.
72540	44	30.94	9/06/2024	09:41 a.m.
72570	44	30.94	9/06/2024	09:56 a.m.
72580	42	29.53	9/06/2024	04:27 p.m.
72600	-	-	-	-
72630	40	28.12	9/06/2024	04:39 p.m.
72660	38	26.72	9/06/2024	04:52 p.m.
72690	36	25.31	9/06/2024	05:10 p.m.
72720	34	23.91	9/06/2024	05:33 p.m.
72750	32	22.50	9/06/2024	05:57 p.m.
72780	30	21.09	12/06/2024	08:19 a.m.
72782	30	21.09	12/06/2024	08:28 a.m.
72784	30	21.09	12/06/2024	08:43 a.m.
72830	-	-	-	-
72840	32	22.50	12/06/2024	08:57 a.m.
72855	32	22.50	12/06/2024	09:17 a.m.
72870	32	22.50	12/06/2024	09:28 a.m.
72872	32	22.50	12/06/2024	09:42 a.m.
72876	-	-	-	-

3.3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS

a. FUGAS VISIBLES.

Equipos utilizados:

- Aforados de fugas.
- Cronómetro.
- Herramientas manuales.
- Ficha de registro.

Para la detección de las fugas visibles se tuvo que transitar las diferentes calles de la zona de estudio, visualizando la presencia de agua en la superficie del terreno, se encontró fugas visibles en las siguientes direcciones.

Rotura de tubería matriz en la Av. Cajamarca. En este lugar se está construyendo un grifo por lo cual dueños del terreno excavaron sin tener conocimiento de la ubicación de la tubería matriz que abastece a parte de los usuarios del barrio bellavista, según versiones recabadas de los pobladores aledaños, dicha fuga ocurrió al promediar las 09:00 a.m. y fue atendida a las 04:00 p.m. teniendo un tiempo de desperdicio de 7 horas.



Figura 17. Rotura de tubería matriz Av. Cajamarca.

Para calcular el volumen de la fuga se utilizó la fórmula de caudal.

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m^3)

Q : Caudal promedio de ingreso (m^3/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = \left(1.82 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} \right) * \left(30 \text{ día} * \frac{16 h}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 h} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} \right)$$

$$V = 45.90 m^3$$

Se determinó el volumen de la fuga detectada al costado del colegio BELLAVISTA (tubería rota).



Figura 18. Fuga en conexión domiciliaria barrio Bellavista.

Para calcular el volumen de la fuga se utilizó la fórmula de caudal.

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m^3)

Q : Caudal promedio de ingreso (m^3/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = \left(0.035 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} \right) * \left(30 \text{ día} * \frac{16h}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1h} * \frac{60 \text{ s}}{1min} \right)$$

$$V = 60.96 m^3$$

Se determino el volumen de la fuga en la tubería matriz del pasaje prolongación San Cayetano.



Figura 19. Fuga de la tubería $\frac{3}{4}$ de pulgada (Prolongación San Cayetano).

Para calcular el volumen de la fuga se utilizó la fórmula de caudal.

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m^3)

Q : Caudal promedio de ingreso (m^3/s)

t : Tiempo (s)

Entonces

$$V = \left(0.042 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} \right) * \left(30 \text{ día} * \frac{16h}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1h} * \frac{60 \text{ s}}{1min} \right)$$

$$V = 72.51 m^3$$

Se detectaron fugas en cajas de registro, el tiempo de servicio en el barrio Bellavista es de 16 horas.



Figura 20. Fuga en caja de registro Código :72784.

Fuga en caja de registro, código de inscripción: 72782.

-Para calcular el volumen mensual de la fuga se utilizó la fórmula de caudal

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m³)

Q : Caudal promedio de ingreso (m³/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = 0.0001476 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * 1 mes * \frac{30 días}{1 mes} * \frac{16 horas}{1 día} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{60 s}{1 min}$$
$$V = 0.26 m^3$$

Fuga en caja de registro, código de inscripción 72784

Para calcular el volumen mensual de la fuga se utilizó la fórmula de caudal

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m³)

Q : Caudal promedio de ingreso (m³/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = 0.0001093 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * 1 mes * \frac{30 días}{1 mes} * \frac{16 horas}{1 día} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{60 s}{1 min}$$
$$V = 0.19 m^3$$

Fuga en caja de registro código de inscripción 73020

Para calcular el volumen mensual de la fuga se utilizó la fórmula de caudal.

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m³)

Q : Caudal promedio de ingreso (m³/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = 0.0004343 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * 1 \text{ mes} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{16 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$
$$V = 0.75 \text{ m}^3$$

Fuga en caja de registro código de inscripción 76553

Para calcular el volumen mensual de la fuga se utilizó la fórmula de caudal (tiempo de servicio es de 13 horas).

$$V = Q * t$$

Donde:

V : Volumen de ingreso mensual (m³)

Q : Caudal promedio de ingreso (m³/s)

t : Tiempo (s)

Entonces,

$$V = 0.0002486 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * 1 \text{ mes} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{16 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$
$$V = 0.43 \text{ m}^3$$

Tabla 10. Resumen de fugas en cajas de registro.

Ítem	Código de Inscripción	Aforo (ml)	Tiempo Promedio (segundos)	Caudal (L/s)	Volumen mensual (m³)
1	72782	50	338.74	0.0001476	0.26
2	72784	50	457.39	0.0001093	0.19
3	73020	50	115.14	0.0004343	0.75
4	76553	50	201.14	0.0002486	0.43
Total de pérdidas mensuales de fugas en cajas de registro =					1.62

3.3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES

A partir de los registros en el padrón de lectura de los medidores de los usuarios y verificación en las cajas de registro, se pudo realizar un análisis de las pérdidas comerciales de acuerdo con la información brindada por SEMACEL.

CONSUMO NO LEIDO

Del total de usuarios en el barrio Bellavista se encontraron medidores malogrados u otros usuarios que no cuentan con medidor; también se verificó a los usuarios que figuran en estado de corte físico de los cuales se encontró a 13 de ellos que se han repuesto al servicio de agua potable, a continuación, se muestra la lista de los usuarios de los cuales no se tiene un registro del consumo mensual.

Tabla 11. Usuarios que no cuentan con registro de consumo.

ITEM	CÓDIGO	NOMBRE	OBSERVACIÓN
1	72250	MACHUCA MARIÑAS CONNIE MARY	Medidor plantado
2	72270	BELISARIO BECERRA GARCIA	Medidor plantado
3	72845	MARIN GALVEZ ALFONSO	Sin medidor
4	72900	TORRES ALIAGA, MARIA YOVANA	Medidor plantado
5	73085	GONZALES SILVA JOSE AUGUSTO	Sin medidor
6	73185	MARIN VALLES MARINA MARILU	Sin medidor
7	73200	ORTIZ CALLA, Victoria	Sin medidor
8	73230	ALCANTARA TERRONES VICENTE	Sin medidor
9	73270	ZEGARRA CACHAY MARIBEL	Sin medidor
10	75765	GIL JAUREGUI, CARLOS ANDRES	Sin medidor
11	76557	PINEDO CULQUE EDILCER DAVID	Medidor Plantado
12	76583	MARIN ESTRADA ADITHA MAHELA	Sin medidor
13	75660	CHAVEZ BAZAN, Orfila	Sin medidor

14	75960	ALIAGA ZEGARRA, Ricardo	Medidor plantado
15	75990	VILLAR GALVEZ, José	Medidor plantado
16	76260	NESTOR BAZAN CACHAY	Medidor Roto
17	76265	BAZAN CACHAY, EVA JANETH	Medidor plantado
18	76350	BAZAN CACHAY, JOSE NESTOR	Medidor plantado
19	76620	CARLOS MODESTO MARIN ARAUJO	Medidor plantado
20	76630	CHAVEZ SANCHEZ MARIA	Sin medidor
21	76770	MUÑOZ CASAHUAMAN, Nasario	Medidor Malogrado
22	76930	ALIAGA MEDINA JESUS MARIA	Sin medidor
23	76940	MACHUCA BAZAN GILMER ALEXANDER	Medidor plantado

Para calcular el consumo promedio de cada usuario que no cuenta con un medidor de agua potable o dicho medidor se encuentra malogrado, se instaló medidores de prueba proporcionados por SEMACEL para tener una mayor precisión acerca del consumo de los usuarios, el periodo de lectura de los medidores de prueba fue de 15 días por usuario.

Tabla 12. Lectura de medidores de prueba.

FECHA	CÓDIGO	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	CONSUMO	SERIE MEDIDOR
17 agosto al 01 septiembre	72250	98113	98119	6	Zenner 6921285
	72270	11810	11815	5	Zenner 3877373
	72845	638	647	9	Zenner 7086050
	72900	115	121	6	Zetk 116199982
07 septiembre al 22 septiembre	73085	11815	11819	4	Zenner 3877373
	73185	647	649	2	Zenner 7086050
	73200	98119	98124	5	Zenner 6921285
	73230	121	128	7	Zetk 116199982
27 septiembre al 12 octubre	73270	649	658	9	Zenner 7086050
	75765	128	140	12	Zetk 116199982
	76557	11819	11821	2	Zenner 3877373
	76583	98124	98127	3	Zenner 6921285
25 octubre al 09 noviembre	75660	11821	11839	18	Zenner 3877373
	75960	98127	98141	14	Zenner 6921285
	75990	140	153	13	Zetk 116199982
	76260	658	665	7	Zenner 7086050
16 noviembre al 01 diciembre	76265	665	669	4	Zenner 7086050
	76350	153	158	5	Zetk 116199982
	76620	11839	11843	4	Zenner 3877373
	76630	98141	98146	5	Zenner 6921285
07 diciembre al 22 diciembre	76770	11843	11855	12	Zenner 3877373
	76930	158	166	8	Zetk 116199982
	76940	669	680	11	Zenner 7086050

También se identificó a los usuarios que figuran en corte físico, el trabajo en campo consistió en verificar in situ el tipo de corte realizado a cada usuario, y ver en qué estado se encuentra, en donde se pueden observar que varios de ellos se habían repuesto sin autorización alguna por parte del área encargada (SEMACE).

Tabla 13. Usuarios que se encuentran en corte físico.

USUARIOS EN CORTE FÍSICO			
ITEM	CÓDIGO	NOMBRE	TIPO DE CORTE
1	72235	CHAVEZ MARIN, ALMANZOR	Llave cerrada
2	72312	BRIONES BOLAÑOS, FAUSTINO	Llave cerrada
3	72400	BELARMINO CRUZADO CASTRO	Llave cerrada
4	72475	ORTIZ CHAVEZ LIDIA YSABEL	Llave cerrada
5	72810	CONSUELO CHACON SANCHEZ	Llave cerrada
6	72815	CORTEZ GONZALES, JULIO CESAR	Niple cortado
7	72850	MARIA A. ESCOBAL MEGO	Llave cerrada
8	72990	ROSA PAJARES MUÑOZ	Llave cerrada
9	73060	MARIN ORTIZ VICTOR ROLANDO	Niple cortado
10	76570	CORTEGANA RODRIGUEZ MELIZA ELIZABETH	Llave cerrada
11	76585	MARIÑAS RODRIGUEZ DIEGO ALEXANDER	Niple cortado
12	82640	ALUPUY	Tapón
13	75580	GUEVARA MUÑOZ WILDER JESUS	Llave cerrada
14	75610	ATALAYA MARIN ARNOL WILTON	Llave cerrada
15	75630	BARTRA TAMBO, Alejandrina	Llave cerrada
16	75650	GONZALES SILVA ROSA ELVIRA	Llave cerrada
17	75730	ESCOBAL MEGO MARIA JOSEFINA	Llave cerrada
18	75780	CACHAY SILVA, Precila	Retiro de tapón de salida auxiliar.
19	76055	MARIN ORTIZ OLGA ORFILA	Tapón
20	76060	MARIN ORTIZ OLGA ORFILA	Tapón
21	76065	MARIN ORTIZ PAULA VICTORIA	Llave cerrada
22	76070	MARIN ORTIZ ANITA	Llave cerrada
23	76075	MARIN ORTIZ NELIDA CLARIBEL	Tapón
24	76122	RABANAL MARIÑAS NEISER FRANCISCO	Niple cortado
25	76124	RABANAL DE CHACON CONSUELO SOLANA	Niple cortado
26	76125	PAJARES PORTAL EMERITA	Llave cerrada
27	76126	RABANAL DE DIAZ PLANTILLA EMERITA	Tapón
28	76128	RABANAL MARIÑAS DOMITILA	Tapón
29	76132	VILLEGAS MEGO ESTRELLA UBERTILA	Tapón
30	76138	ALIAGA ZEGARRA VICTOR T	Llave cerrada
31	76190	ROSELL JULCA JORGE LUIS	Niple cortado
32	76220	ROJAS RABANAL MARIA ELISABETH	Retiro de tapón de salida auxiliar.
33	76440	RODRIGUEZ BOLAÑOS, Pruden	Llave cerrada
34	76470	BRIONES MACHUCA JOSE A.	Niple cortado

35	76590	JOSE JUSTINIANO OCAS RAICO	Niple cortado
36	76640	CHAVEZ CHAVEZ ISAIAS ANTONIO	Niple cortado
37	76650	ROSA ALEJANDRINA JULCAMORO HUINGO	Niple cortado
38	76680	PELAYO MARIN PLACENCIA	Retiro de tapón de salida auxiliar.
39	76910	ALIAGA MEDINA JESUS MARIA	Niple cortado
40	79720	SANCHEZ CHACON ADRIANA CECILIA	Tapón

De los 40 usuarios que se encuentran en corte físico, se encontró a 13 de ellos que se han repuesto sin autorización haciendo un consumo no autorizado de agua potable, esto debido también a que el tipo de corte no fue el más indicado (llave de paso cerrada, retiro de tapón de salida auxiliar (Plush) o corte de Niple), para determinar su consumo se realizó las mediciones de su medidor en el periodo del 10 de septiembre al 10 de octubre.

Tabla 14. Registro de lecturas de usuarios con reposición no autorizada.

CÓDIGO DE INSCRIPCIÓN	PRIMERA LECTURA	SEGUNDA LECTURA	CONSUMO	SERIE DE MEDIDOR
72400	1843	1859	16	Zenner 27263504
72810	471	491	20	Zenner 145393
72815	713	737	24	Zenner 7086088
72850	1241	1257	16	Zenner 08701368
73060	2552	2568	16	No se ve la serie
75630	683	691	8	Zenner 175090
75780	307	319	12	Zenner 174996
76122	3278	3298	20	No se ve la serie
76190	366	378	12	Zenner 09019630
76470	404	420	16	Zenner 174688
76585	1711	1743	32	No se ve la serie
76650	2107	2135	28	No se ve la serie
76680	617	625	8	Zenner 157601



Figura 21. Reposición no autorizada codigo:72815

HURTO Y CLANDESTINAJE

Se identificó el total de usuarios en la zona de estudio, el trabajo en campo consistió en la validación del total de conexiones que figuran en el padrón de usuarios que corresponden al barrio Bellavista, donde se pudo encontrar 06 conexiones clandestinas que no estaban registrados en el padrón de usuarios, dichas viviendas eran beneficiarios de la ampliación de red de agua potable y desagüe del proyecto “Alupuy” de los cuales 06 viviendas no se inscribieron de manera oportuna en los registros de SEMACEL haciendo así un consumo clandestino de agua potable, cabe recalcar que la empresa encargada de dicha ampliación de las redes dejó las instalaciones de agua y desagüe hasta el punto en vereda e incluso con medidores de la marca zenner en su caja de registro.

Para determinar el consumo se realizó mediciones de su medidor en el periodo del 15 de octubre al 15 de noviembre.

Tabla 15. Registro de lecturas de conexiones clandestinas.

	Primera Lectura (15 octubre)	Hora	Segunda Lectura (15 noviembre)	Hora	Consumo (m ³)
Clandestino 01	374	09:10 a.m.	392	09:24 a.m.	18
Clandestino 02	219	09:37 a.m.	233	09:31 a.m.	14
Clandestino 03	403	10:01 a.m.	416	09:58 a.m.	13
Clandestino 04	150	10:35 a.m.	165	10:35 a.m.	15
Clandestino 05	225	02:38 p.m.	238	02:42 p.m.	13
Clandestino 06	254	03:04 p.m.	268	03:00 p.m.	14



Figura 22. Conexión domiciliaria con medidor no registrado en SEMACEL. (Lectura: 225)

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como finalidad estimar el volumen de agua no facturada en el sistema de abastecimiento del barrio Bellavista – Celendín, 2024; verificando las pérdidas operativas y las pérdidas comerciales, a continuación, se presentan los resultados obtenidos en función a los objetivos planteados y acorde a la metodología utilizada.

4.1 SECTORIZACIÓN HIDRÁULICA

Límites del sector:

Norte	:	Barrio Pumarume.
Sur	:	Choctapampa.
Este	:	Barrio El Milagro.
Oeste	:	Barrio Pumarume.



Figura 23. Límites de la zona de estudio (barrio Bellavista).

4.2 MEDICIÓN DE CAUDAL DE INGRESO

El barrio de Bellavista se abastece de agua potable desde un reservorio que lleva el mismo nombre, dicho reservorio tiene una tubería de salida de dos pulgadas (2”).

Para la medición de caudal de ingreso se procedió a instalar un medidor de dos pulgadas de la marca CITALY con serie 23006446. El registro de las lecturas se realizó del 15 de febrero al 15 de marzo.

Se determinó el caudal de ingreso a la red de distribución del barrio bellavista resultando un caudal promedio de 1.927 l/s.

Se determinó el volumen de ingreso a la red de distribución del barrio Bellavista, resultando un volumen mensual de 3331.07 m³.

Tabla 16. Volumen de ingreso a la zona de estudio.

SECTOR: BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN	
Caudal de ingreso promedio (l/s)	1.927
Volumen de ingreso mensual (m ³)	3 331.07

4.3 MEDICIÓN DE PRESIÓN

En el Reglamento Nacional de Edificaciones norma OS.050 “Redes de distribución de agua para consumo humano DS N° 010-2009” menciona que la presión máxima debe tener 50 M.C.A (metros columna de agua) y una presión mínima de 10 M.C.A.

En las presiones medidas en el barrio Bellavista se verificó que la mayoría de datos se encuentra dentro del rango establecido por la norma OS 050, a excepción de 76 datos que se encuentran por debajo de los 10 m.c.a. y 15 datos que exceden los 50 m.c.a.

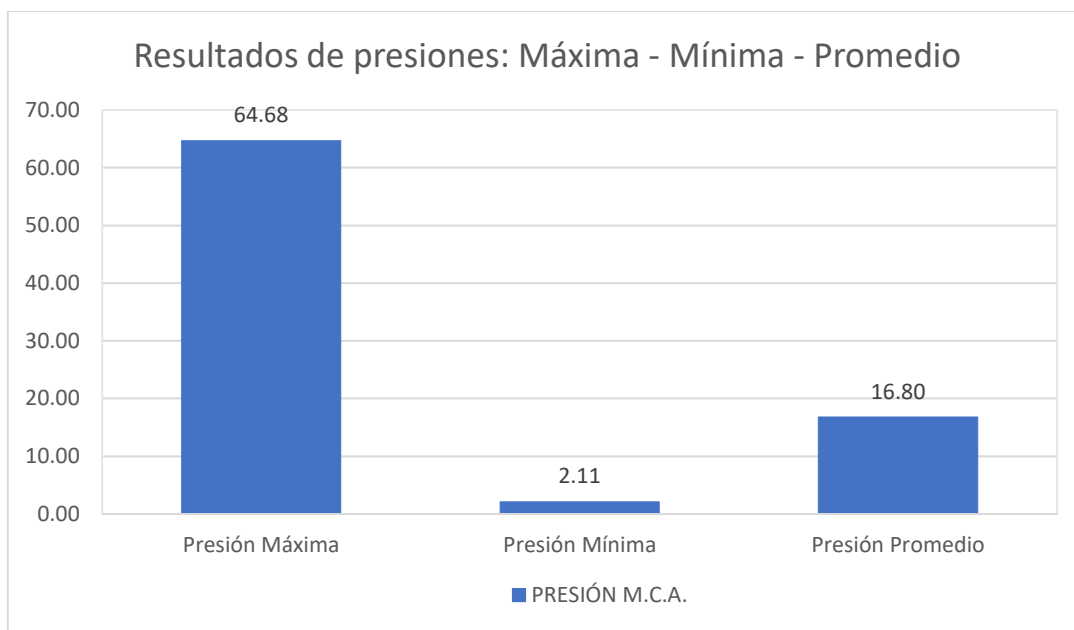


Figura 24. Resultado de presiones: Máxima - Mínima – Promedio.

4.4 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS

En la siguiente tabla se muestra el volumen de pérdidas operativas de agua potable por mes en el barrio Bellavista.

Tabla 17. Resultados Pérdidas Operativas.

Pérdidas Operativas	Volumen de Pérdidas por mes (m³)	Porcentaje de pérdidas de agua potable (%)
Fuga en cajas de registro	1.62	0.90
Rotura de la red matriz	45.90	25.36
Fugas en red de distribución	133.47	73.74
TOTAL	180.99	100

Existe un promedio de 180.99 m³ de pérdidas operativas en el sistema de distribución de agua potable del barrio bellavista, de los cuales la mayor parte se encuentra en las fugas de red de distribución con 73.74% del total de pérdidas operativas.

4.5 RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES

En la siguiente tabla se muestra la cantidad del volumen perdido por reconexiones no autorizadas, conexiones clandestinas y de usuarios sin medidor.

Tabla 18. Resultados Pérdidas Comerciales

Pérdidas Comerciales	Volumen de Pérdidas por mes (m³)	Porcentaje de pérdidas de agua potable (%)
Conexiones clandestinas	87	13.24
Reposición no Autorizada	228	34.70
Usuarios sin medidor	342	52.05
TOTAL	657	100

Hay un promedio mensual de 657 m³ de volumen perdido, de los cuales la mayor cantidad se da en los usuarios que no cuentan con medidor representando el 52.05% del total de perdidas comerciales con un volumen de 342 m³; el 34.70% pertenece a las reposiciones no autorizadas y el 13.24% a conexiones clandestinas.

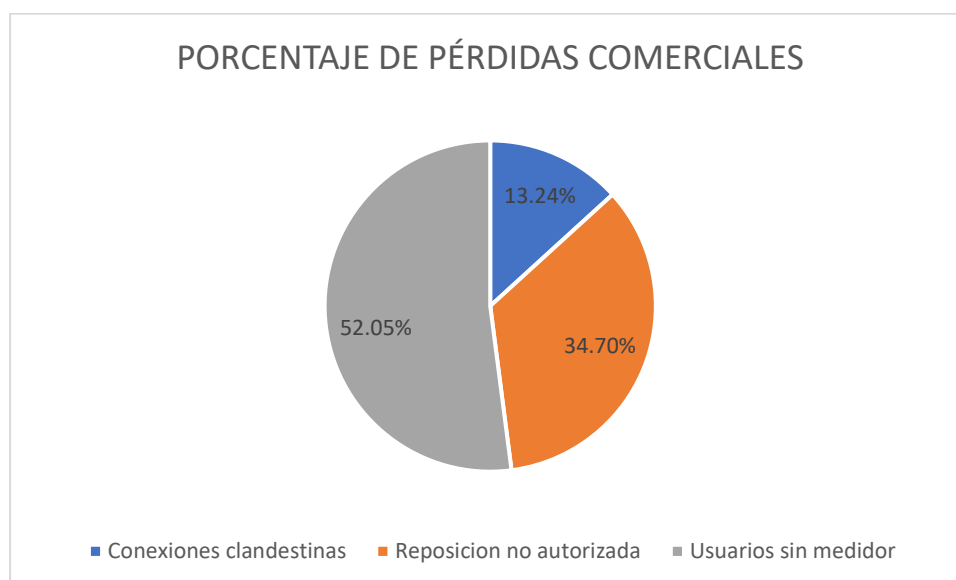


Figura 25. Porcentaje de pérdidas comerciales.

4.6 RESULTADO TOTAL DE AGUA NO FACTURADA

En la siguiente tabla se verifica los resultados obtenidos de Agua No Facturada, que incluye fugas en caja de registro, roturas de la tubería en la red matriz, conexiones clandestinas, reposiciones no autorizadas y usuarios que no cuentan con un medidor.

Tabla 19. Resumen de Pérdidas de Agua Potable.

Resumen de las Pérdidas de Agua Potable			
Variables	Sub Variables	Volumen de pérdida de agua potable por mes (m ³)	Porcentaje de pérdida de agua potable (%)
Pérdidas Operativas	Fuga en cajas de registro	01.62	00.19
	Rotura de la red matriz.	45.90	05.48
	Fuga en la red de distribución.	133.47	15.93
Pérdidas Comerciales	Conexiones clandestinas	87.00	10.38
	Reposición no Autorizada	228.00	27.21
	Usuarios sin medidor	342.00	40.81
Total de pérdidas de agua potable		837.99	100.00

En la tabla, se verifica la proporción de volumen de Agua No Facturada en pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

Tabla 20. Porcentaje de pérdidas operativas y comerciales.

Variables	Volumen de pérdidas de agua potable mensual (m ³)	Porcentaje de pérdidas de agua potable (%)
Pérdidas Operativas	180.99	21.60
Pérdidas Comerciales	657.00	78.40
Total de pérdidas de agua potable.	837.99	100.00

4.7 BALANCE HÍDRICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la tabla N°21 se puede observar el balance hídrico del barrio Bellavista, representados en volumen (m³) y en porcentaje.

Tabla 21. Balance Hídrico del barrio Bellavista.

Detalle	Volumen por mes (m ³)	Volumen (%)
Volumen de distribución	3331.07	100.00
Agua Facturada	2493.08	74.84
Agua No Facturada	837.99	25.16
Pérdidas Operativas	180.99	05.43
Pérdidas Comerciales	657.00	19.72

4.8 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE POR LONGITUD DE TUBERÍA.

Para ello el total de pérdidas (Agua No Facturada) se divide entre el promedio ponderado de las diferentes tuberías en función de su longitud y diámetro. Donde se logró identificar que existen 1649.92 m de tubería de 2", 148.53 m de tubería de 1", 2308.23 m de tubería de ¾" y 105.74 m de tubería de ½".

Calculamos el promedio ponderado.

$$P.P. = \frac{(1649.92m * 2") + (148.53m * 1") + (2308.23m * \frac{3}{4} ") + (105.74m * \frac{1}{2} ") }{(2" + 1" + \frac{3}{4} " + \frac{1}{2} ")}$$

$$Promedio ponderado = 1231.15 m$$

Calculamos la pérdida por longitud de tubería.

$$\frac{Total de pérdidas (ANF)}{Promedio Ponderado} = \frac{837.99 m^3}{1231.15 m} = 0.68066 m^3/m$$

$$\frac{Total de pérdidas (ANF)}{Promedio Ponderado} = 680.66 litros/m$$

Por cada metro de tubería en el barrio bellavista se estima una pérdida de 680.66 litros de agua.

4.9 CÁLCULO DEL COSTO DE INGRESO PERDIDO APLICADO AL VOLUMEN ESTIMADO DE AGUA NO FACTURADA

Para calcular el costo de ingreso perdido aplicado al volumen de ANF (837.99 m³) vamos a considerar la categoría doméstico ½ ya que en el barrio Bellavista todos están en dicha categoría. A continuación, se calcula aplicando la estructura tarifaria de SEMACEL.

Tabla 22. Estructura tarifaria SEMACEL categoría doméstico 1/2

Rango	Asignación de Consumo (m ³)	m ³ S/.
Cargo Fijo	C.F.	1.25
R1	0 a 10	0.26
R2	10 a 20	0.46
R3	21 a más	0.66

El costo del ingreso perdido basado en la estructura tarifaria de SEMACEL categoría Doméstico ½ para un volumen de agua no facturada de 839.99 m³ es de 548.32 soles.

Cálculo según estructura tarifaria propuesta por Chávez J. (2024) categoría – Doméstico 1/2

Tabla 23. Estructura Tarifaria Chávez J. (2024) categoría - Doméstico 1/2

Rango	Asignación de Consumo (m ³)	m ³ S/.
Cargo Fijo	C.F.	4.00
R1	0 a 8	0.966
R2	8 a 20	1.366
R3	21 a más	2.266

El costo del ingreso perdido basado en la estructura tarifaria propuesta para la categoría Doméstico ½ para un volumen de agua no facturada de 839.99 m³ es de 1881.69 soles.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El volumen de agua no facturada mensual para el sistema de tuberías de PVC en su totalidad en el barrio Bellavista, es de 837.99 m³, que representa el 25.16% del volumen distribuido.
- La red de distribución de agua potable del barrio Bellavista, cuenta con diferentes diámetros de tubería (2", 1", ¾" y ½") con una antigüedad mayor a 25 años; existen 1649.92 m de tubería de 2", 148.53 m de tubería de 1", 2308.23 m de tubería de ¾" y 105.74 m de tubería de ½".
- La asignación de consumo al sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bellavista, tiene un volumen mensual de 3331.07 m³.
- El porcentaje de pérdidas operativas en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bellavista, (un volumen de 180.99 m³) representa el 5.43 % del volumen distribuido.
- El porcentaje de pérdidas comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bellavista, (un volumen de 657.00 m³) representa el 19.72% del volumen distribuido.
- Se encontraron conexiones clandestinas en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Bellavista, resultando un volumen de pérdida de 87 m³ por mes el cual representa el 13.24% de las pérdidas comerciales.
- Las pérdidas mensuales de agua potable por longitud de tubería, es de 680.66 litros por metro de tubería en un mes.
- El costo del ingreso perdido de Agua No Facturada en el barrio Bellavista es de 548.32 soles mensuales y aplicando la estructura tarifaria propuesto por Chávez J. (2024) es de 1881.69 soles mensuales.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de un plano catastral de las tuberías existentes en la zona de estudio (barrio Bellavista)
- Se recomienda realizar una recategorización tarifaria de los usuarios del barrio Bellavista, ya que existen restaurantes y centro recreativos que se encuentran en la categoría “doméstico” y no en la categoría “comercial”.
- Se recomienda, que para la reducción del Agua No Facturada SEMACEL implemente un laboratorio para la micromedición donde se pueda realizar la prueba de contrastación de micromedidores y así determinar si tienen subregistro o sobregistro.
- Se recomienda implementar las medidas de remediación con respecto al corte de servicio, ya que existen usuarios que se reconectan fácilmente al servicio de agua potable.
- Se recomienda tener un protocolo para la reposición en roturas de tubería matriz y así se tenga la menor contaminación del agua potable.

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 BIBLIOGRAFÍA

- ACHACHE CARRILLO, Nataly Viviana y GÓMEZ MONAR, Stalin Andrés. *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua potable del cantón Riobamba* [Tesis de Ingeniería Civil]. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2022.
- CAHUANA ENRIQUEZ, Bryan Rommel. *Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS SEDACUSCO S.A* [Tesis de Ingeniería Civil]. Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú, 2019.
- CHÁVEZ OYARCE, Jhordan Dokmayk. *Estimación de costos económicos para la propuesta tarifaria del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Celendín 2023* [Tesis de Ingeniería Sanitaria]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2024.
- CHAVÉZ SÁNCHEZ, Jhony Alexander. *Estimación del agua potable no facturada en el sistema de distribución de las urbanizaciones Cajamarca y Ramón Castilla, Cajamarca 2021* [Tesis de Ingeniería Hidráulica]. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2022.
- GUTIERREZ BACA, Erick Felipe. *Análisis y determinación de agua no facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa en la E.P.S SEDACUSCO S.A* [Tesis de Ingeniería Civil]. Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú, 2016.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*. 1ª ed., México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ISBN 978-607-626-012-8.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Sistemas de Medición del Agua: Producción, Operación y Consumo*. 1ª ed., México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. ISBN 978-607-626-006-7.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH. *Guía para la reducción de las pérdidas de agua, un enfoque en la gestión de la presión*. (1 era edición). 65726 Eschbor, Alemania, 2011.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2006). *Redes de Distribución de Agua Para Consumo Humano (OS. 050) Reglamento Nacional de Edificaciones* (1ª ed.). Lima - Perú. DS N° 011-2006-VIVIENDA.
- MOLINA ARCE, Stephenson Xavier. *Metodología para reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de AA. PP del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil* [Tesis de Ingeniería de Ciencias de la Tierra]. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2009.

- MONSALVE, M. P., & URIBE, J. A. *Programa de reducción de pérdidas de agua en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de San Gil* [Facultad de Ingeniería Civil.] Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia, 2011.
- MOYA SÁCIGA (2000), Próspero Jesús. *Abastecimiento de agua potable y Alcantarillado*. Lima.
- PORRAS GOMEZ, Oscar Hugo. *Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable – Sector San Carlos – La Merced* [Tesis de Ingeniería Mecánica]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2014
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO – SUNASS. *Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento* (1.^a ed.). Lima - Perú. 2006

6.2 LINKOGRAFÍA

- BUENO-HERRERA, D., MONROY-ÁVILA, E. y ZAFRA-MEJÍA, C. (2020) *Análisis de agua no contabilizada en el sistema de abastecimiento urbano del municipio de Facatativá, Colombia. Tecnura, 24(63) 73-87. Disponible en: <https://doi.org/10.14483/22487638.15333>*
- HERNANDEZ SAMPIERI. *Metodología de la Investigación. 6ta ed.* México, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/981/Investigacion_sampieri_6a_ED.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. DATOS DE PRESIONES EN EL BARRIO “BELLAVISTA”.

CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN PSI	PRESIÓN MCA	CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN PSI	PRESIÓN MCA
33260	08/06/24	08:05 a.m.	3	2.11	72784	12/06/24	08:43 a.m.	30	21.09
72225	08/06/24	08:20 a.m.	92	64.68	72830	12/06/24	-	-	-
72240	08/06/24	-	-	-	72840	12/06/24	08:57 a.m.	32	22.50
72245	08/06/24	08:37 a.m.	90	63.28	72855	12/06/24	09:17 a.m.	32	22.50
72265	08/06/24	08:51 a.m.	90	63.28	72870	12/06/24	09:28 a.m.	32	22.50
72275	08/06/24	09:03 a.m.	88	61.87	72872	12/06/24	09:42 a.m.	32	22.50
72280	08/06/24	09:22 a.m.	88	61.87	72876	13/06/24	-	-	-
72295	08/06/24	09:40 a.m.	84	59.06	72930	13/06/24	08:01 a.m.	3	2.11
72300	08/06/24	04:20p.m.	82	57.65	72960	13/06/24	-	-	-
72310	08/06/24	04:31 p.m.	80	56.25	72965	13/06/24	08:19 a.m.	3	2.11
72315	08/06/24	04:40 p.m.	80	56.25	72970	13/06/24	08:32 a.m.	3	2.11
72320	08/06/24	04:58 p.m.	78	54.84	73015	13/06/24	08:47 a.m.	3	2.11
72330	08/06/24	05:07 p.m.	78	54.84	73020	13/06/24	09:02 a.m.	3	2.11
72350	08/06/24	05:15 p.m.	76	53.43	73040	13/06/24	09:21 a.m.	3	2.11
72360	08/06/24	05:31 p.m.	76	53.43	73050	13/06/24	09:38 a.m.	3	2.11
72365	08/06/24	05:43 p.m.	72	50.62	73080	13/06/24	09:53 a.m.	3	2.11
72368	08/06/24	05:57 p.m.	72	50.62	73090	13/06/24	-	-	-
72370	08/06/24	06:13 p.m.	66	46.40	73100	13/06/24	04:37 a.m.	3	2.11
72390	09/06/24	-	-	-	73110	13/06/24	04:53 a.m.	3	2.11
72420	09/06/24	08:09 a.m.	62	43.59	73120	13/06/24	05:14 a.m.	3	2.11
72430	09/06/24	08:21 a.m.	62	43.59	73140	13/06/24	08:05 a.m.	3	2.11
72450	09/06/24	08:33 a.m.	60	42.19	73170	15/06/24	-	-	-
72460	09/06/24	-	-	-	73180	15/06/24	-	-	-
72470	09/06/24	08:41 a.m.	56	39.37	73220	15/06/24	08:21 a.m.	3	2.11
72480	09/06/24	08:58 a.m.	54	37.97	73235	15/06/24	08:41 a.m.	3	2.11
72510	09/06/24	09:12 a.m.	48	33.75	73260	15/06/24	09:03 a.m.	3	2.11
72535	09/06/24	09:29 a.m.	48	33.75	73290	15/06/24	09:27 a.m.	6	4.22
72540	09/06/24	09:41 a.m.	44	30.94	73295	15/06/24	09:49 a.m.	6	4.22
72570	09/06/24	09:56 a.m.	44	30.94	73300	15/06/24	04:01 p.m.	6	4.22
72580	09/06/24	04:27 p.m.	42	29.53	73320	15/06/24	04:23 p.m.	6	4.22
72600	09/06/24	-	-	-	73350	15/06/24	04:46 p.m.	6	4.22
72630	09/06/24	04:39 p.m.	40	28.12	73370	15/06/24	04:59 p.m.	6	4.22
72660	09/06/24	04:52 p.m.	38	26.72	73380	15/06/24	05:16 p.m.	6	4.22
72690	09/06/24	05:10 p.m.	36	25.31	73390	15/06/24	05:35 p.m.	10	7.03
72720	09/06/24	05:33 p.m.	34	23.91	75340	15/06/24	05:58 p.m.	10	7.03
72750	09/06/24	05:57 p.m.	32	22.50	75350	16/06/24	08:05 a.m.	10	7.03
72780	12/06/24	08:19 a.m.	30	21.09	75355	16/06/24	08:23 a.m.	10	7.03
72782	12/06/24	08:28 a.m.	30	21.09	75486	16/06/24	08:47 a.m.	12	8.44

CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (MCA)	CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN PSI	PRESIÓN MCA
75488	16/06/24	09:09 a.m.	12	8.44	77000	29/06/24	05:15 p.m.	24	16.87
75640	16/06/24	09:28 a.m.	12	8.44	80516	06/07/24	08:00 a.m.	12	8.44
75746	22/06/24	08:03 a.m.	30	21.09	80526	06/07/24	08:12 a.m.	12	8.44
75755	22/06/24	08:21 a.m.	30	21.09	82520	06/07/24	08:27 a.m.	12	8.44
75758	22/06/24	08:48 a.m.	30	21.09	82620	06/07/24	08:41 a.m.	10	7.03
75762	22/06/24	09:11 a.m.	28	19.69	82630	06/07/24	08:59 a.m.	6	4.22
75938	22/06/24	09:29 a.m.	28	19.69	86835	06/07/24	09:16 a.m.	10	7.03
75945	22/06/24	-	-	-	86836	06/07/24	09:31 a.m.	8	5.62
76494	22/06/24	09:51 a.m.	30	21.09	86838	06/07/24	09:43 a.m.	8	5.62
76550	22/06/24	04:01 p.m.	28	19.69	86905	06/07/24	09:57 a.m.	6	4.22
76552	22/06/24	04:15 p.m.	26	18.28	86920	06/07/24	-	-	-
76553	22/06/24	04:38 p.m.	26	18.28	128410	06/07/24	-	-	-
76555	22/06/24	-	-	-	64750	06/07/24	04:12 p.m.	8	5.62
76558	22/06/24	04:59 p.m.	26	18.28	73190	06/07/24	04:29 p.m.	8	5.62
76565	22/06/24	05:17 p.m.	24	16.87	75360	06/07/24			
76572	23/06/24	08:01 a.m.	10	7.03	75390	06/07/24	04:42 p.m.	10	7.03
76573	23/06/24	08:30 a.m.	10	7.03	75420	06/07/24	-	-	-
76576	23/06/24	-	-	-	75450	06/07/24	04:58 p.m.	12	8.44
76577	23/06/24	-	-	-	75455	06/07/24	05:14 p.m.	14	9.84
76579	23/06/24	-	-	-	75480	06/07/24	05:32 p.m.	14	9.84
76580	23/06/24	08:49 a.m.	12	8.44	75490	06/07/24	05:47 p.m.	16	11.25
76582	23/06/24	09:06 a.m.	12	8.44	75500	07/07/24	08:03 a.m.	16	11.25
76584	23/06/24	09:27 a.m.	14	9.84	75510	07/07/24	08:17 a.m.	16	11.25
76588	23/06/24	09:41 a.m.	14	9.84	75520	07/07/24	08:29 a.m.	18	12.66
76600	23/06/24	09:54 a.m.	14	9.84	75540	07/07/24	08:40 a.m.	18	12.66
76670	29/06/24	08:00 a.m.	3	2.11	75550	07/07/24	08:54 a.m.	18	12.66
76810	29/06/24	08:13 a.m.	20	14.06	75555	07/07/24	09:09 a.m.	20	14.06
76818	29/06/24	08:31 a.m.	20	14.06	75560	07/07/24	09:23 a.m.	20	14.06
76820	29/06/24	08:44 a.m.	20	14.06	75565	07/07/24	09:36 a.m.	20	14.06
76821	29/06/24	08:58 a.m.	20	14.06	75570	07/07/24	09:58 a.m.	22	15.47
76822	29/06/24	09:12 a.m.	22	15.47	75600	07/07/24	04:00 p.m.	22	15.47
76824	29/06/24	09:29 a.m.	22	15.47	75615	07/07/24	04:21 p.m.	24	16.87
76834	29/06/24	09:41 a.m.	22	15.47	75670	07/07/24	04:42 p.m.	24	16.87
76845	29/06/24	09:57 a.m.	22	15.47	75690	07/07/24	04:59 p.m.	26	18.28
76850	29/06/24	04:02 p.m.	22	15.47	75715	07/07/24	05:17 p.m.	26	18.28
76855	29/06/24	04:15 p.m.	24	16.87	75720	07/07/24	05:38 p.m.	24	16.87
76870	29/06/24	04:38 p.m.	24	16.87	75740	07/07/24	05:59 p.m.	24	16.87
76875	29/06/24	04:52 p.m.	24	16.87	75747	-	-	-	-

CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN PSI	PRESIÓN MCA	CÓDIGO	FECHA	HORA	PRESIÓN PSI	PRESIÓN MCA
75749	13/07/24	08:00 a.m.	24	16.87	76380	14/07/24	05:26 p.m.	18	12.66
75750	13/07/24	08:17 a.m.	22	15.47	76410	14/07/24	05:58 p.m.	16	11.25
75800	13/07/24	08:31 a.m.	22	15.47	76450	17/07/24	04:05 p.m.	16	11.25
75810	13/07/24	08:44 a.m.	22	15.47	76480	17/07/24	04:21 p.m.	14	9.84
75840	13/07/24	09:01 a.m.	20	14.06	76485	17/07/24	04:47 p.m.	14	9.84
75870	13/07/24	09:17 a.m.	20	14.06	76490	17/07/24	05:14 p.m.	14	9.84
75900	13/07/24	-	-	-	76493	17/07/24	05:32 p.m.	14	9.84
75930	13/07/24	09:29 a.m.	20	14.06	76495	18/07/24	04:32 p.m.	12	8.44
75933	13/07/24	09:48 a.m.	18	12.66	76500	18/07/24	04:58 p.m.	12	8.44
75935	13/07/24	04:02 p.m.	18	12.66	76530	18/07/24	05:15 p.m.	12	8.44
75940	13/07/24	04:25 p.m.	18	12.66	76540	18/07/24	05:29 p.m.	12	8.44
75950	13/07/24	04:48 p.m.	22	15.47	76560	18/07/24	05:53 p.m.	12	8.44
76020	13/07/24	05:07 p.m.	20	14.06	76575	19/07/24	04:17 p.m.	12	8.44
76050	13/07/24	05:26 p.m.	20	14.06	76710	19/07/24	04:31 p.m.	3	2.11
76080	13/07/24	05:51 p.m.	20	14.06	76740	19/07/24	04:55 p.m.	12	8.44
76110	14/07/24	08:15 a.m.	22	15.47	76800	19/07/24	05:11 p.m.	12	8.44
76120	14/07/24	08:41 a.m.	22	15.47	76830	19/07/24	05:39 p.m.	12	8.44
76140	14/07/24	08:59 a.m.	22	15.47	76840	20/07/24	08:11 a.m.	10	7.03
76170	14/07/24	09:16 a.m.	22	15.47	76860	20/07/24	08:39 a.m.	10	7.03
76175	14/07/24	09:34 a.m.	20	14.06	76890	20/07/24	08:51 a.m.	10	7.03
76180	14/07/24	09:51 a.m.	20	14.06	76900	20/07/24	09:09 a.m.	10	7.03
76200	14/07/24	03:48 p.m.	20	14.06	76905	20/07/24	09:34 a.m.	10	7.03
76210	14/07/24	04:04 p.m.	20	14.06	76920	20/07/24	09:56 a.m.	8	5.62
76230	14/07/24	04:18 p.m.	20	14.06	76933	20/07/24	04:41 p.m.	8	5.62
76290	14/07/24	04:37 p.m.	20	14.06	76935	20/07/24	05:13 p.m.	8	5.62
76320	14/07/24	05:04 p.m.	18	12.66	76937	20/07/24	05:47 p.m.	8	5.62

ANEXO 2. REGISTRO DE LECTURAS DEL MEDIDOR DE 2" A LA SALIDA DEL RESERVORIO BELLAVISTA.

FECHA	HORA	LECTURA
15/02/25	01:00 p.m.	21958
16/02/25	12:58 p.m.	22075
17/02/25	01:02 p.m.	22191
18/02/25	01:01 p.m.	22302
19/02/25	01:00 p.m.	22409
20/02/25	01:02 p.m.	22519
21/02/25	01:04 p.m.	22627
22/02/25	01:00 p.m.	22732
23/02/25	12:55 p.m.	22856
24/02/25	01:01 p.m.	22957
25/02/25	01:05 p.m.	23055
26/02/25	12:59 p.m.	23160
27/02/25	12:54 p.m.	23267
28/02/25	01:04 p.m.	23369
01/02/25	01:03 p.m.	23471

FECHA	HORA	LECTURA
02/02/25	01:07 p.m.	23569
03/03/25	01:04 p.m.	23672
04/03/25	01:05 p.m.	23780
05/03/25	01:02 p.m.	23892
06/03/25	01:03 p.m.	24029
07/03/25	01:06 p.m.	24162
08/03/25	01:04 p.m.	24283
09/03/25	01:01 p.m.	24389
10/03/25	01:02 p.m.	24512
11/03/25	01:03 p.m.	24621
12/03/25	01:01 p.m.	24736
13/03/25	01:02 p.m.	24849
14/03/25	01:00 p.m.	24959
15/03/25	01:01 p.m.	25067

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura 26. Visita técnica a la zona de estudio (reservorio del barrio Bellavista).



Figura 27. Revisión de lecturas en la micromedición del barrio Bellavista, Código: 73200.

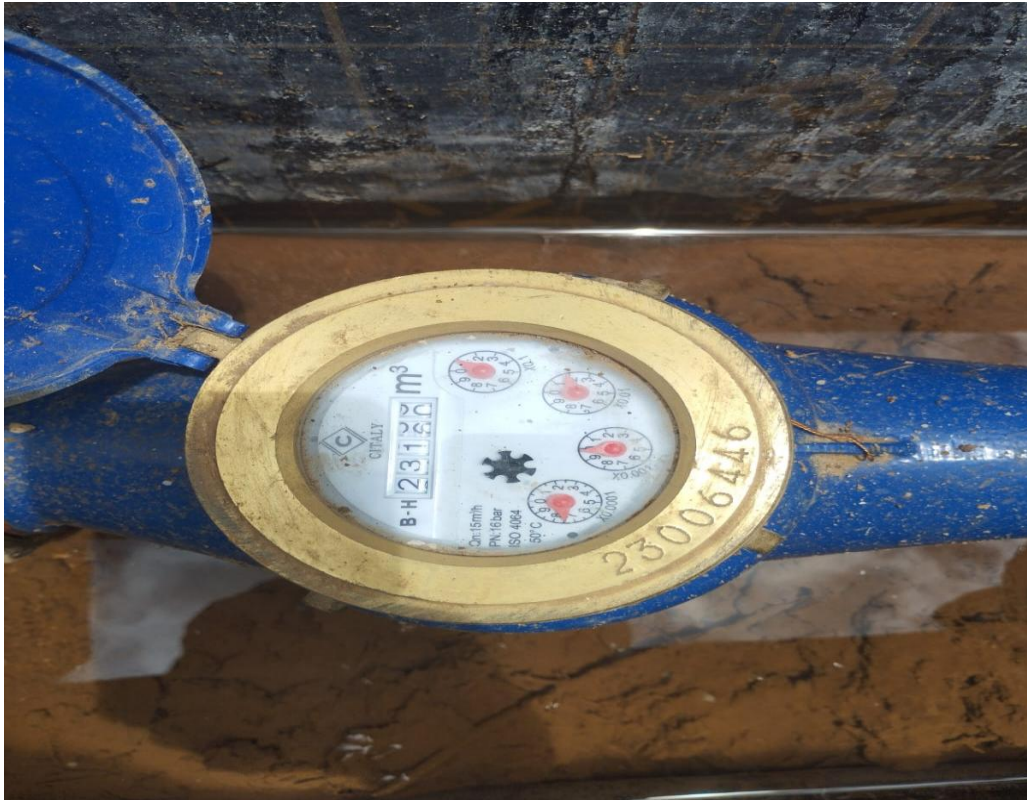


Figura 28. Registro de lecturas de macromedidor en el reservorio Bellavista.



Figura 29. Medición de la presión en campo barrio Bellavista.




Figura 30. Medición de presión en caja de registro barrio Bellavista.




Figura 31. Instalación de medidor de prueba barrio Bellavista en el usuario: 72270.



Figura 32. Verificación de usuario en corte físico en el barrio Bellavista, Código de
Inscripción: 75730.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN
 Jr. José Gálvez 612 - 614 - Celendín
 Anexo: Mercado Modelo 2do. Piso N° 444 - 447
 R.U.C.: 20148289825



N° 1368975
001-1426677

SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CELENDÍN - SEMACEL

Usuario : 0033770 SARMIENTO CHAVEZ, Hilda

RUC N° :

Domicilio : Avenida CAJAMARCA 215 Cdra 2

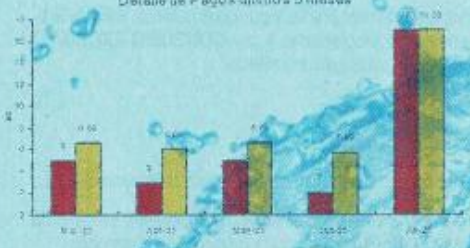
Categoría : Doméstico 1/2

Fec.Emisió : 31/07/2025

Mes de Consumo : JUL-2025

Ultimo día de Pago	Meses Deuda	Descripción de Conceptos
10/Setiembre/2025	01	Consumo de Agua : 6.02
Lecturas Actual 404 Anterior 387		
Consumo		
17 m3		


MEDIDOR N° 6199535184

Detalle de Pagos últimos 5 meses


I.G.V. : 1.08
Limpieza Pública : 4.00


Total Recibo de Julio 2025 ****11.10
Deuda anterior 1 mes(es) ***5.80
Total a Pagar : ****16.90

Son: DIECISEIS y 90/100 Soles


PAGUE A TIEMPO Y EVITE MORAS



Usuario : 0033770 **Periodo :** Jul-2025
Nombres : SARMIENTO CHAVEZ, Hilda
Dirección : AVENIDA CAJAMARCA 215 Cdra 2
Categoría : 64 **Consumo :** 17 m3
Rec. N° : 1426677 **Emission :** 31/07/25

Agua : 7.10
L. Pública : 4.00
Deuda anterior : 5.80 **Total :** ****16.90



Usuario : 0033770 **Periodo :** JUL-2025
Nombres : SARMIENTO CHAVEZ, Hilda
Recibo N° : 1426677 **Consumo :** 17 m3
Total : ****16.90





N° 1368975
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN
 Jr. José Gálvez 612 - 614 - Celendín
 R.U.C.: 20148289825
SEMACEL

Figura 33. Recibo de agua potable emitido por SEMACEL. (Usuario del barrio Bellavista).

CATEGORÍAS EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO

CATEGORÍAS	CARGO FIJO	RANGO I		RANGO II		RANGO III	
		M ³ S/	ASIGNACIÓN CONSUMO	M ³ S/	ASIGNACIÓN CONSUMO	M ³ S/	ASIGNACIÓN CONSUMO
Comercial 30 1/2	1.25	0.51	15	0.71	30	0.91	31 a más
Comercial 30 3/4	1.25	0.51	30	0.71	60	0.91	61 a más
Industrial 100 1/2	1.25	0.61	50	0.81	100	1.01	101 a más
Industrial 60 3/4	1.25	0.61	30	0.81	60	1.01	61 a más
Estatat 100 1/2	1.25	0.11	50	0.31	100	0.51	101 a más
Estatat 100 3/4	1.25	0.11	25	0.31	50	0.51	51 a más
Doméstico 20 1/2	1.25	0.26	10	0.46	20	0.66	21 a más
Doméstico 20 3/4	1.25	0.26	20	0.46	40	0.66	41 a más
Social 15 1/2	1.25	0.11	7.5	0.31	15	0.51	16 a más

Señor (a) usuario, tenga presente lo siguiente:

- **SEMACEL**, proporciona los servicios de agua potable y alcantarillado como Servicio Público, con fines de bien general, aplicando normas y procedimientos que se aseguren el mantenimiento operación desarrollo y ampliación de estos servicios.
- A **SEMACEL**, le corresponde el mantenimiento del conjunto de instalaciones que corresponden al sistema público que termina en el límite de la propiedad de los predios (conexión domiciliar externa). Únicamente **SEMACEL** puede intervenir en estas instalaciones, quedando bajo custodia y responsabilidad del usuario, los materiales (caja, medidor, llaves, tapa, etc.) que forman parte de esta conexión.
- El usuario tiene plena responsabilidad por el manejo de los servicios dentro del predio y por consiguiente, **SEMACEL** quedará relevado de todo reclamo por daños y perjuicios a personas o propiedades y por **CONSUMO EXCESIVO** originados por el mal uso y desperfectos en las instalaciones interiores de agua y alcantarillado.

SEMACEL podrá:

- Cobrar por los servicios prestados, de acuerdo con el sistema tarifario establecido.
- Cobrar Intereses por moras y gastos derivados de las obligaciones no canceladas dentro de los plazos de vencimiento.
- Suspender el servicio al usuario, sin necesidad de previo aviso ni intervención de la autoridad competente, en caso de incumplimiento de las obligaciones contractuales, así como cobrar el costo de suspensión y reposición del servicio.
- Anular las conexiones de quienes hagan uso no autorizado de los servicios, sin perjuicio de las sanciones y cobros que por el uso clandestino del servicio hubiera lugar.
- Cobrar el costo de las reparaciones de daños y desperfectos que el usuario ocasione en las instalaciones y equipos de los servicios, sea por el mal uso o vandalismo, sin perjuicio de las sanciones aplicables para estos casos.

El agua potable que Ud. recibe es cuidadosamente procesada para cuidar su salud, por lo tanto, no la malgaste ni la desperdicie.

Cuidando sus instalaciones sanitarias protegerá su economía y nos permitirá dotar de agua a más familias.

A su servicio

SEMACEL Jr. José Gálvez 612 - 614 Celendín Anexo: Mercado Modelo 2do. Piso N° 444 - 447



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDÍN
Jr. José Gálvez 612 - 614 - Celendín
Anexo: Mercado Modelo 2do. Piso N° 444 - 447
R.U.C.: 20148289825

**SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO CELENDÍN**

SEMACEL



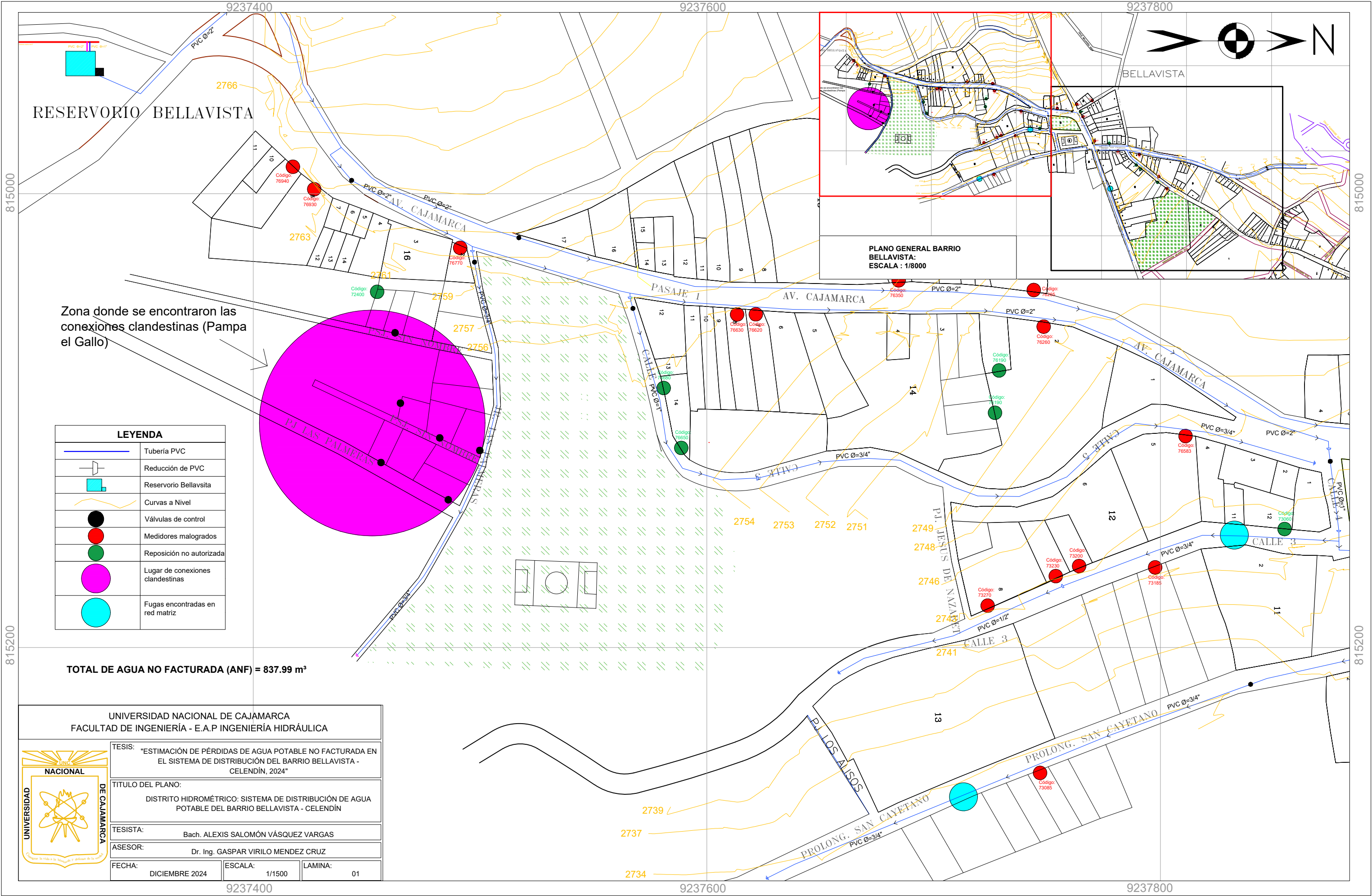
SEMACEL

IMPRESO EN: "MÁS INICIATIVA, MÁS OPORTUNIDADES Y MÁS CALIDAD" - CEL. 0444-447
FI. 1005 ENERO DEL 2005 - DEL 100604 AL 100607

Figura 34. Reverso del recibo de agua emitido por SEMACEL.

ANEXO 4.

**PLANOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE DEL BARRIO
BELLAVISTA – CELENDÍN.**



LEYENDA	
	Tubería PVC
	Reducción de PVC
	Reservorio Bellavista
	Curvas a Nivel
	Válvulas de control
	Medidores malogrados
	Reposición no autorizada
	Lugar de conexiones clandestinas
	Fugas encontradas en red matriz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - E.A.P Ingeniería Hidráulica

TESIS: "ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN, 2024"

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRITO HIDROMÉTRICO: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN

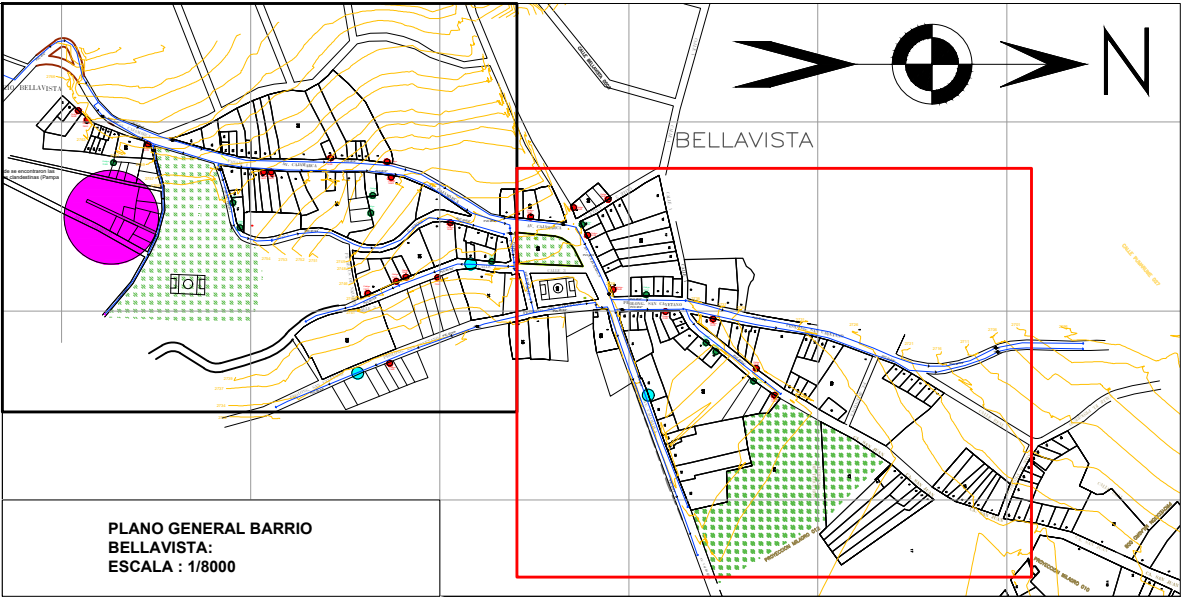
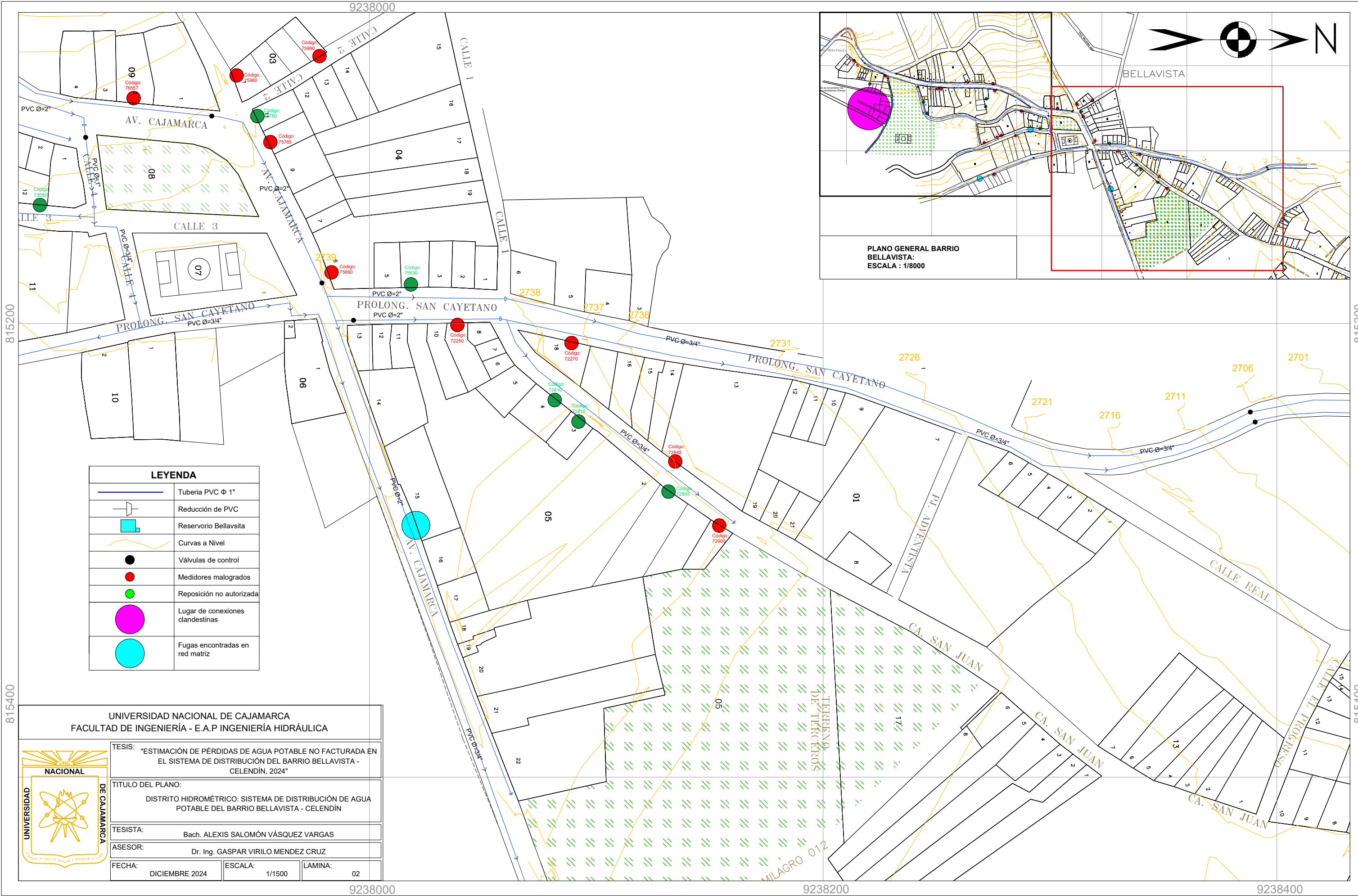
TESISTA:
Bach. ALEXIS SALOMÓN VÁSQUEZ VARGAS

ASESOR:
Dr. Ing. GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ

FECHA:
DICIEMBRE 2024

ESCALA:
1/1500

LAMINA:
01



LEYENDA	
	Tubería PVC Φ 1"
	Reducción de PVC
	Reservorio Bellavista
	Curvas a Nivel
	Válvulas de control
	Medidores malogrados
	Reposición no autorizada
	Lugar de conexiones clandestinas
	Fugas encontradas en red matriz

<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P INGENIERÍA HIDRÁULICA</p>			
<p>TESIS: "ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN, 2024"</p>			
<p>TÍTULO DEL PLANO: DISTRITO HIDROMÉTRICO: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BARRIO BELLAVISTA - CELENDÍN</p>			
<p>TESISTA: Bach. ALEXIS SALOMÓN VÁSQUEZ VARGAS</p>			
<p>ASESOR: Dr. Ing. GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ</p>			
FECHA:	DICIEMBRE 2024	ESCALA:	1/1500
LAMINA:	02		