

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Introducción

Uno de los problemas más serios que enfrentan en el mundo las empresas en el abastecimiento de agua potable está referido al uso eficiente del agua producida. En los últimos años la Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (EPSA) en la ciudad de Tarija es la Cooperativa de Servicios Agua y Alcantarillado Tarija (COSAALT RL) ha ido aumentando gradualmente sus coberturas de servicio de agua potable y alcantarillado y paralelamente ha ido incrementando sus niveles de micromedición mediante la instalación de nuevos medidores a usuarios que no disponían de los mismos y a la reposición de los medidores en mal estado o que ya cumplieron su vida útil.

La presente investigación, enmarcada en la rama de la ingeniería civil está enfocada en la evaluación del agua facturada que se presenta respecto al volumen de producción de agua, para el abastecimiento de agua potable de la zona del barrio Catedral.

Sabiendo que el tema del abastecimiento en los sistemas de agua potable es vital para el día a día de la población, porque así llega de una manera fácil y rápida el agua a los diferentes domicilios de la zona, la cual debe darse la importancia que requiere su evaluación, de modo que permita conocer los consumos de agua. El objetivo del estudio se basa en la evaluación de agua facturada de la zona del barrio Catedral.

El presente estudio está basado en la parte comercial del agua potable, en donde el registro de consumo de agua potable no representa el 100% del volumen de agua que ingresa al sistema de abastecimiento porque en todo sistema se presentan diferentes tipos de pérdidas, estas representan una pérdida económica activa que afecta a la empresa. La evaluación se desarrolló a lo largo del sistema de distribución de agua potable de la zona del barrio Catedral.

De este modo se procedió a elaborar un inventario de todos los usuarios que estén dentro del sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral que nos permitió recolectar información sobre los consumos de agua medidos facturados y consumos de agua no medidos facturados.

La zona de estudio tiene una sectorización que llega a estar delimitada, la cual comprende con un perímetro aproximado de 10399,13 m y cuenta con un área aproximado de 153,60 hectáreas.

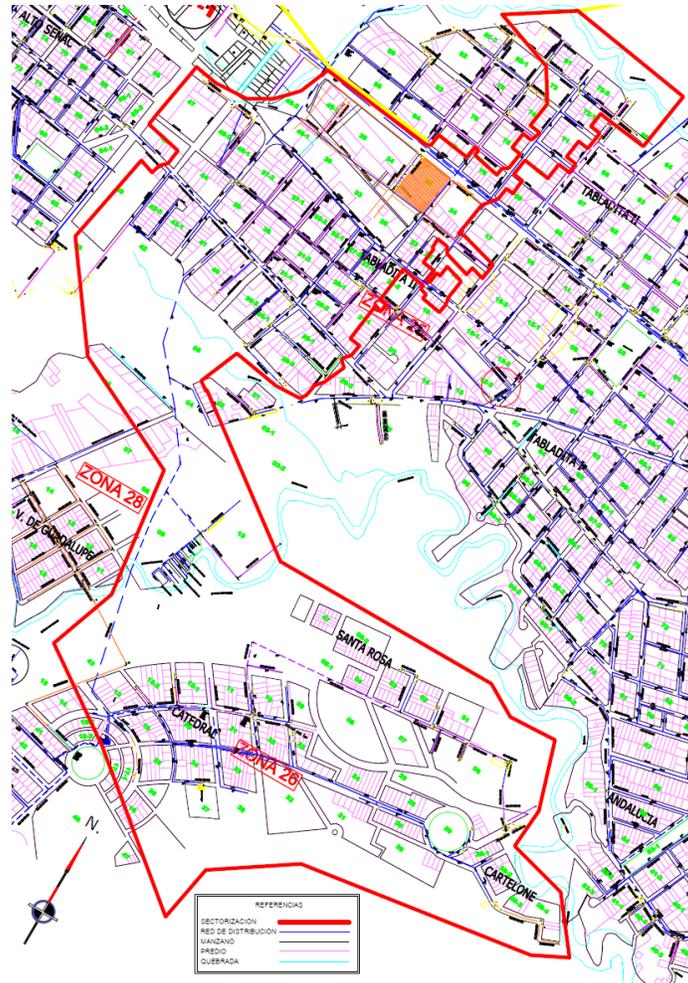


Figura N° 1.2: Zona del proyecto.

Fuente: COSAALT RL 2019

1.3. Problema de la investigación

1.3.1. Planteamiento del problema

1.3.1.1. Descripción del problema

Una adecuada racionalización trae consigo beneficios, tanto a la EPSA como así también a los usuarios, COSAALT RL no tiene la certeza sobre los consumos facturados de todos los usuarios comprendido entre todas las categorías dentro del área, como así también la falta de información sobre el volumen de agua que se suministra al sistema y que tan bien

aprovechado es este recurso por los usuarios, por lo tanto se desconoce el comportamiento de los mismos cegando la planificación del servicio de abastecimiento de agua.

Al no tener información confiable y actualizada no se puede tomar ninguna decisión por parte de COSAALT RL y trae consigo un impacto económico y un impacto ambiental ya que se puede estar captando una gran porción de agua que no es aprovechada por los usuarios.

1.3.1.2. Formulación del problema

¿Los volúmenes de agua consumida y/o facturada permiten evaluar el agua suministrada al sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral y poder saber si se hace un uso racional del agua?

1.3.2. Sistematización del problema

¿Cuál es el volumen de agua que se suministra al sistema?

¿Cuál es el volumen de agua facturados de todos los usuarios?

¿Existe agua que se está desaprovechado?

¿Se está suministrando agua más de lo debido?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el volumen de agua facturada en el sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, mediante consumos de agua facturados, para conocer si se hace un uso racional de agua en la zona.

1.4.2. Objetivos específicos

- Comprobar la sectorización, mediante visita a la zona y planos digitales de la zona, para obtener un aislamiento correcto de la zona en estudio y poder contar con todos los usuarios del sistema de abastecimiento.
- Verificar el catastro, mediante un listado de usuarios de la zona, así poder incorporar a todos los usuarios que comprenden dentro del sistema de agua potable de la zona.
- Detallar la información de los usuarios, mediante visita in situ, para conocer el estado del servicio y datos de los medidores.

- Determinar el volumen de agua suministrada al sistema de agua potable del barrio Catedral, mediante macromediciones, para saber el volumen total de agua que ingresa a la zona de estudio.
- Cuantificar el volumen de agua facturado medido en la zona, mediante el listado de consumo de los usuarios, para saber el volumen de agua total consumido por los usuarios sujetos a micromedición.
- Cuantificar el volumen de agua facturado no medido en la zona, mediante el listado de consumo de los usuarios, para saber el volumen de agua total consumido por los usuarios sin medidor.
- Analizar los consumos de agua facturados mes a mes, mediante cuadros estadísticos para ver si se hace una racionalización de agua en el sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

Teniendo en cuenta que en la actualidad no existe actualización de la información, se carece de datos precisos de los consumos y las demandas, previendo que se hacen solamente estimaciones que generan desaciertos de la capacidad real instalada del sistema, es necesario evaluar los consumos de agua con el fin de justificar y establecer los lineamientos de las inversiones futuras que se hagan en optimización de las redes. Se llegará a evaluar el agua facturada para así poder saber si en el sistema de agua potable se hace un uso racional del agua, determinando la cantidad de agua que se factura como así también el agua que se suministra al sistema, evaluación que beneficiará a la población ya que COSAALT RL podrá tener información que ayude a tomar futuras decisiones y pueda realizar actividades que nos ayudan con la racionalización del agua que en la actualidad se va haciendo escasa por su inadecuado manejo, y así poder ampliar la cobertura del servicio de agua potable a más zonas.

1.5.2. Justificación metodológica

En el presente estudio se utilizarán métodos y técnicas que ayudaran a evaluar el agua facturado, haciendo uso de variables e indicadores las cuales son necesarios para el análisis de datos. El método a emplearse será la sectorización, que para su mejor estudio y evaluación la red que comprende la zona del barrio Catedral será aislada de la red principal,

seguidamente de un balance de aguas en la cual solo trataremos la parte comercial, y así poder evaluar el agua facturada.

1.5.3. Justificación práctica

Este trabajo se justifica a razón de que permitirá obtener información beneficiosa con resultados y conclusiones para la toma de decisiones de COSAALT RL y planificar futuros proyectos, así también aportando datos significativos que podrán ser útiles para realizar futuros trabajos de investigación que surjan partiendo de la problemática aquí mencionada.

1.6. Alcance del proyecto

Con el presente estudio se llegará a evaluar el agua facturada (consumo autorizado facturado), se llevará a cabo en el sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, en la cual se comprobará la sectorización realizada por COSAALT RL, se verificará el catastro, se hará una encuesta para detallar la información sobre el parque de medidores de la zona para saber sus condiciones actuales, se obtendrá las lecturas de macromediciones en la tubería matriz de ingreso hacia la zona del barrio Catedral y adquisición de registros de facturación de la zona en estudio de un periodo de tiempo de 6 meses (enero a junio del 2019) para luego llevar a cabo el procesamiento de datos, así poder evaluar los consumos de agua facturada y poder saber si se hace un uso racional de agua en la zona del barrio Catedral.

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

Teniendo presente que el agua es un derecho humano en particular y de la vida en general, el agua es vida y es responsabilidad de todos preservarla, no desperdiciarla y contribuir para protección este escaso recurso natural. Pues a futuro será el recurso más apetecible para la sobrevivencia y por tanto la más codiciada, por lo tanto se tiene que racionalizar adecuadamente.

Por eso es importante conocer la magnitud y relevancia del servicio de agua potable, a fin de que tenga un mejor desempeño, que permita preservar los ingresos de la empresa para el desarrollo de proyectos y también el pago justo del consumidor. Es así que COSAALT RL como prestador de este servicio tiene que establecer mejoras en la etapa de facturación.

Un balance es lo mismo que una auditoría, que sirve para conocer cómo se comportan los suministros y las demandas. Permite comparar que tan bien se emplean los recursos de una institución y si no hay pérdidas. Los balances tienen que hacerse a veces para todo el sistema y a veces para subgrupos o sub-zonas. Un efectivo y claro balance entre las entradas y salidas de un sistema es fundamental para determinar si la gestión de un servicio es correcta. Para el caso de los servicios públicos de abastecimiento urbano de agua, periódicamente debe compararse el volumen tomado de las fuentes contra el agua entregada a los hogares e industrias. (IMTA 2007: 10)

Basado en la técnica de auditoría del agua presente en la American Water Works Association en su manual M36 (AWWA 1990) la cual trata sobre el procedimiento para realizar el balance de aguas de un sistema de agua potable se presenta las instrucciones de cada paso del procedimiento a seguir. Trata de una técnica eficiente para determinar el volumen total de pérdidas de agua, este balance se hace por periodos anuales, consiste fundamentalmente en identificar el volumen suministrado dentro del sistema de distribución de agua o sea el consumo autorizado (medido y no medido) y todas las pérdidas identificadas. (Ochoa y Bourguett 2001: 161)

La sectorización de la red, con base en distritos hidrométricos es una acción especial benéfica para operar el sistema porque permite un control eficiente del funcionamiento del sistema de distribución, eventualmente facilita la ejecución de proyectos específicos como puede ser la

recuperación de pérdidas de agua dentro de los sectores y la evaluación de consumos para compararlos contra la facturación. (Ochoa y Bourguett 2001: 102)

La sectorización, esta técnica consiste en la división de una red en varias subredes más pequeñas. cada subred, denominada sector, constituirá una unidad de distribución suficiente limitada y homogénea para que la gestión de los datos a captar y analizar, sea lo más rápida y confiable posible. (Ochoa y Bourguett 2001: 138)

De esta manera, la sectorización es una opción estratégica que reduce el área de inspección para la detección, localización y control de anomalías, mediante la implantación de un sistema de control, mejore sustancialmente la gestión de explotación global de la red, optimizando los volúmenes de suministro y presión en el sector. (Ochoa y Bourguett 2001: 141)

Nosotros solo nos enfocaremos en una parte del balance de agua, la cual es el volumen suministrado medido y no medido, que llegara posteriormente a servir para futuras investigaciones sobre pérdidas de agua.

La Asociación internacional de Agua (IWA) introdujo en el año 2000 un enfoque de mejores prácticas internacionales para el cálculo del balance hídrico, esta metodología permite estimar los caudales que se pierden en una red de distribución de agua, principalmente el balance hídrico de la IWA se compone de los elementos considerados en la Tabla N° 2.1.

Un balance hídrico tiene como objetivo rastrear y contabilizar cada componente de agua que se añade y se deduce de un sistema de abastecimiento de agua dentro de un periodo definido. Un balance hídrico busca así identificar todos los componentes de consumo y pérdidas en un formato estandarizado. Por tanto, una medición confiable de todos los volúmenes de agua que ingresan y salen del sistema de abastecimiento es un requisito fundamental. Este método apunta a determinar primeramente los consumos autorizados para así después determinar las pérdidas de agua.

Primeramente, el volumen de ingreso al sistema debe determinarse utilizando mediciones desde los medidores de flujo principales (macromedidor). Después Se tiene que identificar a todos los clientes registrados en los registros de facturación (hogares, comercios y consumidores industriales, etc.) para determinar el consumo autorizado facturado. Se tiene

que hacer un estimado apropiado para los clientes facturados sin medidores de agua. No se recomienda simplemente asignar cifras de consumo de usuarios medidos porque las tarifas medidas usualmente crean comportamientos de consumo diferentes que las tarifas planas. (Klingel y Knobloch 2011: 73)

COSAALT RL indica que para estimar los consumos de los clientes sin medidor debe utilizarse factores de consumo junto con los volúmenes promedios de cada categoría.

Los métodos descritos hasta el momento son convenientes para evaluar y cuantificar los consumos de agua en zonas o redes. Este paso permitirá a la empresa de agua adquirir una imagen general de la situación actual y priorizar las contramedidas.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Importancia de la medición

La medición confiable de todos los volúmenes de agua debe ser un componente integral para la gestión del suministro, la demanda y las pérdidas en todo sistema de distribución. Para determinar cuánta agua se pierde, es esencial determinar el volumen de agua que entra al sistema, el agua captada, el agua utilizada en el tratamiento, el agua importada y exportada a otros sistemas y el agua que entra o sale de cada sector en sistemas sectorizados. Las mediciones de caudales mínimos nocturnos en los sectores del sistema de distribución son de gran utilidad para identificar la presencia de fugas. El propósito básico de la instalación de medidores en los usuarios es poder generar una facturación basada en el consumo medido, aunque la precisión de estos medidores debe ser un elemento clave en los cálculos del balance de agua en el sistema, por lo que se requiere un adecuado mantenimiento de dichos equipos. Cuando no es posible medir caudales específicos dentro de la operación del sistema como caudales para incendio, lavado de redes y otros, debe ponerse especial cuidado en estimarlos adecuadamente. (E.S.P. 2011: 11)

2.2.2. Balance de aguas

El balance de aguas es la herramienta de la auditoría del agua que permite realizar un diagnóstico integral sobre la situación de las pérdidas de agua en la gestión operacional y comercial de la prestación del servicio de agua potable, y para su cálculo se requiere tener una total claridad, control y medición sobre las diferentes entradas y salidas del sistema a evaluar.

El balance de aguas está compuesto por “información comercial” que contiene toda la información referente a datos comerciales que permiten la cuantificación y desagregación de las pérdidas comerciales del sistema. Por último, se tiene la sección de “información operativa”, la que reúne todos los datos necesarios para identificar, cuantificar y desagregar las pérdidas operativas. (Vindas 2005: 39)

Seguidamente se ilustra la terminología desarrollada y sugerida por la Asociación Internacional del Agua (IWA, por sus siglas en inglés) para la definición del balance de agua, para aquellos sistemas que consideran apropiada su utilización.

Tabla N° 2.1: Terminología estándar para el balance de aguas de acuerdo con la IWA.

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

Fuente: Klingel y Knobloch 2011

2.2.3. Disgregación del balance de agua

2.2.3.1. Área comercial

El área comercial es la que genera ingresos para la empresa de agua la cual incluye el consumo autorizado facturado (como el consumo medido facturado, el consumo no medido facturado y el agua exportada), llamada también agua comercializada.

2.2.3.2. Área operativa

El área operativa asimismo generar información sobre la infraestructura, estado, eficiencia, costos de operación y mantenimiento y otros. Este es el área que no genera ingresos para la empresa de agua y se lo puede denominar como agua no comercializada.

Tabla N° 2.2: Disgregación del balance de agua (area comercial y area operativo)

Volumen de entrada al sistema	Área comercial	Consumo autorizado	Consumo autorizado facturado	Agua facturada exportada	Agua facturada o agua comercializada
				Consumo facturado medido	
				Consumo facturado no medido	
	Área operativo	Pérdidas de agua	Consumo autorizado no facturado	Consumo no facturado medido	Agua no facturada o agua no comercializada
				Consumo no facturado no medido	
			Pérdidas aparentes	Consumo no autorizado	
				Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
				Fugas en las tuberías de aducción y distribución	
			Pérdidas reales	Fugas y reboses en tanques de almacenamiento	
				Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente	

Fuente: Elaboracion propia

2.2.3.3. Volumen de entrada al sistema

El volumen anual total de agua suministrada al sistema de distribución (medida y no medida) en consideración de volúmenes de agua comprada y exportada (si los hubiera). (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.3.4. Consumo autorizado facturado

Volumen total anual de agua medida y no medida que se registra en el sistema contable y para el que se tiene que pagar una factura incluyendo consumo doméstico, comercial e industrial. La cual genera entonces ingresos para la empresa de agua. (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.3.5. Agua facturada exportada

Volumen total anual de agua exportada y facturada a otras compañías en suministros en masa. Incluye exportaciones tratadas (que son tratadas por la empresa designada) y exportaciones no tratadas, pero excluye suministros no potables. (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.3.6. Consumo facturado medido

Volumen total anual de agua medida que se registra en el sistema contable y por el que se tiene que pagar una factura, incluyendo el consumo doméstico, comercial e industrial. (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.3.7. Consumo facturado no medido

Volumen anual total de agua que no ha sido medido pero que se registra en el sistema contable y para el que se tiene que pagar una factura, incluyendo el consumo doméstico, comercial e industrial. (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.3.8. Agua facturada o agua comercializada

Volumen de agua que una empresa encargada de brindar el servicio de agua potable factura a sus usuarios. Comprende el volumen de agua calculado mediante diferencia de lecturas del medidor entre períodos de facturación, y el volumen de agua determinado mediante asignaciones de consumo, para el caso que el medidor no se encuentre operativo. (Santisteban y Zuñiga 201: 44)

2.2.4. Sistema comercial

El sistema comercial de los organismos operadores de agua, denominado también áreas comerciales, juegan en éstos un papel de suma importancia para su buen funcionamiento, ya que tienen la misión de recaudar los ingresos por la prestación de sus servicios, para hacer frente a los costos operativos y administrativos. (Cortez 2017: 8)

El sistema comercial tiene los objetivos de promover la expansión y el mantenimiento del mercado consumidor para poder proporcionar el máximo de servicios al mayor número

posible de usuarios, registrar los consumidores que constituyen el mercado de servicios de la empresa, tanto los consumidores reales, para poder cobrarles los servicios, como los factibles y potenciales para realizar las funciones de planificación y comercialización que permitan cumplir las metas de cobertura previstas, controlar la utilización racional de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado a fin de distribuirlos equitativamente al mayor número posible de usuarios. (Cortez 2017: 10)

El área comercial se inserta en el conjunto de actividades que lleva a cabo la EPSA para obtener beneficios y asegurar su supervivencia económica. En este sentido, es preciso subrayar que la EPSA necesita de una gestión sistémica eficaz. (Veizaga 2006: 36)

El sistema comercial de un organismo operador de agua potable se integra por subsistemas básicos, comercialización de los servicios, padrón de usuarios, medición de consumos, y facturación y cobranza, aunque no necesariamente con estas denominaciones y estructura, pues dependerá de factores como el tamaño, tipo de organismo, legislación aplicable, y su desarrollo institucional. (Cortez 2017: 10)

El siguiente esquema muestra la estructura de cómo está conformada el departamento facturación y catastro de usuarios la cual corresponde al sistema comercial.

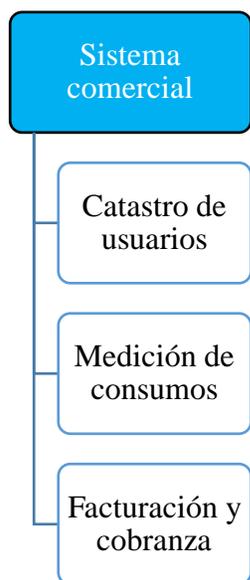


Figura N° 2.1: Estructura sistema comercial.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.1. Catastro de usuarios

Comprende el conjunto de registros y procedimientos que permiten la identificación y localización del cliente de manera que se pueda cobrar por los servicios prestados, así como otras informaciones necesarias que faciliten el desarrollo de la función comercial, la planificación de la cobertura y la expansión de los sistemas. (Veizaga 2006: 41)

Catastro debe generar información para la utilización de todos los sistemas que lo requieran, permitiendo la localización de los predios y datos del cliente en base a información planimétrica y datos informáticos, de manera que se tenga un acceso rápido y seguro. (Veizaga 2006: 42)

a) Zona: Territorio que ocupa una ciudad.

b) Manzano: Espacio urbano delimitado por calles por todos los lados.

c) Predio: Propiedad inmueble, terreno o edificación, o el conjunto de ambos.

- Registro Socio.
- Nombre Socio.
- Estado de la conexión.
- Tipo de facturación.
- Medidor.
- Consumo mensual.

2.2.4.2. Medición de consumos

La medición de consumo tiene la función de controlar la utilización racional de los servicios de agua potable, así como permitir su cobranza, de acuerdo con el consumo en que incurra cada usuario u con la tarifa que le corresponda. Debe registrar el consumo del cliente, para que, a través de tarifas estructuradas en función de dichos consumos, permitan cobrar el abastecimiento de los servicios de la forma más justa posible, proporcionalmente a su consumo. (Veizaga 2006: 43)

a) Micromedición

La micromedición consiste en medir los consumos de agua de los usuarios con la finalidad de que puedan servir como base para realizar la facturación del abastecimiento y para establecer una gestión empresarial racional. (Ochoa y Bourguett 2001: 262)

La medición de consumos (micromedición) y su eficiencia es uno de los factores más importantes para alcanzar la eficiencia total de la calidad en los servicios de agua potable en el escenario de la comercialización del servicio. Es uno de los subsistemas del sistema comercial, cuyo objetivo es determinar de manera sistemática el volumen que consumen periódicamente los usuarios, para el cobro equitativo de los servicios prestados. (Cortez 2017: 113)

- Racionalización del consumo.
- Eficiencia operacional y comercial.
- Distribución justa y equitativa.
- Equilibrio de presiones.
- Óptima administración, planeamiento y operación.

b) Medidor de agua

Éste se define como un dispositivo que mide el caudal de agua que pasa a través de una tubería, los medidores pueden ser de accionamiento mecánico o electrónico para realizar el registro o contabilidad del volumen de agua que se esté consumiendo. Los medidores empleados en los sistemas de agua potable, para el domicilio se diferencia entre sí, por los diferentes principios que han adoptado sus fabricantes en cuanto a diseño y combinación de sus partes. Esto es el medidor de acuerdo con su mecanismo de medición, puede ser volumétrico o de velocidad. (Comision Nacional del Agua s/a: 171)

2.2.4.3. Tipos de usuarios a medir

Los micromedidores pueden ser instalados en usuarios pertenecientes a diferentes categorías. Es muy importante considerar este aspecto pues las características de consumo de una categoría con respecto a otra pueden ser muy diferentes. Es importante considerar que, incluso dentro de una misma categoría, puede haber mucha diferencia respecto a los caudales de consumos típicos.

a) Doméstica: Pertenecen a esta categoría, los usuarios cuyo predio es utilizado para la vivienda y el agua para consumo y subsistencia humana.

- Consumo: Para alimentación directa (café, sopas, refrescos, otros), para alimentación indirecta (alimentos hervidos, limpieza de alimentos) y otros.

- Usos: Para el aseo personal (lavado de cara, mano, baños), descarga de inodoro, lavado de vajilla (ollas, platos, cubiertos), lavado de ropa, jardinería, lavado de vehículos limpieza del hogar y otros.
- b) **Oficial:** Destinada para el uso del agua en módulos policiales, estaciones policiales integrales módulos fronterizos, puestos de control.
- c) **Especial:** Destinada para el uso del agua en instituciones sin fines de lucro (colegios fiscales, hospitales públicos, fundaciones).
- d) **Comercial:** Pertenece a esta categoría los usuarios cuyo predio es utilizado para negocio donde exista actividad comercial (restaurantes, tiendas, oficinas, consultorios, supermercados y otros).
- e) **Industrial:** Pertenecen a esta categoría, los usuarios cuyos predios es para la producción, donde exista transformación de materia prima (industrias, fábricas, otros)
- f) **Pileta pública:** Es la categoría que abastece de agua a varias familias cuando en un sector el suministro de agua es restringido por diversos factores.

2.2.4.4. Facturación y cobranza

Tiene gran importancia no sólo por que emite la factura para el cliente, sino también por ser aquel que hace realidad los ingresos financieros proyectados por la EPSA, registrar mensualmente los consumos por los servicios suministrados a cada cliente, calculando el valor para cada período de cobranza de acuerdo a la estructura tarifaria aprobada. (Veizaga 2006: 46)

Los datos de facturación se diferencian de los datos fijos del catastro teniendo en cuenta que son cambiados periódicamente, ya que están en función al comportamiento del cliente (nivel de consumos y otras acciones administrativas), mientras que los datos catastrales fijos son estables y sus modificaciones obedecen a recategorizaciones efectuadas por la EPSA. (Veizaga 2006: 47)

a) Volumen facturado

Es el volumen de agua en metros cúbicos facturado por la EPSA, el cual es destinado a la población que cuenta con el servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o mediante una pileta pública, volumen de agua que se entrega y se factura al cliente exitosamente, el cual genera entonces ingreso para la empresa de agua.

2.2.5. Sectorización

2.2.5.1. Sectorización de la red

Se entiende por sectorización de una red a la acción de formar zonas de suministros independientes unas de otras, dentro de una red de distribución, cada sector podrá operarse independientemente de los otros. La sectorización de la red, especialmente beneficia a la operación del sistema ya que permite un control eficiente del funcionamiento del sistema de distribución y eventualmente facilita la ejecución de proyectos específicos como puede ser la recuperación de pérdidas de agua dentro de los sectores y la evaluación de consumos para compararlos contra la facturación. (Ochoa y Bourguett 2001: 102)

El sistema debe ser concebido de modo de cubrir toda la red que alimenta al sector. Una vez que el contorno del sector éste debidamente delimitada de ser posible con una única entrada se puede proceder al análisis del funcionamiento del sector. De esta manera, la sectorización es una opción estratégica que reduce el área de inspección para la detección y localización y centros de anomalías como rupturas, fugas, deficiencias de presión, además mediante la implantación de un sistema de control, mejore sustancialmente la gestión de explotación global de la red, optimizando los volúmenes de suministro y presiones en el sector. (Ochoa y Bourguett 2001: 141)

a) Distrito hidométrico

Un distrito hidrométrico es un pequeño sector de la ciudad (aproximadamente diez manzanas) que se aísla hidráulicamente para poder realizar estudios específicos de consumos, pérdidas, micromedición, etc. (Ochoa y Bourguett 2001: 51)

Este método puede ser utilizado como una extensión del balance de aguas o en algunos casos, como un método de detección de fugas, su propósito es determinar si en un sector o zona del sistema de agua tiene grandes cantidades de fugas, para aplicar efectivamente este método, se deben disponer de mapas de la red suficientemente actualizados, tener válvulas ubicadas en los puntos de control y proporciona una toma para la válvula de inserción del equipo de medición, la técnica de distrito hidrométrico consiste básicamente en aislar sectores de la red, donde se realizan mediciones de los volúmenes abastecidos y consumidos por los usuarios en cada sector durante un periodo de 24 horas como mínimo. (Ochoa y Bourguett 2001: 161)

2.2.5.2. Objetivos de la sectorización

- a) Permite controlar, en un área definida, parámetros importantes para el buen funcionamiento del sistema de distribución de agua potable. Estos parámetros son: caudal de ingreso al sector y presión en la red. (Vargas 2001: 6)
- b) Permite incrementar la eficiencia hidráulica de la red y ejercer un mayor control operativo de parámetro como la detección de fugas y calidad del agua.
 - Detección de fugas: Este es el proceso de determinar las fugas en un área específica de la red o en una cierta sección de tubo. Utilizando registradores de ruidos de fuga o conduciendo investigaciones de sondeo. (Klingel y Knobloch 2011: 179)
 - Calidad del agua: Debe ser establecida mediante la determinación de parámetros físicos, químicos, radiológicos y microbiológicos. (NB 689 2004: 29)
- c) Permitir la aplicación de una justa política de racionamiento de agua, en épocas de escasez, mediante la correcta utilización de fuentes superficiales y subterráneas. (Vargas 2001: 6)
- d) Determinar la cantidad de agua no facturada, obtenida como la diferencia del volumen de agua que ingresa al sector y el volumen facturado, obtenido a través de la micromedición. (Vargas 2001: 6)
- e) Permitir el aislamiento de un sector con respecto al resto del sistema a fin de realizar trabajos de mantenimiento y reparación por problemas de emergencia en una zona definida de la red de agua. Con ello se reducirá las molestias a los usuarios por falta de agua. (Vargas 2001: 6)

2.2.6. Macromedición en un sistema de agua potable

La macromedición en un sistema de agua potable, es un conjunto de elementos, actividades, equipos medidores y accesorios cuyo objetivo es cuantificar los caudales de agua captados, conducidos y distribuidos. El sistema de macromedición, debe proporcionar información gerencial necesaria para una adecuada planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración del abastecimiento de agua. (Salgado 2017: 3)

- **Presión:** La presión que se genera en los sistemas de distribución de agua es variable, esta depende principalmente de las diferencias de cotas existentes entre la boca del sistema de distribución y el punto de distribución de agua. La presión estática no será mayor de 70 m.c.a. en cualquier punto de la red. (NB 689 2004: 75)

- **Dotación de agua:** Debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos de consumo de las diferentes categorías considerando las pérdidas en la red de distribución (pérdidas operativas y comerciales). La dotación es la cantidad de agua que se asigna a un habitante para su consumo por día, expresado en l/hab-d. (NB 689 2004: 143)
- **Caudal y volumen:** El caudal y el volumen son aspectos que van directamente relacionados con los volúmenes de producción de agua, es por regla que en base a un caudal se pueda hallar un volumen de agua estos dos factores son importantes ya que de ellos depende el volumen de agua producido también en base a estos podemos tener un registro de los volúmenes de agua producidos. Tanto el volumen como el caudal pueden ser registrados por los macromedidores los cuales van registrando en forma continua ambos datos. (Gutiérrez 2016: 42)

2.2.6.2. Volumen producido de agua potable

Es el volumen en litros, producido por la entidad prestadora, el cual es destinado a la población que cuenta con el servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o mediante una pileta pública. (SUNASS 2017: s/p)

2.2.6.3. Volumen de distribución

Se trata del volumen salido de las instalaciones de producción del servicio (reservorio) que será introducido en la red de distribución. La noción de volumen distribuido proviene de la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento de agua potable. (Gutiérrez 2016: 48)

2.2.7. Uso racional del agua potable

Es el control y gestión sobre el consumo del agua potable, toda EPSA debe prestar el servicio de dotación de agua tomando en cuenta:

- a) El consumo diario en una vivienda o edificios multifamiliares, según el número de personas que habitan en los mismos (100 l/hab-d).
- b) El consumo de locales de servicio públicos según análisis del proyectista de la instalación.
- c) El consumo industrial de agua calculado según el tipo de industria y sus procesos.
- d) El consumo de agua para piscina públicas o privada, se determinará considerando la recirculación de sus aguas previo tratamiento y autorizado por la autoridad competente.

2.2.7.1. Indicadores de desempeño de las EPSA

Un indicador de desempeño es una forma de medir si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos estratégicos.

Son indicadores que evalúan el desempeño de cada EPSA en cuanto a sus operaciones técnicas, económicas, financieras y comerciales, bajo parámetros y rangos óptimos que generan alertas para que la AAPS (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico) regule y fiscalice la conducta de la EPSA para mejorar la calidad, cantidad, cobertura y la continuidad de la prestación del servicio.

- a) **Uso eficiente del recurso (UER):** El indicador evalúa que el volumen extraído en fuentes llegue efectivamente al destino final (usuario), tomando en cuenta que debe existir un porcentaje de agua en tuberías llenas, tanto de aducción como de distribución, esto dependiendo de la longitud de las redes. Para un adecuado cálculo de este indicador, es importante contar con un balance hidráulico entre producción y distribución, donde la macromedición y micromedición tienen un papel fundamental.
- b) **Dotación (D):** El indicador determina la cantidad de agua potable por habitante que produce la EPSA. La dotación per cápita neta es el consumo medio diario que se le asigna a cada habitante de un inmueble para satisfacer sus necesidades domésticas de consumo, alimentación, lavado de ropa, lavado de utensilios y aseo (personal y vivienda).
- c) **Cobertura de micromedición (CM):** El indicador determina la relación porcentual entre el número de conexiones domiciliarias con medidor en sus viviendas y el número total de usuarios de la EPSA. Se considera que el medidor de agua permite a la EPSA realizar el cobro adecuado por el consumo de agua potable a los usuarios.
- d) **Presión de servicio de agua potable (PAP):** El indicador muestra el grado de cumplimiento de rangos de presión entre 13 y 70 m.c.a. en puntos representativos de la red de agua potable, a manera de garantizar que, en todo momento y lugar del área de servicio, el usuario reciba agua con presión apropiada
- e) **Índice de agua no contabilizada (ANC):** El indicador mide el volumen de agua potable producida que no llega a contabilizarse por pérdidas de carácter operacional o comercial.
- f) **Densidad de fallas en tuberías de agua potable (DFR):** Se refiere al número de fallas que existe en la red de agua potable. Se expresa en fallas por cada 100 km.

g) Densidad de fallas en conexiones de agua potable (DFC): Indica el número de fallas que existe en las conexiones de agua potable. Se representa en fallas por cada 1.000 conexiones.

2.2.7.2. Uso incorrecto o negligente del agua potable

- Falta de mantenimiento de redes, válvulas, etc.
- Negligencia para reparar fugas.
- Riego excesivo o inadecuada.
- Uso excesivo e injustificado de aguas en industria.
- Falta de mantenimiento en hidrantes.
- Uso de agua de consumo cuando sea posible el uso de recursos alternativos.
- Uso de manguera para lavado de autos, limpieza de aceras y riego de áreas verdes.

2.2.7.3. El control de pérdidas

El control de pérdidas permite extender coberturas sin aumento de producción, así como también posibilita diferir inversiones en captación y producción.

2.2.7.3.1. Pérdidas comerciales

a) Consumo autorizado no facturado: Volumen total anual de agua medida y no medida por el que no se ha pagado ninguna factura. Incluye también el agua utilizada por el servicio público (para propósitos operativos como la limpieza de principales o el lavado de filtros). (GIZ/VAG 2011: 3)

2.2.7.3.2. Pérdidas operativas

a) Pérdidas aparentes: Volumen total anual de pérdida de agua debido a otros factores que las fugas físicas en la infraestructura, como el consumo no autorizado, las inexactitudes de medición y los errores de manejo de datos. (GIZ/VAG 2011: 4)

b) Pérdidas reales: El volumen total anual de agua pérdida a través de todo tipo de fugas, estallidos y reboses de los reservorios de almacenamiento, principales de transmisión y distribución y conexiones de servicio hasta el punto de medición al cliente. Las fugas pueden ser visibles y no visibles. (GIZ/VAG 2011: 4)

Las fugas visibles es el volumen de agua que se escapa a través de las redes públicas e instalaciones internas de un inmueble y es detectable directamente por los sentidos.

Las fugas no visibles son el volumen de agua que se escapa a través de las redes públicas e instalaciones internas de un inmueble y se detecta solamente mediante instrumentos apropiados que utilizan métodos acústicos (geófono).

- Fugas en las tuberías de aducción y distribución.
- Fugas en rebose de tanques de almacenamiento.
- Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente.

2.3. Marco espacial

La zona del estudio se encuentra ubicada en el departamento de Tarija, provincia Cercado en la ciudad de Tarija, el área de estudio llega a ser comprendido por cuatro diferentes zonas de la ciudad (009, 025, 026, 028), estas zonas son beneficiadas por el sistema de agua potable del barrio Catedral y también cubre una parte del barrio Tabladita II, Santa Rosa y Cartelone.

La zona de estudio tiene una sectorización que llega a estar delimitada, la cual comprende con un perímetro aproximado de 10399,13 m y cuenta con un área aproximado de 153,60 hectáreas. La zona cuenta con 835 usuarios con medidor y sin medidor, comprendidas entre todas las categorías.

Se llegará a evaluar el sistema de agua potable del barrio Catedral en vista que se tiene disponibilidad y la accesibilidad a la zona en estudio, acceso a la información (registros de micromedición), esta zona cuenta con una única entrada a partir del sistema principal y nos es más fácil poder separar de la red principal para hacer la respectiva sectorización y poder instalar el macromedidor a la entrada del sistema de agua, como también no se sabe con exactitud si se hace una racionalización del agua al no tener registros de volúmenes de agua que ingresan a la zona la cual es necesario hacer una evaluación del consumo de agua que hacen los usuarios.

2.4. Marco temporal

Para poder llevar acabo la evaluación del agua factura se llegó a tomar un periodo de tiempo de 6 meses de enero hasta junio, este periodo corresponde a la gestión 2019, dicha evaluación servirá como guía para posteriores investigaciones y trabajos, así como para la toma de decisiones de aquí en adelante de COSAALT RL.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La investigación se considera de tipo **CUANTITATIVO**, porque plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis. Este tipo de investigación confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población. (Borja 2012: 11)

3.2. Diseño de investigación

La investigación se considera de diseño **NO EXPERIMENTAL-LONGITUDINAL**, porque se basa en la obtención de información sin manipular los valores de la variable, es decir tal y como se manifiestan las variables en la realidad. (Borja 2012: 29)

Se dice que es longitudinal porque en este tipo de estudios se obtienen datos de la misma población en diferentes momentos. Aquí se comparan los datos obtenidos en las diferentes oportunidades a la misma población o muestra y se pueden analizar los cambios a través del tiempo de determinadas variables o en las relaciones entre ellas. (Cortés e Iglesias 2004: 27)

3.3. Nivel de investigación

La investigación se considera de nivel **DESCRIPTIVO**, porque después de la recolección de datos, se realiza el análisis de los datos recolectados y la interpretación de los resultados. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o de manera conjunta sobre las variables y poder describirlos cada una de ellas. (Hernández, Fernández y Baptista 2006: 80)

Este tipo de investigación está elaborada de acuerdo con la realidad de un acontecimiento y su característica fundamental es la de indicar un resultado sea una interpretación correcta que está bien elaborada de forma clara y precisa para el momento de hacer un análisis sea legible. La investigación descriptiva es aquella en que se busca describir determinadas características del objeto de estudio. (Borja 2012: 30)

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población de estudio está constituida por los usuarios del sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, comprendidas entre conexiones de categorías doméstica, oficial, especial, comercial, industrial y pileta pública, considerando a los usuarios con medidor y sin medidor.

La zona de estudio es el sistema de agua potable del barrio Catedral, con un área aproximada de 153,60 hectáreas y un perímetro aproximado de 10399,13 metros, cuenta con 835 usuarios (con medidor y sin medidor), comprendidas entre todas las categorías.

3.4.2. Muestra

La muestra de investigación es el sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, la cual cuenta con conexiones con medidor y conexiones sin medidor, no es necesario el cálculo de una muestra debido a que se trabajará con toda la población.

La investigación se realizó con información primaria proveniente de COSAALT RL, y se complementó con información recolectada mediante una encuesta a los usuarios.

3.5. Definición de variables

3.5.1. Variables independientes

3.5.1.1. Dotación de agua

a) **Descripción:** la dotación es la cantidad de agua que se asigna a un habitante para su consumo por día expresado en (l/hab-d), que incluye el consumo de todos los servicios que realiza, tomando en cuenta las pérdidas.

b) **Indicadores.**

- Caudal (l/s).
- Volumen (m³).

3.5.2. Variables dependientes

3.5.2.1. Agua facturada

a) **Descripción:** correspondiente al consumo autorizado facturado, es el volumen de agua que se entrega y se factura al cliente exitosamente, el cual genera entonces ingreso para la empresa de agua.

b) Indicadores

- Volumen (m³).
- Caudal (l/s).
- Registro de conexiones.

Tabla N° 3.1: Cuadro de operacionalización de variables

Tipo de variable		Denominación de la variable	Descripción de la variable	Indicador
Independiente	X ₁ :	Dotación de agua	Cantidad de agua en l/s necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas operativas y pérdidas comerciales.	Caudal (l/s) Volumen (m ³)
Dependiente	Y ₁ :	Agua facturada	Correspondiente al consumo autorizado facturado, es el volumen de agua que se entrega y se factura al cliente exitosamente, el cual genera entonces ingreso para la empresa de agua.	Volumen (m ³) Caudal (l/s) Registro de conexiones

Fuente: Elaboración propia

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Instrumentos de gabinete

Se utilizó equipos básicos de oficina como una computadora para el manejo de software y la elaboración de la investigación, una impresora para la impresión de todos los documentos y la propia investigación y útiles de escritorio. Como programa para el procesamiento de datos se utilizó el software Microsoft Excel Versión 2016, en este se programó la hoja de cálculo de tal forma que, al momento de introducir los datos del usuario, caudal, mediciones de

Tabla N° 3.3: Registro de usuarios y sus consumos de agua en m³

Cub_pre	zona	Manzanda	predio	Reg_Soc	Nom_Soc	Ecu_Soc	Sfa_Fac	medidor	Cmo1	Cmo2	Cmo3	Cmo4	Cmo5	Cmo6
9065002002000	9	65002	2000	42084	MARTINEZ PUMA BEATRIZ	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002006000	9	65002	6000	38111	AGUIRRE LOPEZ MARTINA	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002022000	9	65002	22000	42875	MANCILLA ORTEGA JUAN	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002024000	9	65002	24000	40790	BOLIVAR VILUYO JHAMIL SANTO	A	M	LAO86413	12	10	12	18	25	13
9069000002000	9	69000	2000	13693	MENDOZA SARAH ACOSTA TAPIA	A	F		0	0	0	0	0	0
9070000002000	9	70000	2000	41160	MEGACON S.R.L.	A	M	LAO87945	35	21	22	73	84	67
9070000012000	9	70000	12000	31671	AYLLON CARLA IRENE CASTELLON	A	M	BAO01415	8	8	4	6	11	17
9070000014000	9	70000	14000	39516	ALQUEZ QUISPE SILVER	A	M	HOL1728	0	0	0	0	0	8
9070000016000	9	70000	16000	31012	FITA AYAVIRI MARCELA	A	M	LAO589606	5	5	4	4	4	4
9070000016002	9	70000	16002	39714	FITA HECTOR IVAN	A	M	LAO86736	0	11	1	15	1	1
9070000017000	9	70000	17000	40896	VARGAS CAMA EVELIA	A	M	LAO86698	0	0	0	0	0	0
9070000018000	9	70000	18000	29784	VELASQUEZ GUILLERMINA BARRI	A	F		0	0	0	0	0	0
9070000020000	9	70000	20000	33922	SANCHEZ GEOVANA LLANOS DUI	A	M	BAO1572	18	15	10	12	15	10
9070000022000	9	70000	22000	27787	PERALTA LOPEZ ROBERTO ROLAN	A	M	HOL037332	10	8	10	14	13	10
9071000002000	9	71000	2000	38096	SOTILLO AGUILAR GUSTAVO REY	A	M	HOL141255	0	0	0	0	0	0
9071000004000	9	71000	4000	21219	FERNANDEZ FLORES ROBERTO	A	M	LAO86158	12	11	10	24	28	27
9071000006001	9	71000	6001	39230	ARISPE ANTEZANA RENE RICHA	A	M	HOL141221	9	15	13	19	20	19
9071000006002	9	71000	6002	39231	ARISPE ANTEZANA RICARDO	A	M	HOL141200	20	15	12	17	17	12
9071000006003	9	71000	6003	22808	ARISPE RICARDO	A	M	LAO265717	17	17	16	20	22	15
9071000008000	9	71000	8000	33309	CARDOZO CHAVEZ VICTOR JORG	A	M	BAO001788	6	5	2	1	7	4
9071000010000	9	71000	10000	31855	AVILA LEMA JOSE LUIS	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000014000	9	71000	14000	42094	BURGOS VILLAFUERTE HUMBERT	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000016000	9	71000	16000	31770	CORTEZ ARAMAYO EDGAR CAMI	A	M	HOL037330	14	13	12	14	17	14
9071000018000	9	71000	18000	33712	CORTEZ ARAMAYO MARCOS MA	A	M	LAO121084	0	0	0	0	0	0
9071000022000	9	71000	22000	37323	IBARRA MANCILLA MARIA VIRGI	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000034000	9	71000	34000	31197	ALANOCA MONTOYA JUAN ROGI	A	M	HOL037018	19	42	13	8	12	10
9071000036000	9	71000	36000	38352	SERRANO MARTINEZ MARGARIT	A	M	LAO272818	7	5	5	6	8	8

Fuente: COSAALT RL 2019

3.7. Instrumentos de ingeniería

a) Macromedidor

El macromedidor es un equipo necesario para la medición de caudales al ingreso del sistema de agua potable del barrio Catedral.

b) Data logger (MULTILOG 2)

Es un registrador de datos de elevadas prestaciones, multipropósito que permite la monitorización de caudales, presiones, señales analógicas. Permite además registrar transitorios de presión con una frecuencia de muestreo de hasta 25 muestras/segundo. El multilog 2 tiene una carcasa metálica y una vida útil superior a 10 años de funcionamiento con pila interna de gran autonomía.

c) Geófono

El geófono acústico digital es un equipo necesario para la ubicación de fugas en cajas de registro ya que algunos son imposibles de detectar a simple vista.

d) Medidor de agua potable

Es un sistema que permite conocer el volumen real consumido por los usuarios, lo que posibilita una cobranza justa y equitativa del servicio de agua.

e) Manómetro

Un manómetro de presión es un indicador analógico utilizado para medir la presión de agua, van pinchados directamente en el agua que se desea medir, la medida es marcada por aguja mecánica que es movida por la presión del agua.

f) Software Excel y AutoCAD

La utilización de software excel es necesario para la elaboración de hojas de cálculo y procesamiento de datos. La utilización de software AutoCAD es necesario para la visualización de planos.

g) Computador

Es necesario una computadora para el procesamiento de los datos y la redacción del informe.

3.8. Descripción del desarrollo del proyecto

3.8.1. Etapa 1

- Instalamos un macromedidor, data logger y se adquirió el plano digital sectorizado.
- Visitamos la zona de estudio y se comprobó que la sectorización está delimitada adecuadamente.
- Obtuvimos el listado de los usuarios.
- Verificamos que se encuentran en el catastro todos los usuarios que son beneficiados por el sistema de agua potable de la zona.
- Elaboramos una hoja de encuesta cerrada.
- Se adquirió un geófono y llave de caja de medidor, con ayuda de un trabajador de COSAALT se fue a campo y realizamos las encuestas a todos los usuarios.

3.8.2. Etapa 2

- Con la ayuda de trabajadores de COSAALT se procedió a la descarga de los datos del macromedidor a través de la data logger.
- Procedimos a la cuantificación del volumen de agua suministrado al sistema de agua potable de la zona.
- Obtuvimos el listado de los volúmenes de agua medida y facturada.
- Cuantificamos el volumen de agua medida y facturada.
- Obtuvimos los factores de consumo que fueron brindados por COSAALT RL, para la estimación de los volúmenes de agua no medida y facturada.
- cuantificamos el volumen de agua no medida y facturada.

3.8.3. Etapa 3

- Se realizó cuadros estadísticos con respecto a la información recolectada en campo, los volúmenes de agua suministrado y volumen de agua facturado.
- Analizamos todos los cuadros estadísticos.

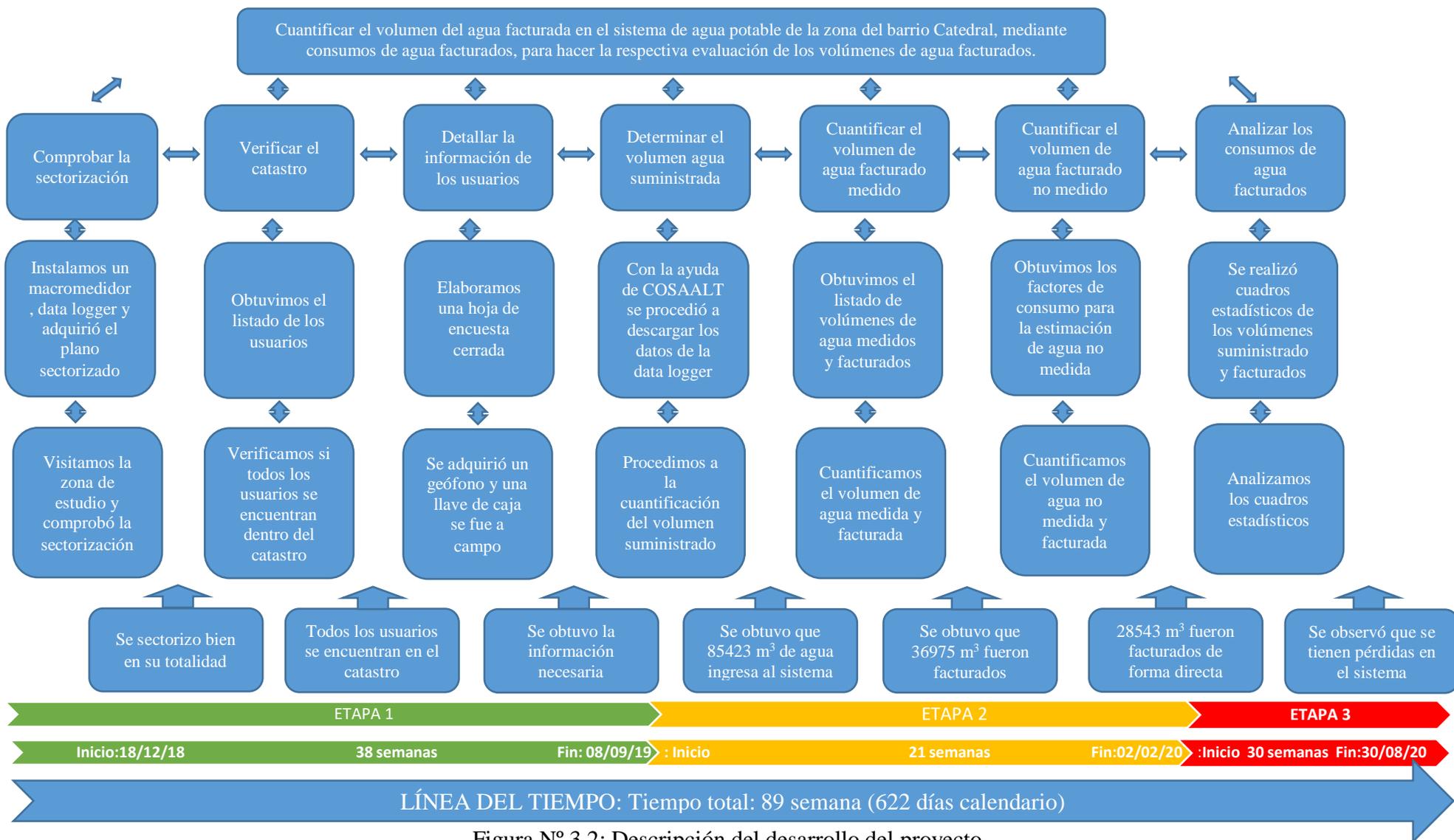


Figura N° 3.2: Descripción del desarrollo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

4.1. Información referencial

Este estudio se realizó con la información brindada y disponible en aspectos como usuarios, medidores, facturación. Según la base de datos de COSAALT RL se pudo identificar 835 usuarios correspondientes a la zona en estudio, la revisión a la base de datos de los usuarios permitió identificar lo siguiente:

a) Código del usuario (Cub_pre)

Es un código en el cual podemos identificar la ubicación del usuario, este código está dividido en tres partes las cuales en estas se mencionan la zona, el manzano y el predio.

b) Zona

Se describe tanto a una extensión importante de superficie o así también a la porción de un terreno o superficie que se halla delimitada cuyos límites dependen de las cuestiones administrativas.

c) Manzano

Se denomina manzano a un espacio urbano delimitado por calles por todos los lados.

d) Predio

Cualquier pertenencia ya sea de tipo inmueble de cierta extensión de superficie, ya sea una tierra o terreno delimitado destinado en la construcción.

e) Registro socio (Reg_Soc)

También llamado número de registro, este número se utiliza para la identificación del usuario.

f) Nombre del usuario (Nom_Soc)

Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio domiciliario, bien como propietario de inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio, a este último usuario se lo denomina también consumidor.

g) Estado de la conexión (Ecu_Soc)

Entre los tipos de estados podemos encontrar tres tipos los cuales son:

- **Activos (A):** Usuario que gozan de suministro de agua de manera normal y una facturación adecuada.

- **Pasivos (P):** Usuario sin servicio o inhabilitado ya sea por deudas o por incumplimientos a los reglamentos o infracciones.
- **Baja (B):** Usuario el cual de forma voluntaria por un periodo de tiempo deja de usar el servicio así dándose de baja y tenga la mínima facturación en la tarifa mientras el servicio se encuentra cortado.

h) Facturación (Sfa_Fac)

La facturación es el proceso por medio del cual se determina el importe a facturar y cobrar al cliente por el servicio de agua potable. Entre los diversos tipos de facturación tenemos los siguientes:

- **Lectura o medido (M):** Es el volumen de agua potable consumido, que ha sido registrado por el medidor instalado en un determinado periodo en días calendario, el consumo a facturar se determina con la diferencia de la lectura actual y la lectura anterior.
- **Fija o asignación (F):** Es el consumo predeterminado que se asigna a las conexiones que no cuenten con medidor, el volumen a facturar por asignación se lo puede asignar en función al uso del predio.

i) Medidor

Es el dispositivo que mide el consumo de agua de un usuario del sistema de agua instalado en la acometida del domicilio del usuario. El medidor viene de diferentes marcas y con un código o serie.

j) Mes de consumo (Cmo)

Es el periodo de tiempo en el cual el usuario a consumido dicho volumen de agua potable, aquel volumen de agua que se va a facturar se efectúa con la diferencia de la lectura actual y la lectura anterior.

Los datos de la Tabla N° 4.2 nos servirán mucho para así poder cuantificar los volúmenes de agua consumidos medidos y sujetos a una facturación. Así mismo nos servirá para identificar el número de usuarios que cuentan con un sistema fijo y en base a esa información poder estimar el volumen de agua facturada no medida. (ver información completa anexo 4)

En la Tabla N° 4.1 podemos contar con las mediciones del macromedidor instalado en la entrada del sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral y en la cual se puede observar que la misma está conformada de 4 columnas en las cuales figuran la fecha, hora de la medición, presión y el caudal que entra. (ver información completa en archivo digital)

En la Figura N° 4.1 se muestra la ubicación de la zona del proyecto, donde nos muestra también una delimitación o una sectorización que permitió la aislación de la zona de la red principal para así tener un mejor estudio de la zona.

Tabla N° 4.1: Caudales y presiones de entrada

Fecha	Hora	Presión (m.c.a.)	Q (m³/h)
1/1/2019	00:00:00	20,7	17
1/1/2019	00:05:00	20,9	16
1/1/2019	00:10:00	20,9	17
1/1/2019	00:15:00	20,9	17
1/1/2019	00:20:00	20,9	17
1/1/2019	00:25:00	20,9	17
1/1/2019	00:30:00	20,9	16
1/1/2019	00:35:00	20,9	15
1/1/2019	00:40:00	20,9	16
1/1/2019	00:45:00	20,9	16
1/1/2019	00:50:00	20,9	15
1/1/2019	00:55:00	20,9	17
1/1/2019	01:00:00	20,9	16
1/1/2019	01:05:00	20,9	16
1/1/2019	01:10:00	20,9	16
1/1/2019	01:15:00	20,9	17
1/1/2019	01:20:00	20,9	16
1/1/2019	01:25:00	20,9	15
1/1/2019	01:30:00	21,0	15
1/1/2019	01:35:00	21,0	15
1/1/2019	01:40:00	21,0	15
1/1/2019	01:45:00	21,0	15
1/1/2019	01:50:00	20,9	16
1/1/2019	01:55:00	21,0	16
1/1/2019	02:00:00	21,0	15

Fuente: COSAALT RL 2019

Tabla N° 4.2: Datos del usuario y volúmenes de consumo de agua potable en m³

Cub_pre	zona	Manzand	predio	Reg_Soc	Nom_Soc	Ecu_Soc	Sfa_Fac	medidor	Cmo1	Cmo2	Cmo3	Cmo4	Cmo5	Cmo6
9065002002000	9	65002	2000	42084	MARTINEZ PUMA BEATRIZ	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002006000	9	65002	6000	38111	AGUIRRE LOPEZ MARTINA	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002022000	9	65002	22000	42875	MANCILLA ORTEGA JUAN	A	F		0	0	0	0	0	0
9065002024000	9	65002	24000	40790	BOLIVAR VILUYO JHAMIL SANTO	A	M	LAO86413	12	10	12	18	25	13
9069000002000	9	69000	2000	13693	MENDOZA SARAH ACOSTA TAPIA	A	F		0	0	0	0	0	0
9070000002000	9	70000	2000	41160	MEGACON S.R.L.	A	M	LAO87945	35	21	22	73	84	67
9070000012000	9	70000	12000	31671	AYLLON CARLA IRENE CASTELLON	A	M	BAO01415	8	8	4	6	11	17
9070000014000	9	70000	14000	39516	ALQUEZ QUISPE SILVER	A	M	HOL1728	0	0	0	0	0	8
9070000016000	9	70000	16000	31012	FITA AYAVIRI MARCELA	A	M	LAO589606	5	5	4	4	4	4
9070000016002	9	70000	16002	39714	FITA HECTOR IVAN	A	M	LAO86736	0	11	1	15	1	1
9070000017000	9	70000	17000	40896	VARGAS CAMA EVELIA	A	M	LAO86698	0	0	0	0	0	0
9070000018000	9	70000	18000	29784	VELASQUEZ GUILLERMINA BARRI	A	F		0	0	0	0	0	0
9070000020000	9	70000	20000	33922	SANCHEZ GEOVANA LLANOS DU	A	M	BAO1572	18	15	10	12	15	10
9070000022000	9	70000	22000	27787	PERALTA LOPEZ ROBERTO ROLAN	A	M	HOL037332	10	8	10	14	13	10
9071000002000	9	71000	2000	38096	SOTILLO AGUILAR GUSTAVO REY	A	M	HOL141255	0	0	0	0	0	0
9071000004000	9	71000	4000	21219	FERNANDEZ FLORES ROBERTO	A	M	LAO86158	12	11	10	24	28	27
9071000006001	9	71000	6001	39230	ARISPE ANTEZANA RENE RICHA	A	M	HOL141221	9	15	13	19	20	19
9071000006002	9	71000	6002	39231	ARISPE ANTEZANA RICARDO	A	M	HOL141200	20	15	12	17	17	12
9071000006003	9	71000	6003	22808	ARISPE RICARDO	A	M	LAO265717	17	17	16	20	22	15
9071000008000	9	71000	8000	33309	CARDOZO CHAVEZ VICTOR JORG	A	M	BAO001788	6	5	2	1	7	4
9071000010000	9	71000	10000	31855	AVILA LEMA JOSE LUIS	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000014000	9	71000	14000	42094	BURGOS VILLAFUERTE HUMBERT	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000016000	9	71000	16000	31770	CORTEZ ARAMAYO EDGAR CAMI	A	M	HOL037330	14	13	12	14	17	14
9071000018000	9	71000	18000	33712	CORTEZ ARAMAYO MARCOS MA	A	M	LAO121084	0	0	0	0	0	0
9071000022000	9	71000	22000	37323	IBARRA MANCILLA MARIA VIRGI	A	F		0	0	0	0	0	0
9071000034000	9	71000	34000	31197	ALANOCA MONTOYA JUAN ROG	A	M	HOL037018	19	42	13	8	12	10
9071000036000	9	71000	36000	38352	SERRANO MARTINEZ MARGARIT	A	M	LAO272818	7	5	5	6	8	8

Fuente: COSAALT RL 2019

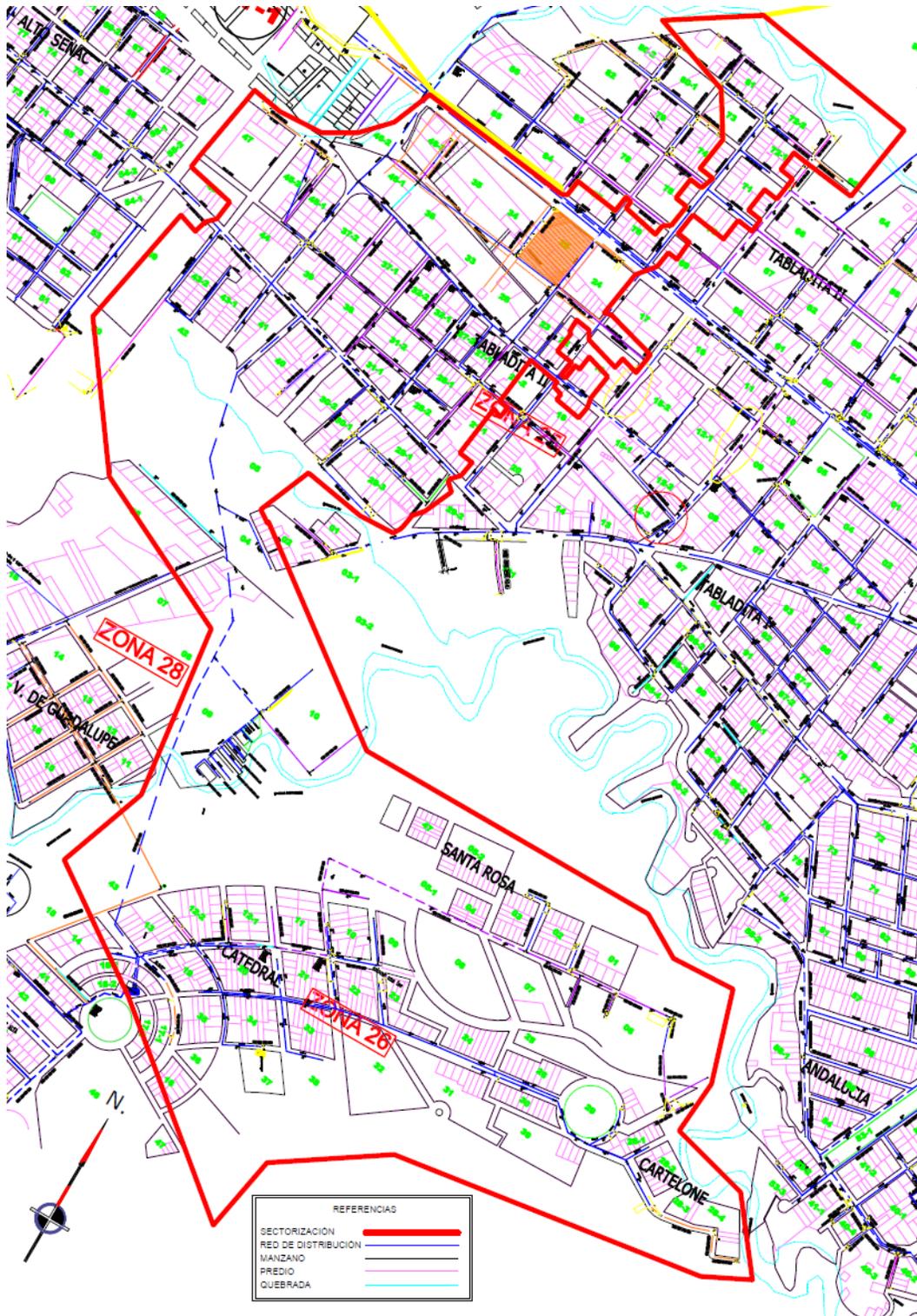


Figura N° 4.1: Plano de la zona de estudio

Fuente: COSAALT RL 2019

4.2. Validación de la información

Obtenida toda la información brindada por COSAALT RL se procedió a ir a la zona de estudio y se verificó que los datos estén de la manera correcta, como comprobar que la zona esté correctamente sectorizada, verificar que todos los usuarios del sector estén en el catastro y detallar la información del usuario.

La Tabla N° 4.3 nos muestra el detalle de la información de los usuarios que están dentro de la zona de estudio.(ver información completa anexo 5)

Tabla N° 4.3: Detallamiento de la información de los usuarios

Cub_pre	zona	Manzano	predio	Reg_Soc	Nom_Soc	Ecu_Soc	Sfr_Fac	medidor	Presión		Situación del servicio			Estado del predio			Usuario con:			Marca del medidor	Uso del servicio					Conexión		Fuga				Serie del medidor	Tipo de facturación		Caja del medidor			Fugas en la caja		Código	
									bar	activa	pasiva	baja	terreno baldío	terreno baldío	abandonada casa	abandonada casa habitada	Medidor	Adaptador	Directa		Doméstica	Oficial	Especial comercial o industrial	Pileta pública	activa	inactiva	interna	externa	sin fugas	lectura sin facturación	lectura sin facturación		asignación	mantenimiento	no abre	buen estado	si	no	si tiene y coincide	no coincide o borrado	
025025000022000	025	025000	022000	35970	MARTINEZ MOGRO MARCIA	A	M	BAO1921		•						•	•		BAO	•					•				1921	•				•		•					
025025000024000	025	025000	024000	36649	ALEMAN MARTINEZ JAVIER JORGE	A	F			•						•	•			•					•										•						
025026000002000	025	026000	002000	34931	VELASCO HUANCA RAQUEL FLORA	A	M	LAO121164		•						•	•		LAO	•					•			121164	•					•		•					
025026000010000	025	026000	010000	37567	CAMACHO FERNANDEZ LOURDES SILVIA	A	F		3	•						•		•		•					•																
025026000012000	025	026000	012000	42970	HIGUERAS CASTRILLO JAVIER	P					•													•																	
025026000020000	025	026000	020000	33608	HIGUERAS HUANCA LUIS ENRIQUE	A	F			•			•					•		•					•																
025026000034000	025	026000	034000	13025	VELASCO VILLA NAPOLEON	A	M	LAO338210		•						•	•		LAO	•					•			338210	•					•		•					
025027001002000	025	027001	002000	13996	GARECA SIMON	A	M	LAO338036		•						•	•		LAO	•					•			338036	•					•		•					
025027001004000	025	027001	004000	21695	ZARATE GARCIA CARLOS	A	M	LAO238205		•						•	•		LAO	•					•			238205	•					•		•					
025027001006000	025	027001	006000	42316	RUIZ VIDAL REBECA	A	M	LAO244254		•						•	•		LAO	•					•			244254	•					•		•					
025027001008000	025	027001	008000	20449	HUANCA VICTORIA NELSON	A	M	LAO086363		•						•	•		LAO	•					•			086363	•					•		•					
025027001010000	025	027001	010000	19946	HERRERA BRIGIDA AVILA VDA DE	A	M	LAO264398		•						•	•		LAO	•					•			264398	•					•		•					
025027001014000	025	027001	014000	23789	VALVERDE BERDEJA SONIA M.	A	M	LAO337750		•						•	•		LAO	•					•			337750	•					•		•					
025027001016000	025	027001	016000	21445	FLORES DELGADO ESTEBAN	A	M	LAO296370		•						•	•		LAO	•					•			296370	•					•		•					
025027001018000	025	027001	018000	33822	MAYTA ZENTENO JOSE ROLANDO	A	M	HOL141221		•						•	•		HOL	•					•			141221	•					•		•					
025027001020000	025	027001	020000	31966	AVILA MERCADO GUSTAVO ANTONIO	A	M	HOL037504		•						•	•		HOL	•					•			037504	•					•		•					
025027002002000	025	027002	002000	12480	CAMACHO ORDOÑEZ VICTORIA	A	F		2,4	•						•	•			•					•									•		•					
025027002004000	025	027002	004000	35357	QUISPE PEREZ FRANCISCO	A	M	BAO00827		•						•	•		BAO	•					•			00827	•					•		•					
025027002008000	025	027002	008000	21417	CAMACHO ROBERTA VELASCO DE	A	F			•						•	•			•					•										•		•				
025027002010000	025	027002	010000	16111	MENDOZA GOMEZ ANDRES	A	M	SCH113589		•						•	•		SCH	•					•			113589	•					•		•					
025027002014000	025	027002	014000	19883	ZARATE MARTINEZ FELISA	A	M	LAO179027		•						•	•		LAO	•					•			179027	•					•		•					
025027002016000	025	027002	016000	33722	ZARATE MARTINEZ FELIX CARLOS	A	M	LAO87779		•						•	•		LAO	•					•			87779	•					•		•					
025027002018000	025	027002	018000	28536	MAMANI HURTADO FEDERICO	A	M	HOL037953		•						•	•		HOL	•					•			037953	•					•		•					
025027002020000	025	027002	020000	20460	CAMACHO ORDOÑEZ VICTOR	A	M	LAO296496		•						•	•		LAO	•					•			296496	•					•		•					
025027002022000	025	027002	022000	24867	CAMACHO ROBERTA VELASCO DE	A	M	LAO311663		•						•	•		LAO	•					•			311663	•					•		•					

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Verificación de la sectorización

Para la verificación de la sectorización se utilizó lo siguiente:

- Plano digital de abastecimiento de agua potable facilitado por COSAALT RL con la zona sectorizada.
- Plano impreso y sectorizado de la zona.

Para verificar la sectorización hecha por COSAALT RL, se verificó la existencia de una sola válvula de ingreso en donde se instaló el macromedidor y el data logger, se procedió a ver los límites de la sectorización verificando que si esta de la forma correcta y así no se dejó ningún usuario fuera de la zona.

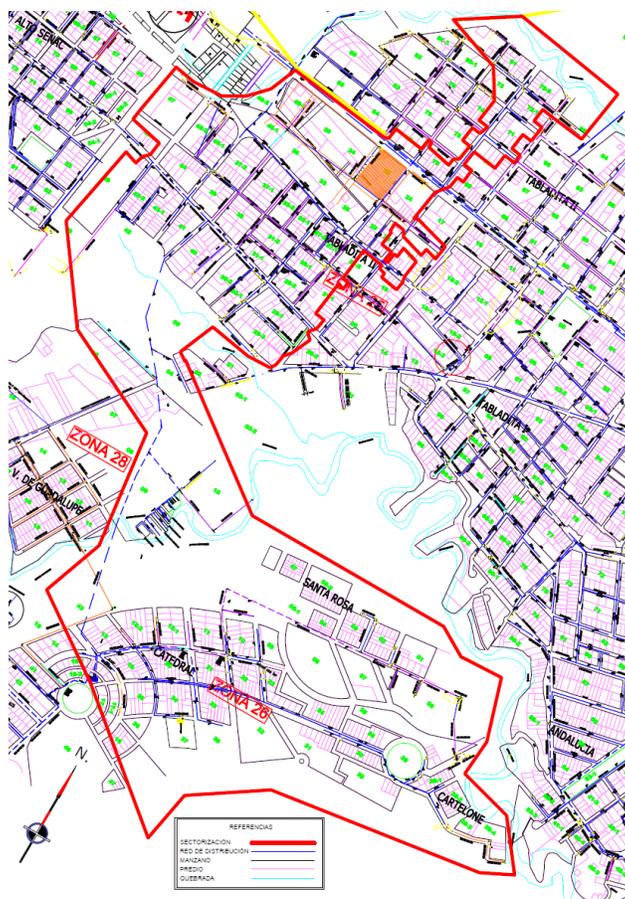


Figura N° 5.1: Plano sectorizado de la zona

Fuente: COSAALT RL 2019

5.2. Verificación del catastro

En la verificación del catastro lo que utilizamos fue lo siguiente:

- Listado de clientes o usuarios.
- Plano impreso y sectorizado de la zona.

Con la visita a la zona de estudio, el listado de clientes y el plano sectorizado, se identificó a los clientes o usuarios que forman parte de la zona y son beneficiados por el sistema de agua potable. Para los usuarios que contaban con sistema fijo se los identifico mediante el nombre del usuario, y para los usuarios con sistema medido se los pudo identificar mediante el nombre del usuario o caso contrario mediante la serie del medidor.

El número total de conexiones reportadas según el catastro comercial de enero a junio del 2019 en la zona se presenta en la Tabla N° 5.1.

Tabla N° 5.1: Total conexiones de agua potable

Descripción	Sistema de abastecimiento zona del barrio Catedral
	Enero – Junio 2019
N° conexiones activas	790
N° conexiones inactivas	45
N° conexiones totales	835

Fuente: Elaboración propia

El total de conexiones está conformado por las conexiones activas (son las conexiones que se facturan) y las conexiones inactivas (conexiones cortadas “pasiva” y en baja). Se puede apreciar que las conexiones se mantienen constante entre los meses de enero a junio del 2019. Las conexiones activas están comprendidas entre conexiones con sistema fijo y conexiones con sistema medido.

Por otro lado, para la evaluación del agua facturada tomaremos un periodo de 6 meses (enero a junio del 2019) y se tomará en cuenta solo las conexiones activas (sistema fijo y medido), es decir las conexiones que si se facturan.

5.3. Detallamiento de la información de los usuarios

En la recolección de estos datos se utilizó lo siguiente:

- Listado de clientes.
- Plano impreso y sectorizado.
- Geófono.
- Gancho o llave de caja del medidor.
- Hoja de recolección de datos.

Para la recolección de algunos datos sobre los usuarios, se hizo junto al momento de hacer la verificación del catastro, una vez que se verificó que dicho usuario estaba dentro de la zona de estudio, en la hoja de recolección se anotó algunos aspectos sobre el estado en que se encontraba el servicio que recibía el usuario.

5.3.1. Situación de la conexión

Terminada las macromediciones se fue a la zona y se verificó los usuarios que tenían el servicio activo, baja y pasiva, la cual nos llega a tomar la decisión de no contar con los usuarios que tenía el servicio inactivo (pasivo y baja) por que no consumieron agua y no influye en la macromedición.

Tabla N° 5.2: Situación de la conexión

Usuarios	N°	%
Activa	790	95
Pasiva	32	4
Baja	13	1
Total	835	100

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla N° 5.2 y Figura N° 5.2 existe 835 usuarios de los cuales solo 790 usuarios tienen la conexión activa, 32 usuarios tienen la conexión en situación de pasiva (corte del servicio por algún incumplimiento) y 13 usuarios están con la conexión en baja (corte del servicio de manera voluntaria de parte del usuario).

Se puede observar en el Figura N° 5.3, el 95 % cuentan con una conexión activa, un 4 % tiene la conexión pasiva lo que nos indica que se le fue quitado el servicio por alguna infracción o

falta de pago y el 1 % esta con la conexión en baja por decisión propia del usuario a causa de que no usara el servicio por un determinado tiempo.

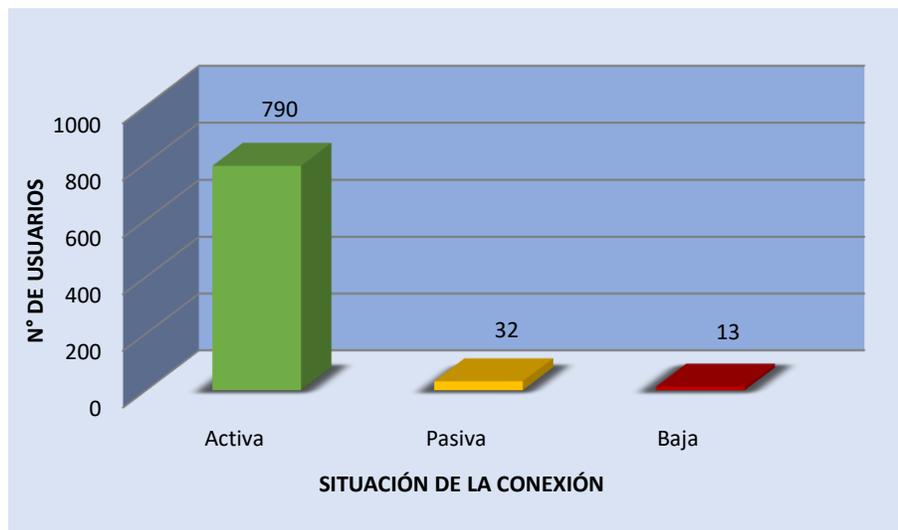


Figura N° 5.2: Situación de la conexión

Fuente: Elaboración propia

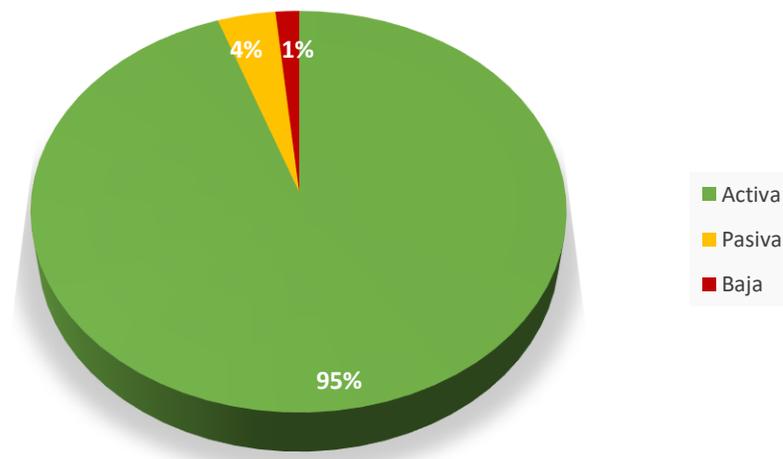


Figura N° 5.3: Porcentaje de la situación de la conexión

Fuente: Elaboración propia

Como ya lo mencionamos solo tomaremos en cuenta los usuarios que tienen la conexión activa (790 usuarios), ya que los usuarios con la situación en baja y pasiva no consumieron agua en el periodo de enero a junio del 2019.

5.3.2. Estado del predio

Pudimos observar que en toda la zona existen predios que son terrenos baldíos, así como también viviendas habitadas y viviendas desocupadas las cuales cuentan con el servicio de agua potable activo.

El número total de conexiones según el estado en que el predio se encontraba se muestra a continuación:

Tabla N° 5.3: Estado del predio

Tipo de predio	Usuario	
	N°	%
Terreno baldío	83	11
Vivienda desocupada	49	6
Vivienda habitada	658	83
Total	790	100

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.3 se puede observar que la mayor cantidad de conexiones corresponden a un predio de tipo vivienda habitada, es decir que en la vivienda hay personas que consumen agua.

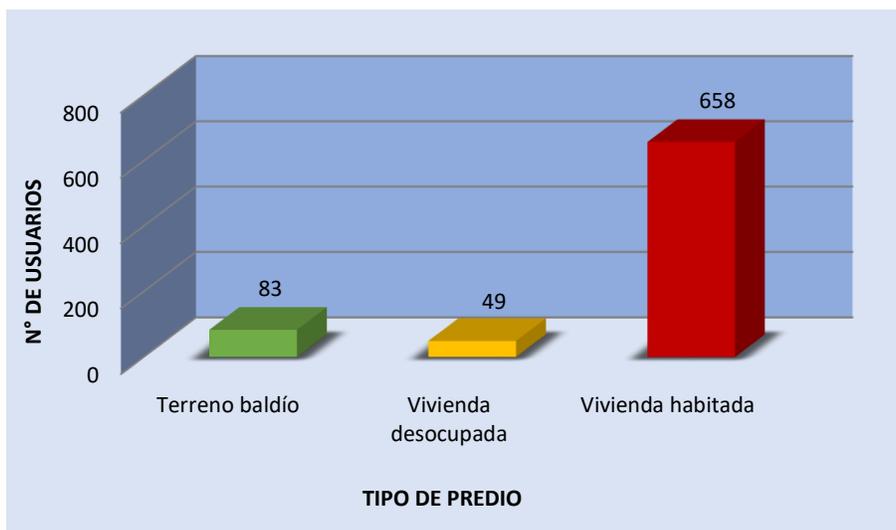


Figura N° 5.4: Estado del predio

Fuente: Elaboración propia

En el periodo de medición de enero a junio del 2019, en el Figura N° 5.4 y Figura N° 5.5 se puede visualizar que se tiene un total de 83 conexiones que están en situación de lote (terreno

baldío con el servicio activo en las cuales algunos son de sistema fijo y otros con el sistema medido) que corresponde a un 11% del total. Por otro lado, las conexiones que tienen un predio con la vivienda desocupada (49 conexiones) con un 6 % y vivienda habitada (658 conexiones) con un 83 %.

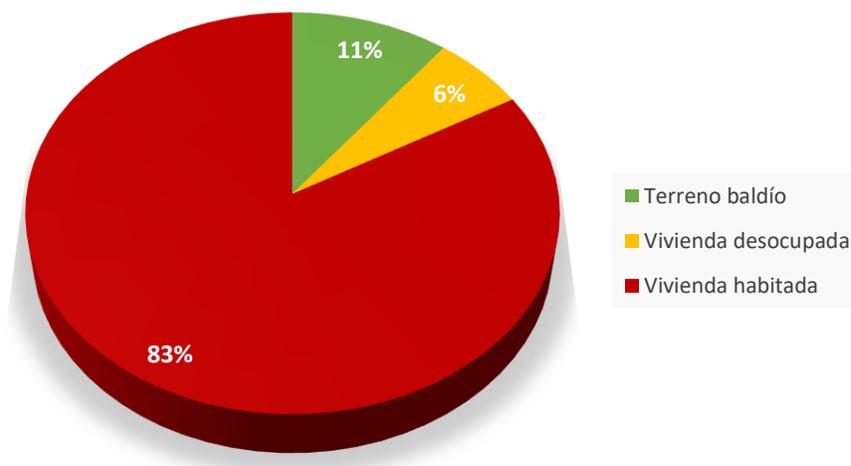


Figura N° 5.5: Porcentaje por estado del predio

Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Usuario con medidor, adaptador o conexión directa

En toda la zona se observó que solo una parte de los usuarios cuentan con un medidor de agua, otra parte de los usuarios solo cuentan con un adaptador la cual indica que tienen la caja del medidor y dentro ella solo cuenta con una llave de paso implementada por COSAALT RL y otra parte de los usuarios cuentan con una conexión directa.

Tabla N° 5.4: Tipo de conexión

Usuario con:	N° de usuarios	%
Medidor	577	73
Adaptador	68	9
Conexión directa	145	18
Total	790	100

Fuente: Elaboración propia

En el Figura N° 5.6 y Figura N° 5.7 se puede observar que en el periodo de medición (enero a junio del 2019) solo 73 % (577 conexiones) cuentan con un medidor de agua, un 9 % (68 conexiones) solo cuenta con un adaptador (llave de paso dentro de una caja de medidor) y el 18 % (145 conexiones) cuenta con una conexión de agua directa.

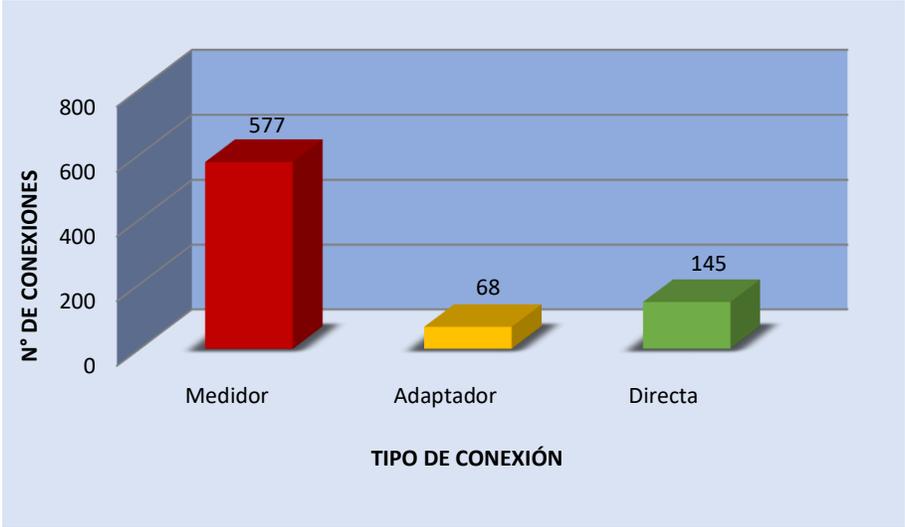


Figura N° 5.6: Tipo de conexión

Fuente: Elaboración propia

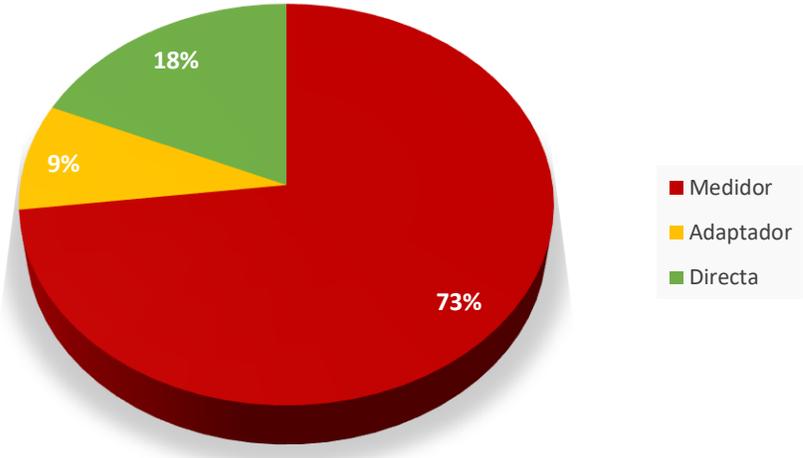


Figura N° 5.7: Porcentaje de tipo de conexión

Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Marca de medidor

De enero a junio del 2019, se obtuvo la información como se muestra en la Tabla N° 5.5 del parque de medidores de la zona del barrio Catedral, en la cual se encuentra una variedad de marcas.

Todos los medidores son de velocidad y chorro múltiple, con una transmisión magnética, deben cumplir con la precisión de acuerdo a la norma ISO 4064, en donde estos medidores tienen una clase metrológica de tipo B, todos con un diámetro nominal de 1/2", tienden a tener un caudal máximo de 3m³/h y un caudal nominal de 1.5 m³/h con un caudal de partida de 15 l/h, tienen una presión nominal de 10 bar y tienen una precisión mínima de lectura en m³ de 0.0001.

Tabla N° 5.5: Marca del medidor

Marca del medidor	N° de medidores	%
BAO	62	11
HOL	68	12
LAO	366	63
MAD	6	1
SCH	69	12
CCM	6	1
Total	577	100

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.5, Figura N° 5.8 y Figura N° 5.9 se puede apreciar que el 11 % (62 usuarios) tienen un medidor de marca BAO, hay un 12 % (68 usuarios) de medidores marca HOL, el 63 % (366 usuarios) cuentan con un medidor de la marca LAO, los medidores de la marca MAD ocupa el 1 % (6 usuarios), los medidores de marca SCH son el 12 % (69 usuarios) y los CCM hay un 1 % (6 usuarios). Siendo la marca LAO el más representativas de la zona.

Los medidores de marca MAD y CCM son en un porcentaje bajo porque se notó que estos son medidores antiguos y que algunos ya cumplieron su vida útil y fueron remplazado por alguna otra marca ya sea BAO, HOL o LAO.

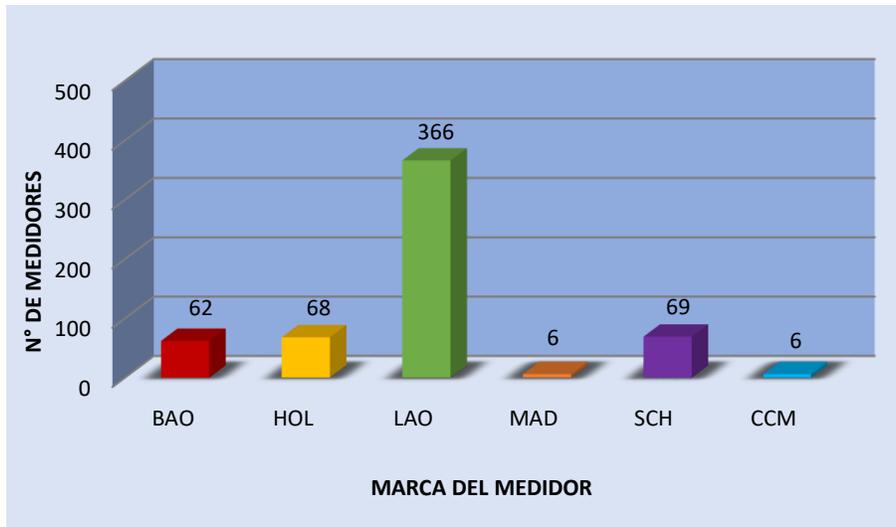


Figura N° 5.8: Marca del medidor

Fuente: Elaboración propia

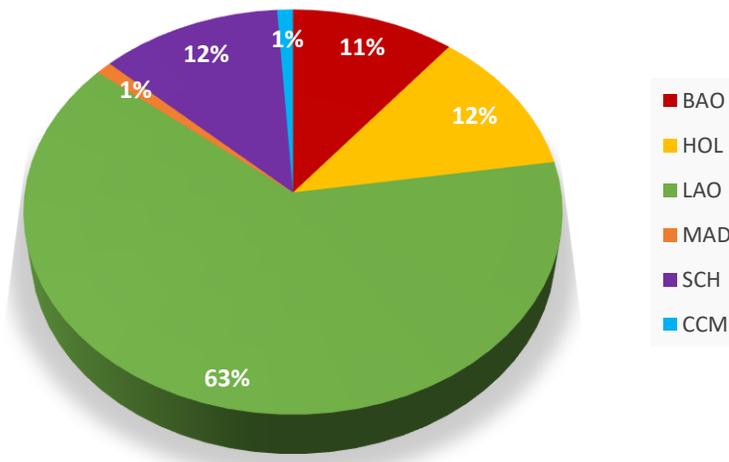


Figura N° 5.9: Porcentaje de marca de medidor

Fuente: Elaboración propia

5.3.5. Uso del servicio

Todos los usuarios que cuenta con el servicio de agua está sujeta a una facturación según el tipo de categoría al que pertenece.

Tabla N° 5.6: Categoría del servicio

Uso del servicio	N° de conexiones	%
Doméstica	778	98
Oficial	0	0,0
Especial	12	2
Comercial o industrial	0	0,0
Pileta pública	0	0,0
Total	790	100

Fuente: Elaboración propia

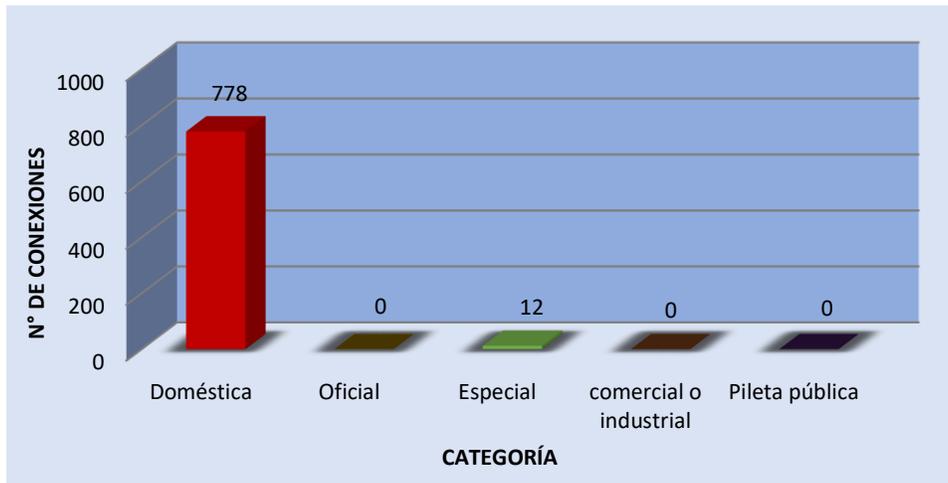


Figura N° 5.10: Uso del servicio por tipo de categoría

Fuente: Elaboración propia

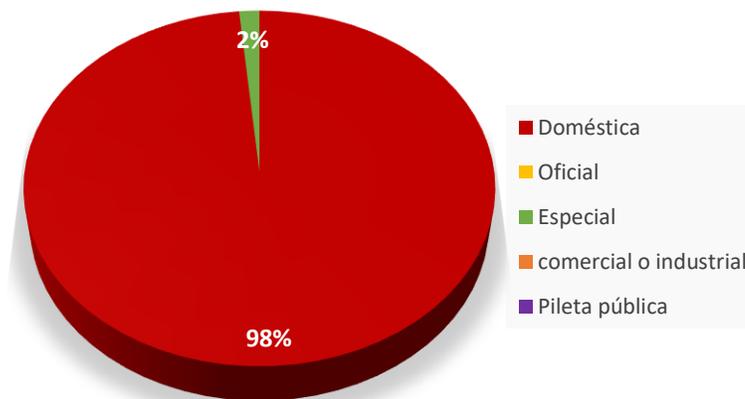


Figura N° 5.11: Porcentaje del tipo de categoría

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la zona de estudio entre enero a junio del 2019 se pudo evidenciar que del total de los usuarios domina la categoría doméstica como se muestra en la Tabla N° 5.6, Figura N° 5.10 y Figura N° 5.11 con un 98 % (778 conexiones), seguido de la categoría especial la cual cuenta con un 2 % (12 conexiones), estas dos categorías son las únicas que se presentan dentro de la zona de estudio, las otras categorías no se encontró ninguna conexión que pertenezca a ellas.

5.3.6. Estado de la conexión

Como podemos observar en la Tabla N° 5.7 no todos los usuarios cuentan con una conexión de agua activa, alguno de los usuarios tiene la conexión inactiva ya sea por algún motivo, falta de pago o alguna infracción u otros.

Tabla N° 5.7: Estado de la conexión

Conexión	N°	%
Activa	790	95
Inactiva	45	5
Total	835	100

Fuente: Elaboración propia

Entre los meses de enero a junio del 2019 como podemos visualizar en el Figura N° 5.12 y Figura N° 5.13 el 95 % (790 conexiones) cuentan con la correcta conexión activa, y el otro 5% (45 conexiones) de los usuarios tienen la conexión inactiva, como ya habíamos mencionado con anterioridad solo trabajaremos con las conexiones que están activas.



Figura N° 5.12: Estado de la conexión

Fuente: Elaboración propia

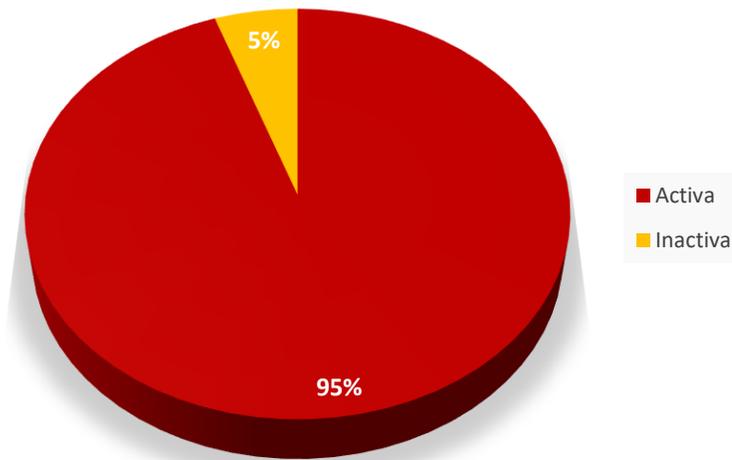


Figura N° 5.13: Porcentaje del estado de la conexión

Fuente: Elaboración propia

5.3.7. Fugas

En todo sistema de agua potable es inevitable las fugas de agua ya sean internas o externas y es por eso que no toda el agua que se produce es consumida por los usuarios causando así pérdidas económicas tanto así a los usuarios como a COSAALT RL. Se encontraron fugas visibles y no visibles en la cual el geófono nos ayudó a detectar la fuga que no son visibles.

Tabla N° 5.8: Fugas en la red

Conexión	N°	%
Fuga interna	16	2
Fuga externa	16	2
Sin fugas	758	96
Total	790	100

Fuente: Elaboración propia

En el periodo de enero a junio del 2019 como se muestra en la Tabla N° 5.8, Figura N° 5.14 y Figura N° 5.15 en toda la zona se pudo detectar que hay un 2% (16 conexiones) de fugas

internas las cuales son las fugas que están dentro del predio a partir del medidor hacia adentro, y otro 2 % (16 usuarios) tienen una fuga externa las cuales son fugas que están antes del medidor y en un sistema de medición fija si la fuga está dentro o fuera del domicilio se considera como fuga externa, el resto de los usuarios el 96 % (758 conexiones) tienen un funcionamiento del servicio correcto sin ninguna fuga con un buen mantenimiento.

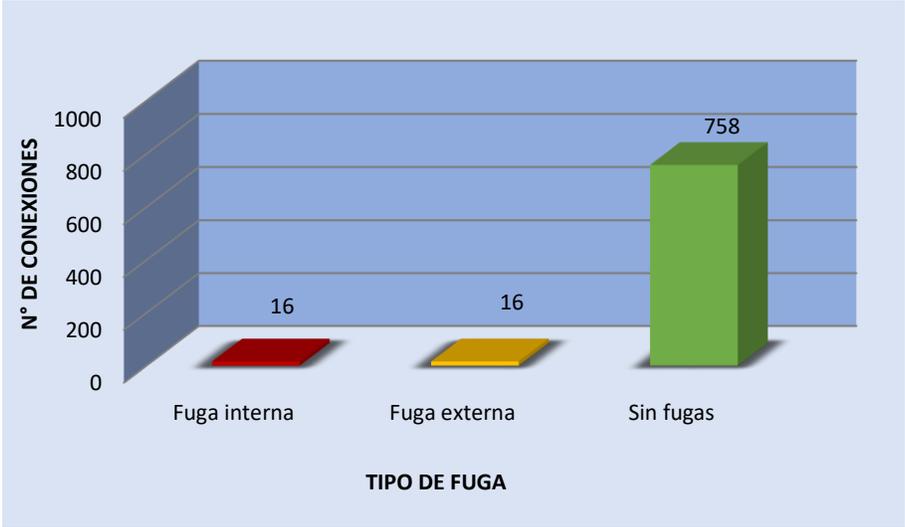


Figura N° 5.14: Número de fugas en la red

Fuente: Elaboración propia

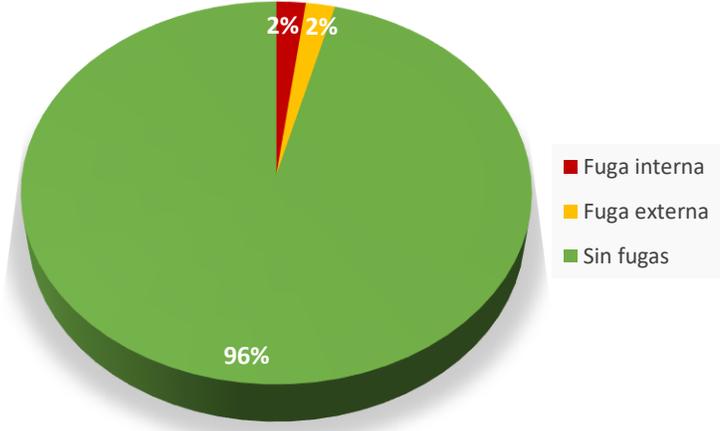


Figura N° 5.15: Porcentaje de las fugas en la red

Fuente: Elaboración propia

5.3.8. Código del medidor

Los registros cuentan con la marca del medidor junto a ella viene la serie o código del medidor con la cual es identificado los medidores.

Tabla N° 5.9: Serie del medidor

Medidor	N°	%
si tiene y coincide	574	99,5
no coincide o borrado	3	0,5
Total	577	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 5.9 se puede visualizar 3 usuarios de la zona del barrio Catedral que no cuenta con un código o no coincide con el código dispuesto en el sistema por los cual se debe hacer una actualización del catastro para tener información completa y segura.

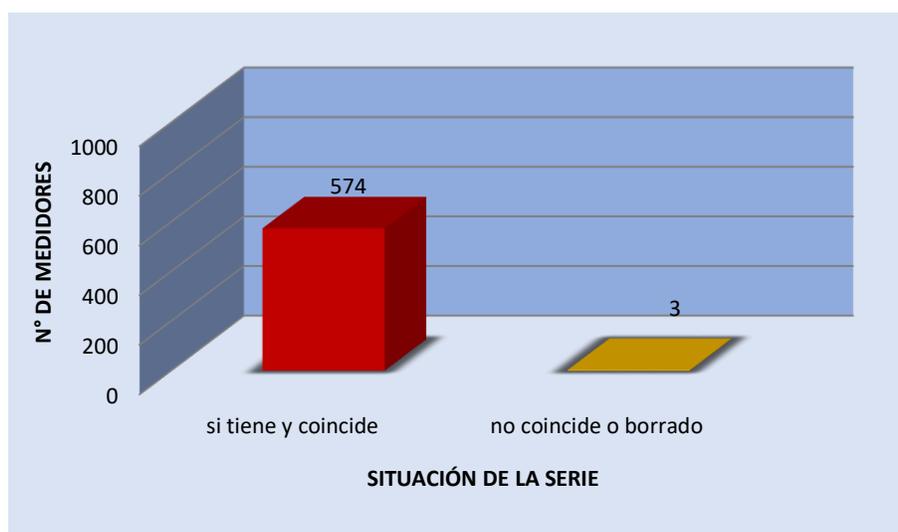


Figura N° 5.16: Serie del medidor

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el Figura N° 5.16 y Figura N° 5.17 de enero a junio del 2019 en la zona del barrio Catedral el 99,5 % (574 medidores) tiene y coincide la serie del medidor y el 0,5% (3 medidores) no cuentan con una serie o no coinciden con la serie del medidor que está en el catastro. La mayor cantidad de medidores está en una situación correcta respecto al catastro.

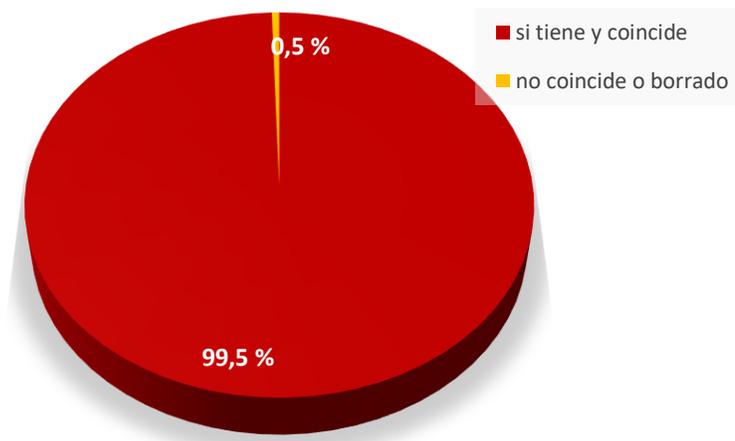


Figura N° 5.17: Porcentaje serie del medidor

Fuente: Elaboración propia

5.3.9. Tipo de facturación

El número de conexiones según el tipo de facturación del catastro comercial de enero a junio del 2019 en la zona del barrio Catedral se presenta en la Tabla N° 5.10.

Tabla N° 5.10: Tipo de facturación

Tipo de facturación	Conexiones	
	N°	%
Lectura	577	69
Asignación	213	26
Sin facturar	45	5
Total	835	100

Fuente: Elaboración propia

En el Tabla N° 5.10 se visualiza que en el periodo de medición de enero a junio del 2019 que la mayor cantidad de conexiones son de tipo de facturación por lectura, seguido de las conexiones con facturación por asignación. Cabe indicar que todas las conexiones que se facturan se usaran para evaluar el agua que se consume y la facturación por lectura para saber el nivel de micromedición en la zona.

Con respecto a las conexiones que no se facturan (conexiones que están cortadas y/o de baja), entre los meses de enero a junio del 2019 representan un porcentaje de 5 % de las conexiones totales.

Se puede visualizar en el Figura N° 5.18 y Figura N° 5.19 que al término del periodo de macromedición se tienen 790 conexiones que se facturan, siendo el 69 % del tipo de lectura (577 conexiones), seguido de la facturación por asignación (213 conexiones) con 26 % y por último las conexiones sin facturar (45 conexiones) con 5 %.

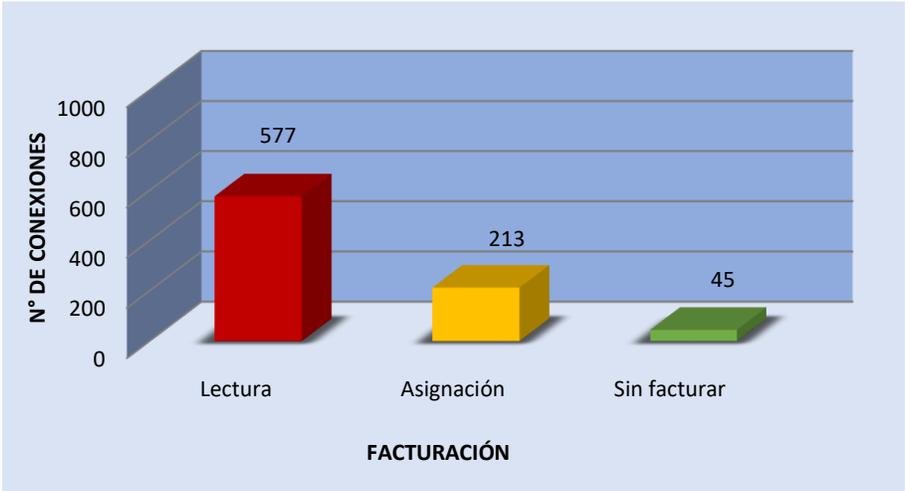


Figura N° 5.18: Tipo de facturación

Fuente: Elaboración propia

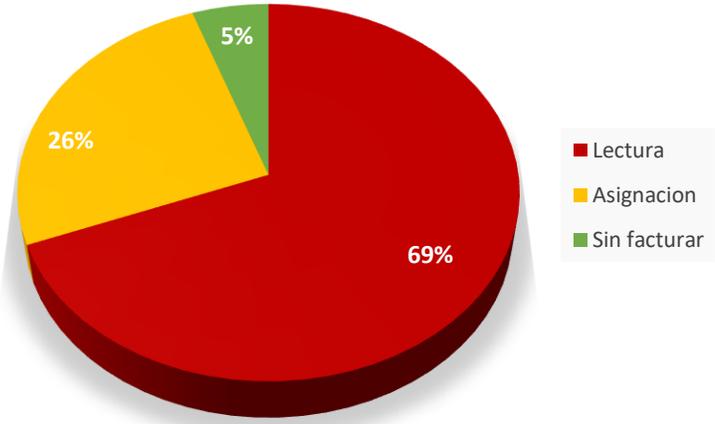


Figura N° 5.19: Porcentaje del tipo de facturación

Fuente: Elaboración propia

5.3.10. Caja del medidor

La caja del medidor de varios usuarios se encontraba en mal estado y esta al no resguardar al medidor de una manera correcta puede traer consecuencias al correcto funcionamiento del medidor. Como podemos observar en la Tabla N° 5.11 la mayoría de las cajas se encuentran en buen estado.

Tabla N° 5.11: Caja del medidor

Caja	N°	%
Sucia sin mantenimiento	173	26,8
No abre	2	0,3
Buen estado	470	72,9
Total	645	100

Fuente: Elaboración propia

Entre enero y junio del 2019 como podemos observar en el Figura N° 5.20 y Figura N° 5.21 el 26,8 % (173 usuarios) tienen una caja de medidor sucia sin mantenimiento la cual no deja la correcta lectura del medidor, el 0,3 % (2 usuarios) tienen una caja de medidor la cual no se puede abrir y no se podrá tomar su respectiva lectura del medidor y el resto de los usuarios que es el 72,9 % (470 usuarios) tienen en buen estado la caja del medidor y se puede hacer la correcta lectura del medidor.



Figura N° 5.20: Caja del medidor

Fuente: Elaboración propia

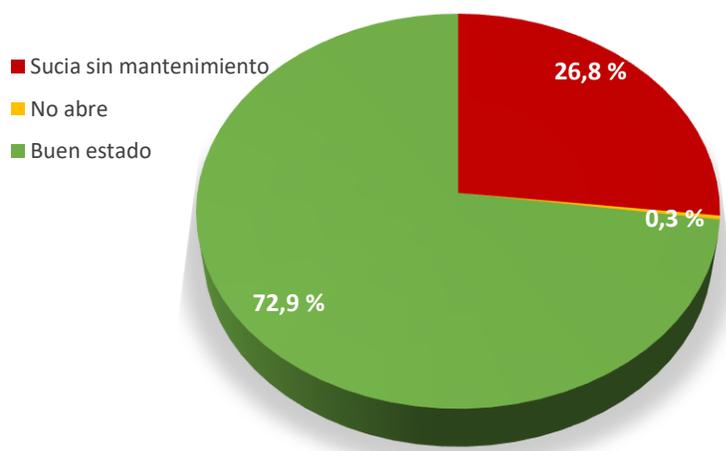


Figura N° 5.21: Porcentaje de las cajas de medidor

Fuente: Elaboración propia

5.3.11. Fugas en la caja

Algunos de los usuarios cuentan con fugas en la caja provenientes de algún accesorio dentro de la caja o de la misma tubería de conexión, a causa de que estos presentan falta de manteniendo.

Tabla N° 5.12: Fugas en la caja del medidor

Caja	N°	%
Sin fugas	629	98
con fugas	16	2
Total	645	100

Fuente: Elaboración propia

Como podemos visualizar en el Figura N° 5.22 y Figura N° 5.23 entre el periodo de enero a junio del 2019 se identificó que el 98 % (629 usuarios) tienen todos los accesorios dentro de la caja del medidor funcionando de manera correcta, el 2 % (16 usuarios) tienen los accesorios de alguna manera en mal estado la cual hace que el agua se desperdicie en pequeñas cantidades.

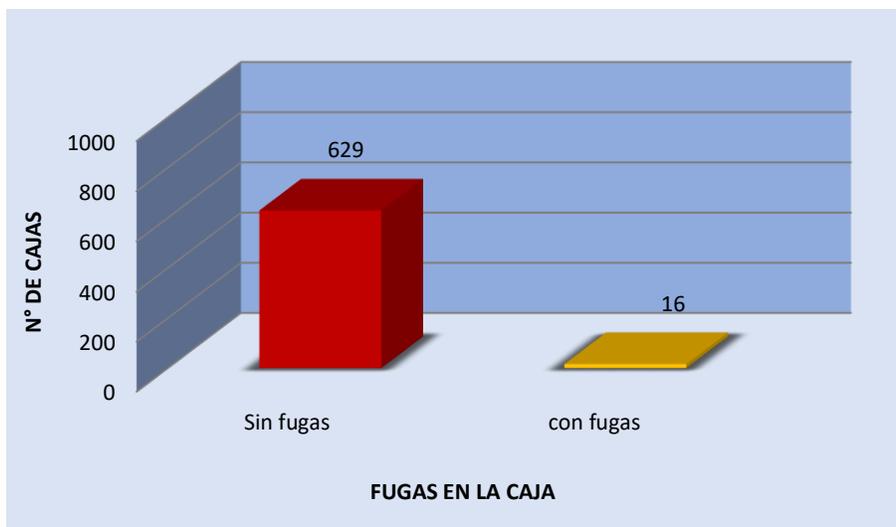


Figura N° 5.22: Fugas en la caja del medidor

Fuente: Elaboración propia

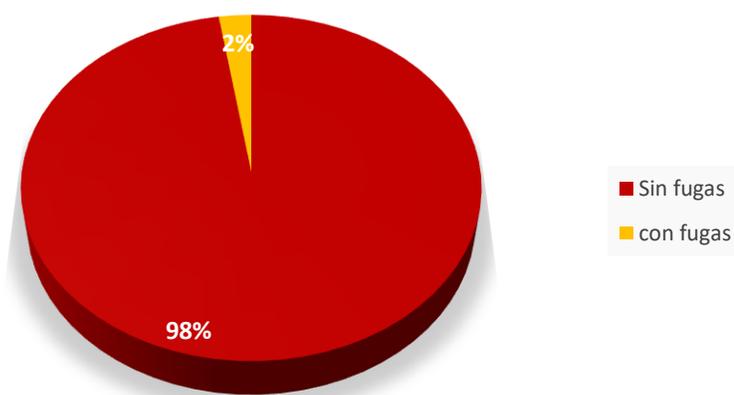


Figura N° 5.23: Porcentaje de fugas dentro de la caja del medidor

Fuente: Elaboración propia

5.4. Presiones y continuidad del servicio

El nivel de calidad del servicio de agua potable está determinado por los indicadores de presión y continuidad. Cabe mencionar que se midieron presiones a la entrada del sistema, de enero a junio del 2019 la presión promedio es de 20,5 m.c.a. (2,01 bar), una presión máxima de 23,0 m.c.a (2,26 bar) y una presión mínima 17,1 m.c.a. (1,68 bar) en tanto que la continuidad del servicio es de 24 horas desde que se implantó el macromedidor en la zona.

Cabe indicar que las presiones varían de acuerdo al consumo y a las estaciones del año (invierno, otoño, primavera, verano). Dado que a mayor consumo menores son las presiones y viceversa.

Tabla N° 5.13: Presión de servicio a la entrada de la red

Mes	Presión promedio (m.c.a.)	Presión (m.c.a)	
		Máxima	Mínima
Enero	20,3	23,2	17,3
Febrero	20,6	23,1	16,9
Marzo	20,5	22,8	17,6
Abril	20,6	23,0	17,0
Mayo	20,8	23,1	17,8
Junio	20,2	23,0	16,1
Promedio semestral	20,5	23,0	17,1

Fuente: Elaboración propia

La presión mínima promedio en la red del sistema de distribución de la zona del barrio Catedral es de 17,1 m.c.a. superando así al límite establecido por la Norma Bolivia NB 689.

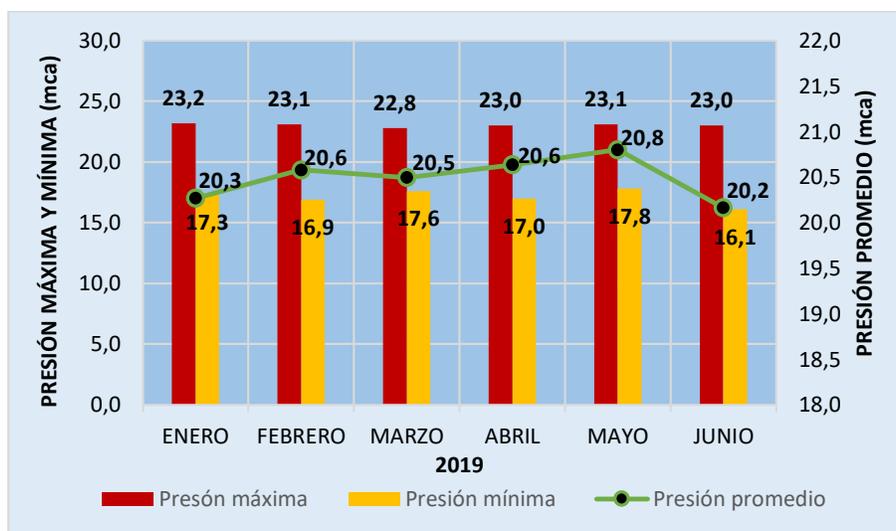


Figura N° 5.24: Presión máxima y mínima a la entrada de la red

Fuente: Elaboración propia

La continuidad en un punto se obtiene de las presiones extendidas o de los perfiles de presión inferidos a partir del perfil de presión de la zona de abastecimiento. Las presiones nulas y negativas indican que no existe continuidad en ese periodo.

Las presiones a la entrada del sistema, se realizó mediciones para determinar las horas de servicio en la zona, en el Figura N° 5.25 se visualiza las mediciones del día más críticos de cada mes.

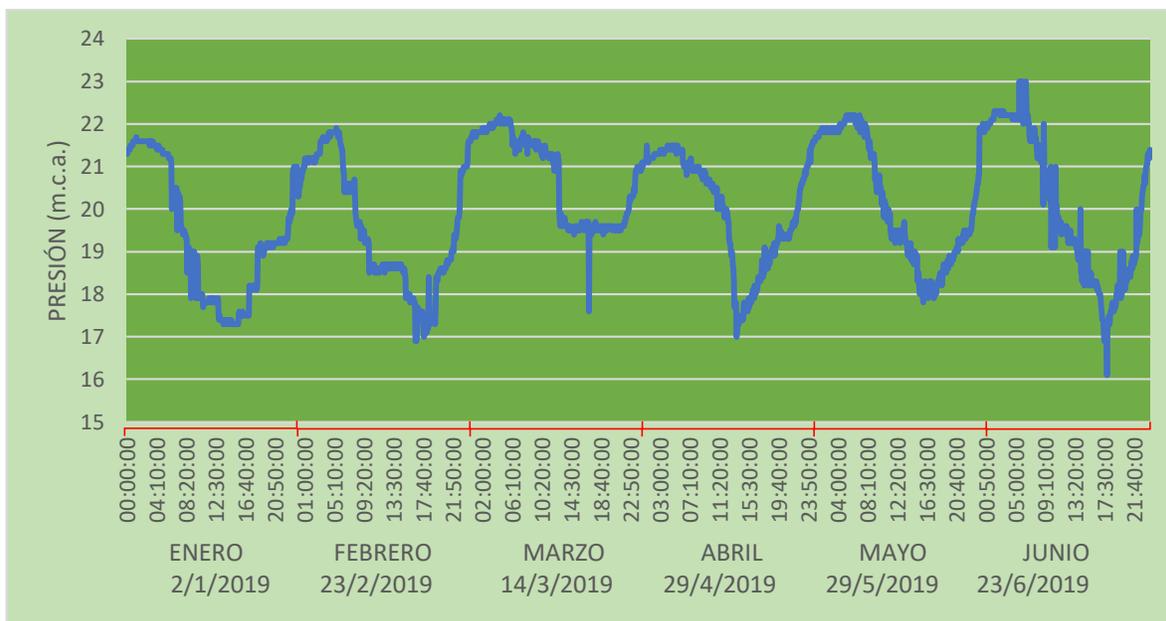


Figura N° 5.25: Continuidad del servicio

Fuente: Elaboración propia

Como se graficaron los días más críticos, es decir el día con menor presión de cada mes, se puede observar en la Tabla N° 5.13 y Figura N° 5.24 la presión mínima se da en el mes de junio con 16,1 m.c.a. (1,58 bar). En ningún momento del día la presión baja a cero o es negativa como se mencionó anteriormente, esto nos indica que hubo un suministro de agua las 24 horas del día.

5.5. Caudal de ingreso

Mediante la instalación del equipo del macromedidor y data logger a la entrada del sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, la cual tiene un diámetro de 4 pulgadas y es derivado de la red principal que tiene un diámetro de 10 pulgadas, se pudo determinar el caudal que ingresa al sistema.

Tabla N° 5.14: Caudal de entrada

Mes	Caudal promedio (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	
		Máximo	Mínimo
Enero	20,6	36	10
Febrero	17,8	36	3
Marzo	19,3	37	3
Abril	20,3	39	9
Mayo	18,8	36	8
Junio	21,1	36	10
Promedio semestral	19,6	39,0	3,0

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el caudal de ingreso a la zona del barrio Catedral entre los meses de enero a junio del 2019 así como se muestra en la Tabla N° 5.14, resultando un caudal promedio de 19,6 m³/h (5,4 l/s), un caudal máximo de 39,0 m³/h (10,8 l/s) y llegando a obtener un caudal minino de 3,0 m³/h (0,8 l/s).

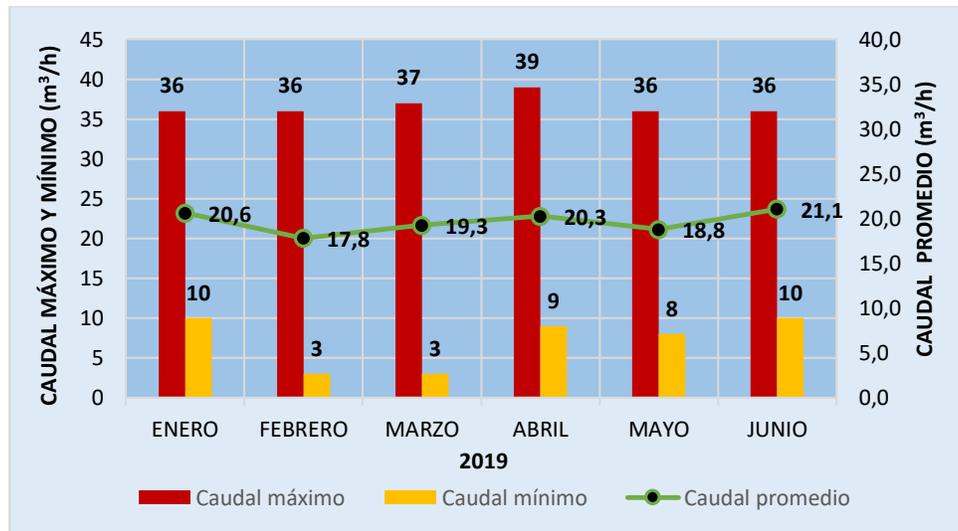


Figura N° 5.26: Caudal de entrada

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en el Figura N° 5.26 el caudal máximo se da en el mes de abril con 39,0 m³/h (10,8 l/s) y el caudal mínimo se da en los meses de febrero y marzo con 3,0 m³/h (0,8 l/s), caudales que van variando en todos los meses.

5.6. Volumen suministrado

El volumen suministrado está conformado por los volúmenes de distribución registrados por el macromedidor que se encuentra a la entrada del sistema de agua potable del barrio Catedral, las mediciones se realizaron por un periodo de 6 meses de enero a junio del 2019.

Para minimizar el error de los datos de medición, en el macromedidor se instaló una data logger, este equipo tiene un sistema de guardado de datos automático, se lo programo con un intervalo de tiempo de 5 minutos registrado en la memoria del equipo, posteriormente los datos fueron descargados en una base de datos de excel.

Todos los datos de macromedición se encuentran adjuntos en el archivo en digital

Tabla N° 5.15: Macromediciones a la entrada del sistema de agua potable

Mes		Fecha	Hora	Presión (m.c.a.)	Caudal (m ³ /h)	Volumen (m ³)	Volumen total (m ³)
Enero	Inicio	1/1/2019	00:00:00	21,7	17	1,42	15355,8
	Fin	31/1/2019	23:55:00	21,1	16	1,33	
Febrero	Inicio	1/2/2019	00:00:00	21,1	16	1,33	11983,8
	Fin	28/2/2019	23:55:00	21,3	9	0,75	
Marzo	Inicio	1/3/2019	00:00:00	21,3	8	0,67	14341,2
	Fin	31/3/2019	23:55:00	21,4	13	1,08	
Abril	Inicio	1/4/2019	00:00:00	22,5	14	1,17	14600,2
	Fin	30/4/2019	23:55:00	21,2	11	0,92	
Mayo	Inicio	1/5/2019	00:00:00	21,2	12	1,00	13974,7
	Fin	31/5/2019	23:55:00	21,4	14	1,17	
Junio	Inicio	1/6/2019	00:00:00	21,4	13	1,08	15167,7
	Fin	30/6/2019	23:55:00	21,4	16	1,33	
						Volumen total	85423,4

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.15 se tiene un resumen de la información obtenida por el macromedidor y data logger, de manera que ya se ordenó los datos para su mejor manejo y poder contabilizar el volumen de agua que ingresa al sistema de agua potable del barrio Catedral.

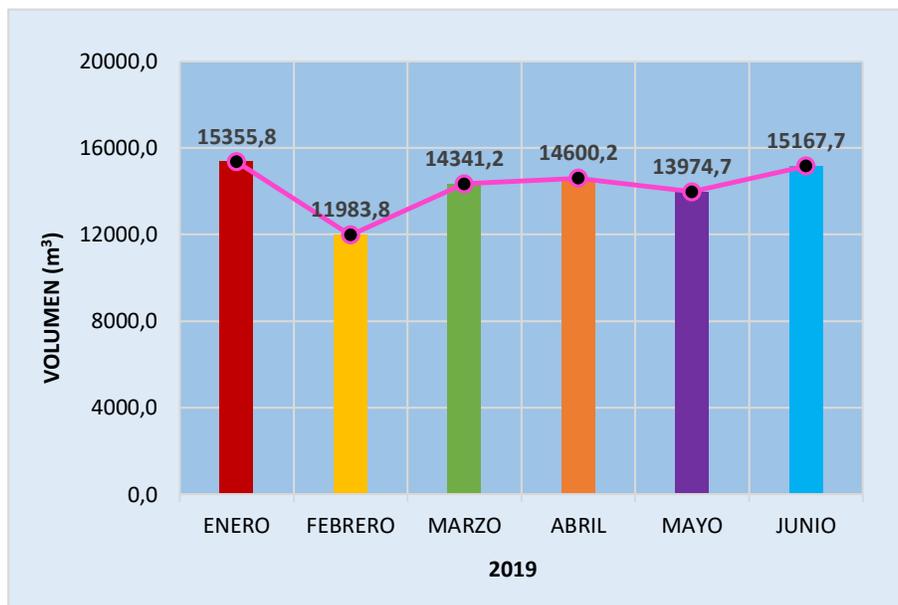


Figura N° 5.27: Volumen suministrado

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en el Tabla N° 5.15 y Figura N° 5.27 como el volumen de distribución va variando cada mes, entre los meses de enero y febrero se tiene una disminución de volumen de 3372,0 m³, sin embargo, entre el mes de febrero y junio el volumen de distribución aumento en 3183,9 m³. En todo el periodo de medición de enero a junio del 2019 se obtuvo un volumen total suministrado de 85423,4 m³.

En la Figura N° 5.27 se puede apreciar que en el mes de febrero el suministro de agua es muy bajo a comparación de los demás meses, debiendo ser este el mes con un consumo de agua al igual que los demás o mayor por la época en que este se encuentra y por ello se tiende a utilizar más agua, el registró del volumen de agua del mes de febrero fue de 11983,8 m³ debido a que en la zona hubo fugas y se tuvo que cerrar la válvula más cercana para así cortar el suministro de agua para la reparación y solo dejar a unos cuantos usuarios sin agua y no así a todo la zona, como así también siendo esta la época de carnaval la población tiende a salir de viaje y así dejar de consumir agua, esto hace que se consuma menos agua en la zona,

también se puede apreciar que este mes solo se tiene 28 días a comparación de las demás teniendo así menos consumo de agua en un mes.

5.7. Volumen de micromedición

Es el volumen de micromedición la cual fue obtenida mediante la lectura a los medidores de los clientes conectados a la red, estos volúmenes ya fueron brindados por COSAALT RL en la cual obtuvimos volúmenes facturados de un periodo de 6 meses (enero a junio del 2019).

Previo a la obtención de la información de la base de datos de COSAALT donde se detalla el registro del usuario, nombre del usuario y los meses de consumo con sus respectivos volúmenes consumidos como se muestra en la Tabla N° 4.2.

Se llegó a clasificar de acuerdo al tipo de conexión, se separó los usuarios que contaban con medidor de los usuarios que contaban con un sistema fijo y los usuarios en situación de baja o pasiva, para así contabilizar los volúmenes medidos que se encuentran en los registros.

A continuación, en la Tabla N° 5.16 se muestra un resumen mensual del volumen por micromedición.

Tabla N° 5.16: Volumen de micromedición

Mes	Volumen (m ³)	Volumen (%)
Enero	6427	17,4
Febrero	6004	16,2
Marzo	5630	15,2
Abril	6121	16,6
Mayo	6280	17,0
Junio	6513	17,6
Total	36975	100

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la Tabla N° 5.16 y Figura N° 5.28 como el volumen de micromedición total mensual va disminuyendo en 797 m³ entre los meses de enero (6427 m³) y marzo (5630m³) del 2019. Por otro lado, se visualiza un incremento de 883 m³ entre los meses de marzo (5630 m³) y junio (6513 m³).

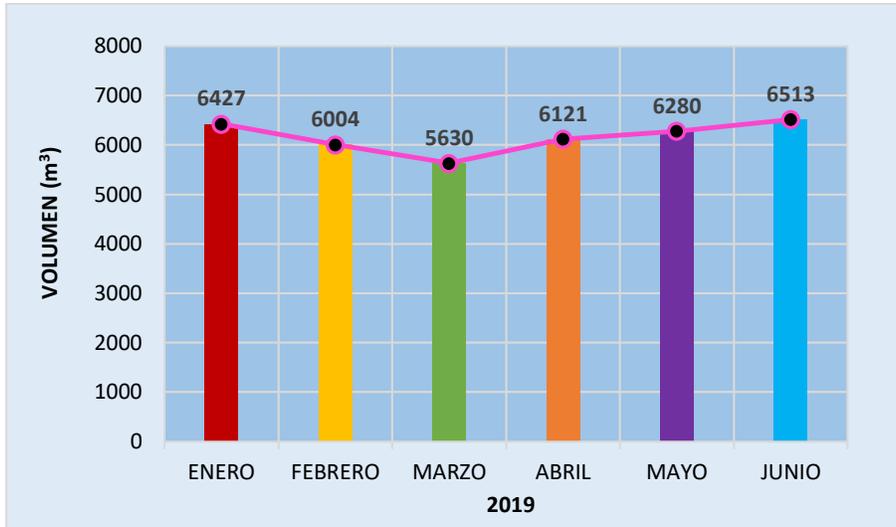


Figura N° 5.28: Volumen de micromedicación

Fuente: Elaboración propia

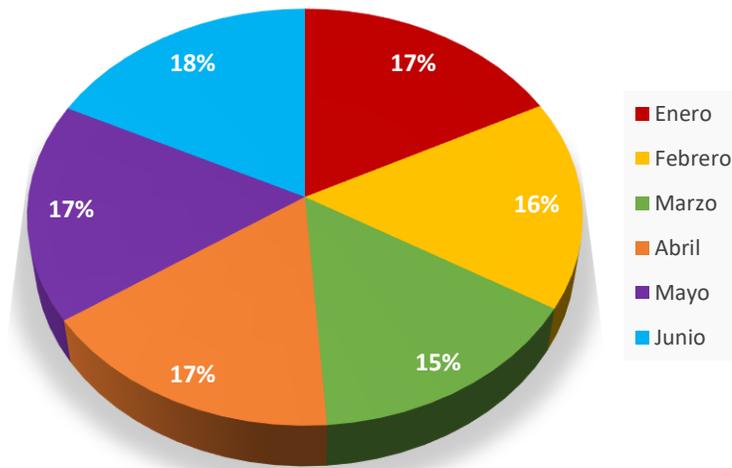


Figura N° 5.29: Porcentaje del volumen de micromedicación

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.16 se puede apreciar que el total del volumen de micromedicación entre los 6 meses, de enero a junio del 2019 es de 36975 m³, en el Figura N° 5.29 se visualiza que en el mes de junio se tuvo un mayor consumo con el 18% (6513 m³) respecto del total y en el mes de marzo se obtuvo el menor consumo con un 15% (5630 m³) respecto al volumen total de micromedicación.

5.8. Volumen facturado no medido

Debe estimarse cuidadosamente el volumen de agua no medida de los usuarios ya que es un rubro bastante importante para realiza una adecuada auditoría de agua, el volumen facturado no medido, es el consumo predeterminado que se asigna a las conexiones que no cuentan con medidor. El volumen a facturar por asignación se determina en función al uso del predio.

5.8.1. Consumo promedio (CP)

Para la estimación del consumo promedio lo que se llega a necesitar son los consumos mensuales totales por categoría y el número total de conexiones por categoría.

$$CP = \frac{\text{Volumen total por categoría}}{\text{Nº de conexiones por categoría}}$$

Tabla N° 5.17: Volúmenes totales mensuales por categoría (m³)

Categoría	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Doméstica	6304	5899	5551,0	6031	6171	6422
Oficial	0	0	0,0	0	0	0
Especial	123	105	79,0	90	109	91
Comercial o industrial	0	0	0,0	0	0	0
Pileta pública	0	0	0,0	0	0	0
Total	6427	6004	5630	6121	6280	6513

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.18: Volúmenes promedios mensuales por categoría (m³)

Categoría	Nº de conexiones	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Doméstica	568	11	10,4	9,8	10,6	10,9	11,3
Oficial	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Especial	9	14	11,7	8,8	10,0	12,1	10,1
Comercial o industrial	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pileta pública	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 5.17 dentro de la zona del barrio Catedral en el periodo de enero a junio del 2019 solo existe dos categorías, la doméstica y la especial, en la cual la doméstica gobierna en la zona con 568 usuarios y la especial solo cuenta con 9 usuarios.

5.8.2. Factores de consumo

Los factores de consumos, son factores que llegan a afectar a los consumos promedios para así obtener los consumos totales de los usuarios con sistema fijo, como se puede observar en la Tabla N° 5.19 los factores varían depende la categoría, en la cual la doméstica tiene un factor más elevado a comparación de los demás, estos factores fueron brindados por COSAALT RL, esta es la metodología que usa la empresa para obtener los consumos de usuarios sin medidor.

Tabla N° 5.19: Factores de consumo

Categoría	Factor
Doméstica	2,1
Oficial	1,5
Especial	1,5
Comercial o industrial	1,5
Pileta pública	1,5

Fuente: Elaboración propia

5.8.3. Estimación de agua no medida facturada

Para poder estimar el agua no medida facturada se tiene a todos los usuarios con sistema fijo identificados y divididos por categorías, teniendo el número total de usuarios de una categoría se multiplica con su respectivo consumo promedio y su factor de consumo. En la Tabla N° 5.20 se muestran los volúmenes calculados para los usuarios con sistema fijo.

$$\text{Consumo mensual no medido} = N^{\circ} \text{ de conexiones por categoría} * CP * FC$$

Donde:

CP= consumo promedio por categoría (m³)

FC= factor de consumo por categoría

Tabla N° 5.20: Volúmenes estimados de agua no medida

Categoría	N° de conexiones	FC	Consumo mensual (m ³)					
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Doméstica	210	2,1	4894,5	4580,0	4309,8	4682,5	4791,2	4986,1
Oficial	0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Especial	3	1,5	61,5	52,5	39,5	45,0	54,5	45,5
Comercial o industrial	0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pileta pública	0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	213		4956,0	4632,5	4349,3	4727,5	4845,7	5031,6

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla N° 5.21 se muestra un resumen mensual del volumen facturado no medido.

Tabla N° 5.21: Volumen de agua no medida

Mes	Volumen (m ³)	Volumen (%)
Enero	4956	17
Febrero	4633	16
Marzo	4349	15
Abril	4728	17
Mayo	4846	17
Junio	5032	18
Total	28543	100

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la Tabla N° 5.21 y Figura N° 5.30 como el volumen total mensual de agua no medida va disminuyendo en 607 m³ entre los meses de enero (4956 m³) y marzo (4349 m³) del 2019. Por otro lado, se visualiza un incremento de 683 m³ entre los meses de marzo (4349 m³) y junio (5032 m³).

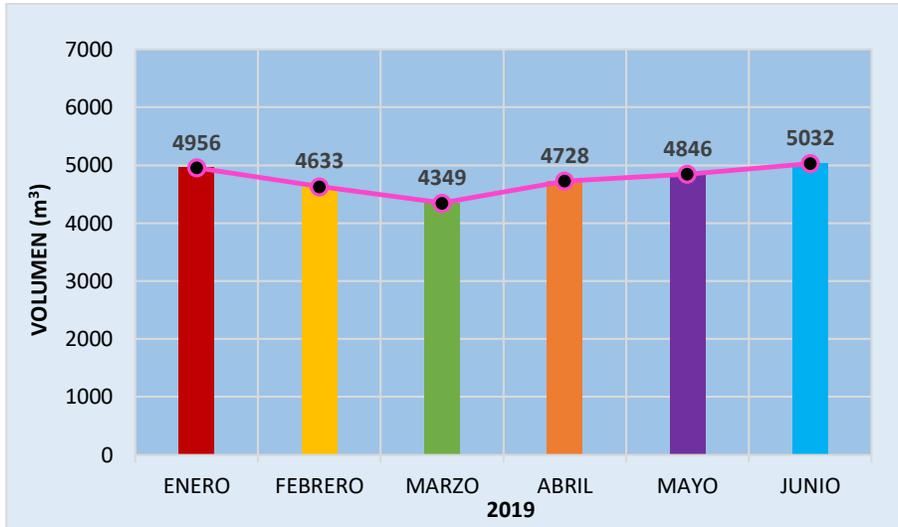


Figura N° 5.30: Volumen mensual de agua no medida

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.21 se puede apreciar que el total de volumen de agua no medida entre los 6 meses, de enero a junio del 2019 es de 28543 m³, en el Figura N° 5.31 se visualiza que en el mes de junio se tuvo un mayor consumo con el 18% (5032 m³) respecto del total y en el mes de marzo se obtuvo el menor consumo con un 15% (4349 m³) respecto al volumen total estimado.

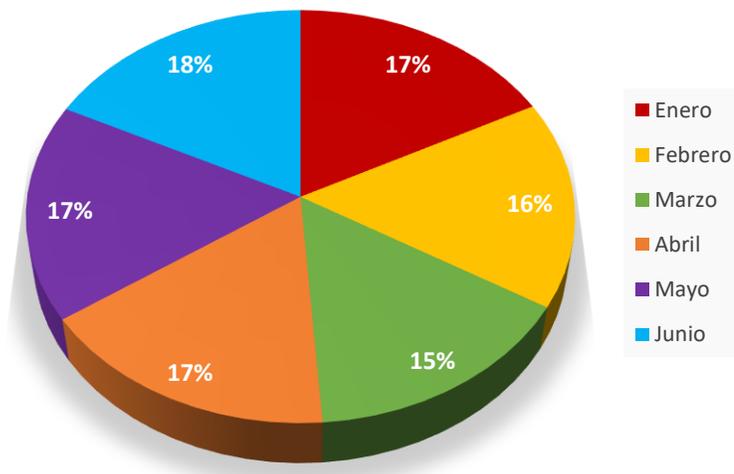


Figura N° 5.31: Porcentaje del volumen de agua no medida

Fuente: Elaboración propia

5.9. Volumen de agua facturado

Para la determinación del volumen de agua facturada mensual se obtuvo información de la base de datos de COSAALT RL, el cual se clasificó de acuerdo al tipo de facturación de los meses de enero a junio del 2019. Por lo tanto, para la cuantificación del agua facturada solo se tomó en cuenta las conexiones activas como ya se mencionó anteriormente.

Como ya se obtuvo el volumen de agua facturada medida y el volumen de agua facturada no medida, se llegó a cuantificar ambos para obtener el volumen total de agua facturada en la zona del barrio Catedral entre los meses de enero a junio del 2019.

A continuación, en la Tabla N° 5.22 se muestra un resumen mensual del volumen facturado de enero a junio del 2019 según el tipo de facturación.

Tabla N° 5.22: Volumen de agua facturada

Mes	Lectura	Asignación	Volumen total	Volumen total
	Micromedición	Medición fija		
	Volumen (m ³)	Volumen (m ³)	Volumen (m ³)	Volumen (%)
Enero	6427	4956	11383	17
Febrero	6004	4633	10637	16
Marzo	5630	4349	9979	15
Abril	6121	4728	10849	17
Mayo	6280	4846	11126	17
Junio	6513	5032	11545	18
Total semestral (m ³)	36975	28543	65518	100
Total semestral (%)	56	44	100	

Fuente: Elaboración propia

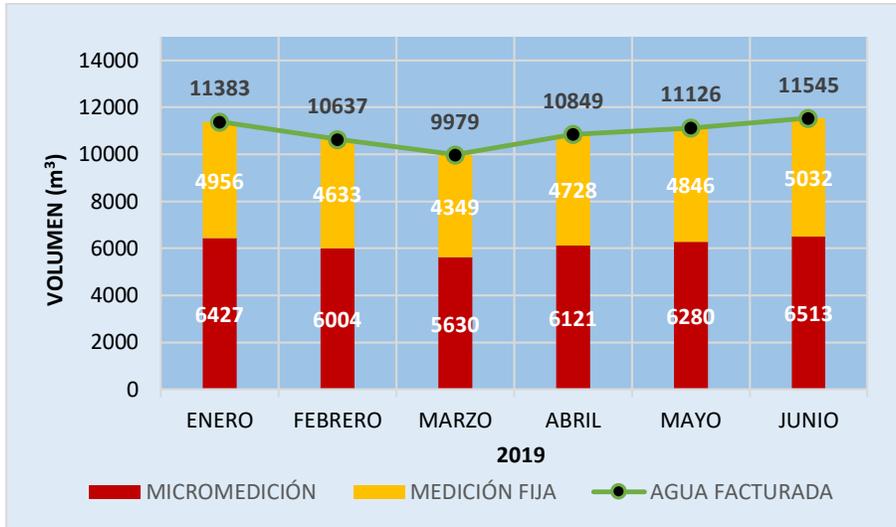


Figura N° 5.32: Volumen de agua facturada

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la Tabla N° 5.22 y Figura N° 5.32 como el volumen de facturación total mensual se redujo en 746 m³ de enero (11383 m³) a marzo (9979 m³) del 2019, y se puede ver que hay un incremento de 1566 m³ de marzo (9979 m³) a junio (11545 m³). Por otro lado, se visualiza que la facturación más resaltante es del tipo lectura, siendo estas las conexiones que cuentan con medidor operativos.

En el Figura N° 5.33 se puede apreciar que el mes con mayor facturación es el mes de junio con el 18% (11545 m³) respecto al total consumido en todo los meses.

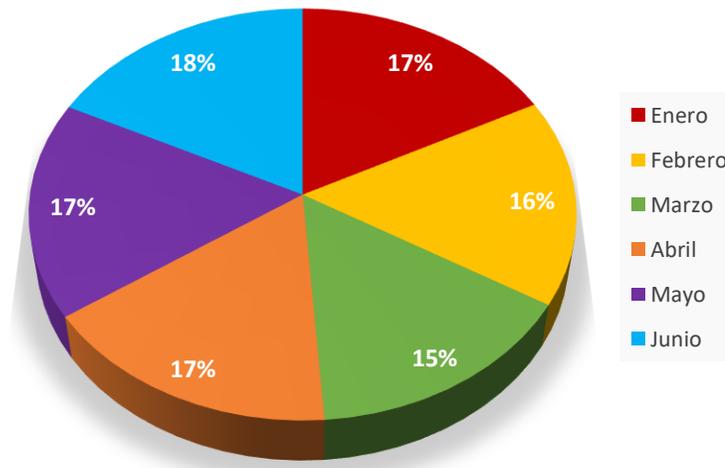


Figura N° 5.33: Porcentaje de agua facturada

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.22 se puede apreciar que el volumen total de agua facturado entre los meses de enero a junio del 2019 es de 65518 m³ (36975 m³ por micromedición y 28543 m³ por asignación o medición fija). En el Figura N° 5.35 se observa que el 56 % (36975 m³) representa al volumen de micromedición y el 44 % (28543 m³) al volumen por medición fija o asignación, ambos volúmenes llegan a dar el 100 % del volumen facturado por la empresa.

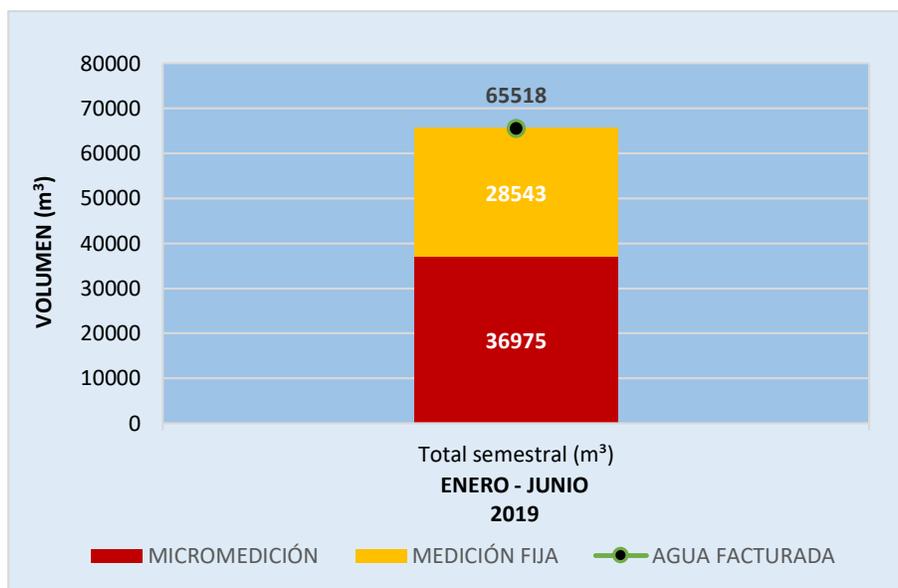


Figura N° 5.34: Volumen total de agua facturada

Fuente: Elaboración propia

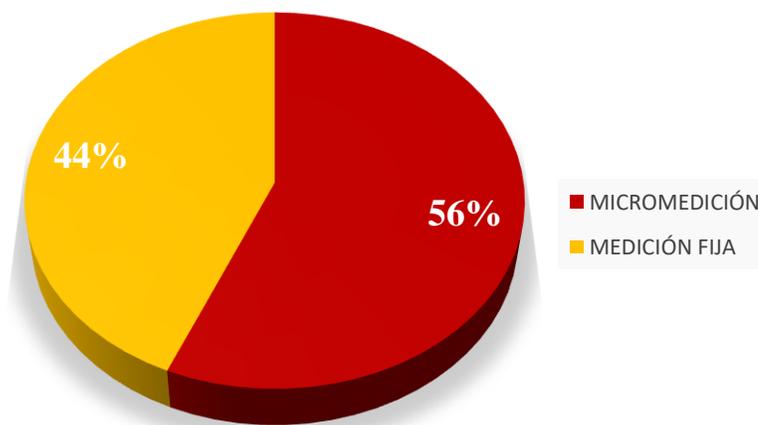


Figura N° 5.35: Porcentaje total de agua facturada

Fuente: Elaboración propia

5.10. Índice de agua no contabilizada en la red (ANC)

Recolectado toda la información referente a la zona siendo el volumen de distribución y el volumen de facturación, se obtiene el agua no contabilizada en la red. El agua no contabilizada es considerada como el volumen de agua facturado entre el volumen total de agua producida

$$ANC = \left(1 - \frac{\text{Volumen de agua facturado}}{\text{Volumen total de agua producida}}\right) * 100$$

Como se mencionó anteriormente el caudal de entrada al sector se obtuvo mediante el macromedidor y el volumen facturado se obtuvo por regla general mediante la lectura del medidor (volumen de micromedición) de cada domicilio e incluido el volumen sin lecturar.

A continuación, se presentará un resumen de los porcentajes de agua no contabilizada entre los meses de enero a junio del 2019.

Tabla N° 5.23: Volumen de agua no contabilizada

Mes	Volumen distribuido	Volumen de agua facturada	Volumen de agua pérdida	Agua no contabilizada
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(%)
Enero	15356	11383	3973	26
Febrero	11984	10637	1347	11
Marzo	14341	9979	4362	30
Abril	14600	10849	3752	26
Mayo	13975	11126	2849	20
Junio	15168	11545	3623	24
Total semestral	85423	65518	19906	23

Fuente: Elaboración propia

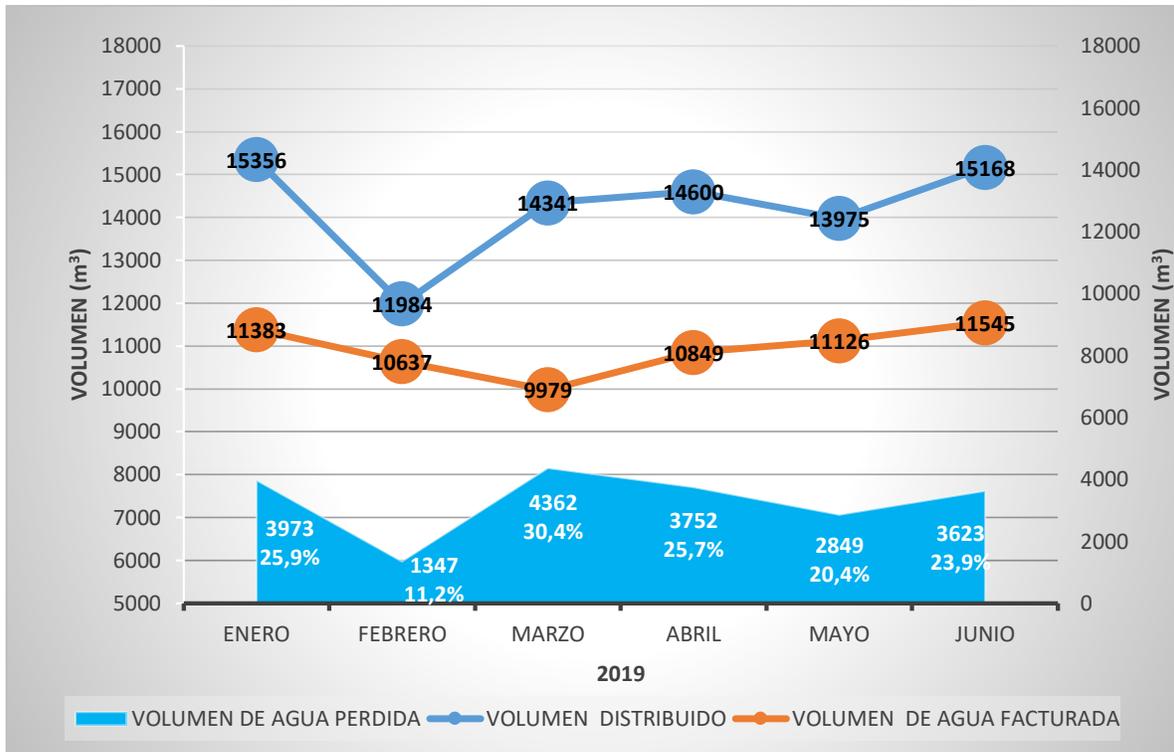


Figura N° 5.36: Volumen de agua distribuido - facturado - perdido

Fuente: Elaboración propia

Establecido el mes de enero como inicio de nuestras mediciones (mes en que se implantó el macromedidor y data logger), el porcentaje de ANC era de 25,9 % y en junio esta tasa bajo a 23,9 % con una rebaja de 2,0 % en cuanto al volumen facturado aumento de 11383 m³ mes de enero a 11545 m³ mes de junio, con un incremento de 162 m³. Por otra parte, el volumen distribuido bajo de 15356 m³ de enero a 15168 m³ de junio, con una rebaja de 188m³.

A continuación, se analizará mes a mes el comportamiento de los volúmenes mostrados en la Tabla N° 5.23 y Figura N° 5.36.

Enero - Febrero: El % ANC bajo de enero a febrero en 14,0 %, la cual se tiene el mayor descenso en pérdidas a comparación de los otros meses, debido a que el volumen de distribución disminuyo en gran cantidad (↓3372 m³), en este periodo se observa que el volumen facturado y el volumen de distribución bajo más a comparación de los demás meses, se puede ver que en el mes de enero es donde se presente el mayor volumen de distribución. Por otro lado, el total de conexiones activas se mantuvieron constantes y así mismo manteniendo un nivel de micromedición.

Febrero - Marzo: El % ANC subió de febrero a marzo 19,2%, la cual se tuvo un incremento mayor de pérdidas a comparación de los otros meses, debido a que el volumen de distribución aumento de gran cantidad ($\uparrow 2357 \text{ m}^3$) comparándolo con el volumen de facturación ($\downarrow 658 \text{ m}^3$), en este periodo es en el que se da la menor rebaja de volumen facturado a comparación del mes pasado y el volumen de distribución tuvo su mayor aumento en comparación a los otros meses. Por otro lado, el total de conexiones activas se mantuvieron constantes en todo el mes.

Marzo - Abril: El % ANC bajo de marzo a abril en 4,7 %, se debe a que el volumen de distribución tuvo un aumento de 258 m^3 y el volumen de facturación aumento en 870 m^3 , se puede observar que en este periodo la facturación tiene la mayor diferencia en aumento y el volumen de distribución tuvo un menor ascenso a comparación de los demás meses. Por otro lado, las conexiones activas se mantuvieron constantemente.

Abril - Mayo: El % ANC bajo de abril a mayo en 5,3 %, se tuvo el menor descenso en pérdidas en comparación de los otros meses, el volumen de distribución bajo en 675 m^3 y el volumen facturado subió en 277 m^3 , se puede observar que en este periodo tiene el más bajo aumento de facturación a comparación de los demás meses que tuvieron un mayor aumento y el volumen de distribución tuvo la más baja rebaja, en este periodo también se mantuvieron constantes el número de conexiones activas.

Mayo - Junio: el % ANC subió de mayo a junio en 3,5 %, la cual se tuvo un menor incremento en pérdidas a comparación de los otros meses, si bien los volúmenes de distribución y facturación aumentaron en 1193 m^3 y 419 m^3 respectivamente, observamos que en el mes de junio se reporta el segundo mayor volumen de distribución con 15168 m^3 y el mayor volumen de agua facturado con 11545 m^3 . Por otra parte, los usuarios activos se mantuvieron constantemente.

En la zona del barrio Catedral entre los meses de enero a junio del 2019 se tiene un porcentaje promedio de ANC de 23 %, siendo un porcentaje de índice aceptable según nos establece los indicadores de desempeño de las EPSA la cual indica que debe ser menor al 30 %.

En el Figura N° 5.37 se observa de manera resumida cómo se comportan el volumen total semestral de distribución a comparación del volumen total semestral de facturación y el volumen de agua perdido, como así también el % ANC.

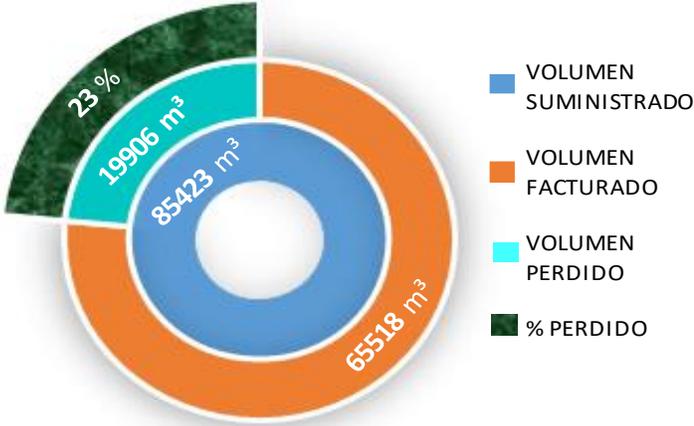


Figura N° 5.37: Volumen de agua distribuido - facturado - perdido - % perdido
 Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el volumen total entre enero a junio del 2019 es de 85423 m³ y el volumen total facturado es de 65518 m³, en donde el volumen perdido es de 19906 m³ teniendo un % ANC de 23 % la cual está por debajo de lo establecido y es aceptable.

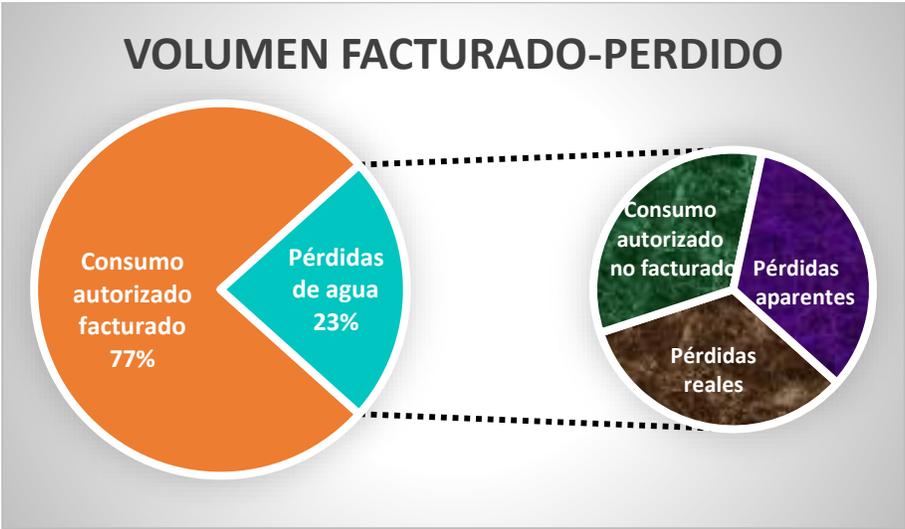


Figura N° 5.38: Volumen facturado - perdido
 Fuente: Elaboración propia

En el Figura N° 5.38 nos muestra que el agua aprovecha que fue facturado es del 77 % y el agua pérdida tiene un 23 %, agua que se perdió por diferentes factores siendo operativos (pérdidas aparentes y pérdidas reales) o comerciales (consumo autorizado no facturado).

5.11. Indicadores de desempeño

Actualmente la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua y Saneamiento (AAPS) como autoridad competente para regular y fiscalizar el desempeño en prestación de servicios de las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario dispone de un conjunto de indicadores que permiten conocer el desempeño del operador metropolitano (COSAALT RL) de la ciudad de Tarija.

En el marco de normativa regulatoria establecida por la AAPS, los indicadores de gestión operativa que corresponden a la Cooperativa COSAALT RL como se puede observar en el anexo 2.3 corresponden a la categoría de seguimiento Tipo B (ciudades entre 50.000 y 500.000 habitantes). Dichos indicadores son medidos bajo varios criterios, cuya fórmula y variables se describen en el anexo 2.1.

En base a última información disponible en la AAPS, los resultados de los indicadores técnicos (gestión 2018), se presentan en el cuadro expuesto en el anexo 2.2.

5.11.1. Disponibilidad del recurso hídrico

5.11.1.1. Uso eficiente del recurso (UER)

Este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión.

$$UER = \frac{\text{Volumen de agua facturada}}{\text{Volumen extraído de la fuente}} * 100$$

Tabla N° 5.24: Uso eficiente del recurso

Mes	Volumen de agua facturada	Volumen extraído de la fuente	Uso eficiente del recurso (UER)
	(m ³)	(m ³)	(%)
Enero	11383	15356	74,1
Febrero	10637	11984	88,8
Marzo	9979	14341	69,6
Abril	10849	14600	74,3
Mayo	11126	13975	79,6
Junio	11545	15168	76,1
Total semestral	65518	85423	76,7

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 5.39: Uso eficiente del recurso

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la Tabla N° 5.24 y Figura N° 5.39 el valor está por encima del parámetro óptimo (60 %), esto refleja que se están utilizando adecuadamente los recursos hídricos para satisfacer las necesidades de la población.

5.11.2. Abastecimiento continuo

5.11.2.1. Dotación (D)

De la base de datos de COSAALT RL se indica que hay un promedio de 6 habitantes por conexión. Este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión

$$D = \frac{\text{Volumen de AP producida}}{\text{Nº total de conexiones} * \text{habitantes por conexión}}$$

Tabla N° 5.25: Dotación respecto al volumen producido

Mes	Volumen de agua potable producida (m ³)	Nº total de conexiones	Habitantes por conexión	Dotación (l/hab-d)
Enero	15356	790	6	104,5
Febrero	11984	790	6	90,3
Marzo	14341	790	6	97,6
Abril	14600	790	6	102,7
Mayo	13975	790	6	95,1
Junio	15168	790	6	106,7
Total semestral	85423	790	6	99,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.26: Dotación respecto al volumen facturado

Mes	Volumen de agua potable facturada (m ³)	N° total de conexiones	Habitantes por conexión	Dotación (l/hab-d)
Enero	11383	790	6	77,5
Febrero	10637	790	6	80,1
Marzo	9979	790	6	67,9
Abril	10849	790	6	76,3
Mayo	11126	790	6	75,7
Junio	11545	790	6	81,2
Total semestral	65518	790	6	76,4

Fuente: Elaboración propia

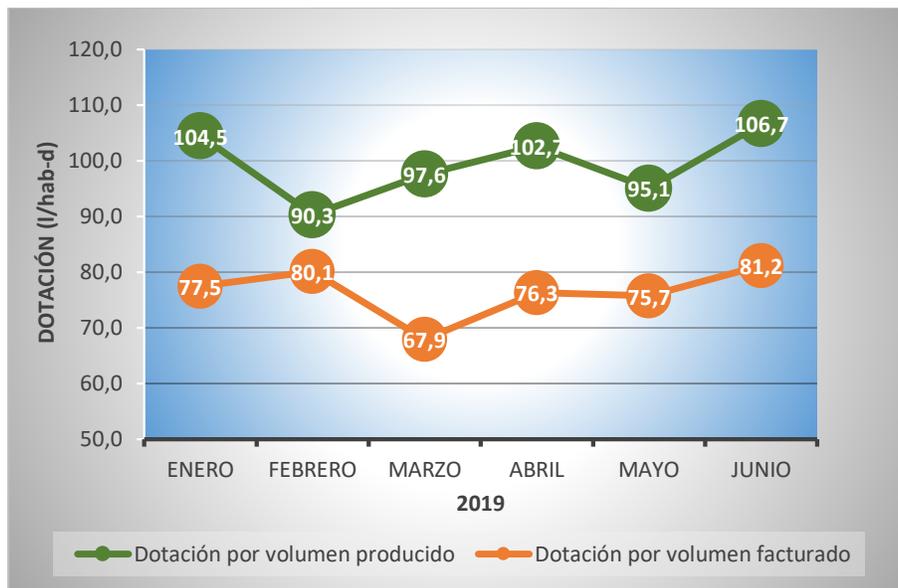


Figura N° 5.40: Dotación de agua

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.25 se puede observar que El indicador se encuentra por encima de lo establecido en los 3 meses (enero ,abril y junio del 2019), mostrando que existe un óptimo volumen de producción , por otro lado en los otros 3 meses restantes (febrero, marzo y mayo del 2019) el indicador se encuentra por debajo del nivel óptimo (100 l/hab-d). Sin embargo, contrastado con los niveles de consumo facturado mostrados en la Tabla N° 5.26 existe un bajo volumen de facturación actual de enero a junio del 2019 ya que se encuentran por debajo del nivel óptimo, el Figura N° 5.40 muestra que existen señales de índice de agua no contabilizada.

5.11.3. Alcance de los servicios

5.11.3.1. Cobertura de micromedición (CM)

El nivel de micromedición se determina como las conexiones activas que facturan (con medidor) entre el total de conexiones que facturan, en los meses de enero a junio del 2019 en la zona de estudio.

$$CM = \frac{N^{\circ} \text{ de medidores instalados}}{N^{\circ} \text{ de conexiones de AP}} * 100$$

Tabla N° 5.27: Cobertura de micromedición

Descripción	N°
N° conexiones con medidor	577
N° conexiones sin medidor	213
N° conexiones totales	790
Cobertura de micromedición (CM)	73 %

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5.27 y Figura N° 5.41 se puede visualizar que el nivel de micromedición o como otros lo llaman cobertura de micromedición, este indicador es de 73 % dato que se encuentra por debajo de lo establecido según los indicadores de desempeño de las EPSA, la cual indica que debe ser mayor al 90 %, mostrando una situación que debe ser modificada mediante la densificación de medidores en la zona.

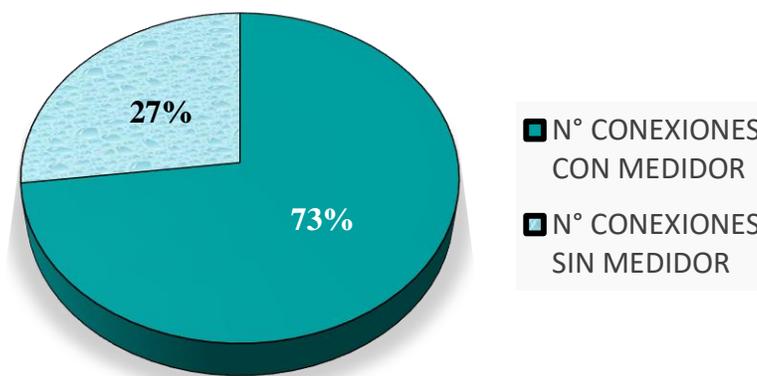


Figura N° 5.41: Cobertura de micromedición

Fuente: Elaboración propia

La micromedición está relacionada con el agua no contabilizada, dado que si se cuenta con el 100 % de micromedición el agua no contabilizada disminuiría, debido a que contando con todos los suministros con medición se estaría facturando lo que realmente consumen.

5.11.4. Operación

5.11.4.1. Presión de servicio de agua potable (PAP)

Este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión.

$$PAP = \frac{N^{\circ} \text{ puntos con presión entre 13 a 70 mca}}{N^{\circ} \text{ puntos muestreo de presión}} * 100$$

Tabla N° 5.28: Presión de servicio en la red

N° de puntos de muestreo de presión	N° de puntos con presión entre 13 a 70 m.c.a.	Presión de servicio de agua potable (%)
25	20	80

Fuente: Elaboración propia

El indicador se encuentra por debajo de lo establecido, reflejando que la zona muestreada presenta presión de servicio insuficientes. Se recomienda tomar más puntos de muestreo.

5.11.4.2. Índice de agua no contabilizada en la red (ANC)

Como ya se pudo ver este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión.

$$ANC = \left(1 - \frac{\text{Volumen de agua facturado}}{\text{Volumen total de agua producida}} \right) * 100$$

En la Tabla N° 5.29 y Figura N° 5.42 se observa que en el mes de marzo del 2019 el indicador se encuentra en el límite de lo establecido (30 %), sin embargo, en los meses restantes (enero, febrero, abril, mayo y junio del 2019) el indicador está por debajo de lo establecido, mostrando que las pérdidas en red de distribución son aceptables. Por otro lado, si hacemos un análisis a nivel semestral de enero a junio del 2019 el indicador se encuentra por debajo del nivel óptimo lo cual es aceptable.

Tabla N° 5.29: Índice de agua no contabilizada

Mes	Volumen de agua potable producida	Volumen de agua facturada	Índice de agua no contabilizada en la red (ANC)
	(m ³)	(m ³)	(%)
Enero	15356	11383	26
Febrero	11984	10637	11
Marzo	14341	9979	30
Abril	14600	10849	26
Mayo	13975	11126	20
Junio	15168	11545	24
Total semestral	85423	65518	23

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 5.42: Índice de agua no contabilizada

Fuente: Elaboración propia

5.11.5. Mantenimiento

5.11.5.1. Densidad de fallas en tubería de agua potable (DFR)

Este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión.

$$DFR = \frac{N^{\circ} \text{ de fallas de tubería} * 100}{\text{Total longitud en red}}$$

Tabla N° 5.30: Densidad de fallas en tubería

N° de fallas en tubería de AP	Total longitud de red de AP (km)	Densidad de fallas en tubería de agua potable (DFR)
32	16,0	199,6

Fuente: Elaboración propia

El indicador se encuentra por encima de lo establecido (20-50 fallas), mostrando que es necesario identificar las causas de fallas en tuberías (obsolescencia de la red o malas instalaciones) para realizar las acciones técnicas que correspondan.

5.11.5.2. Densidad de fallas en conexiones de agua potable (DFC).

Este indicador puede ser calculado de acuerdo a la siguiente expresión.

$$DFC = \frac{N^{\circ} \text{ de fallas en conexiones AP}}{\text{Total de conexiones AP}} * 1000$$

Tabla N° 5.31: Densidad de fallas en conexiones

N° de fallas en conexiones de AP	Total conexiones AP	Densidad de fallas en conexiones de agua potable (DFC)
16	790	20,3

Fuente: Elaboración propia

Este indicador se encuentra por debajo de lo establecido (25-50 fallas/1000 conexiones), mostrando que hay un nivel aceptable de fallas.

A continuación, en el Tabla N° 5.32 se muestra un resumen de todos los indicadores mostrados anteriormente.

Tabla N° 5.32: Indicadores de desempeño

CRITERIO	INDICADOR	FÓRMULA Y VARIABLES	CUANTITATIVO		PARÁMETRO ÓPTIMO				
			MES	VALOR					
DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	Uso eficiente del recurso (UER)	$UER = \frac{\text{Volumen de agua facturada}}{\text{Volumen extraído de la fuente}} * 100$	Enero	74,1 (%)	> 60 %				
			Febrero	88,8 (%)					
			Marzo	69,6 (%)					
			Abril	74,3 (%)					
			Mayo	79,6 (%)					
			Junio	76,1 (%)					
ABASTECIMIENTO CONTINUO	Dotación (D)	$D = \frac{\text{Volumen de AP producida}}{\text{N}^\circ \text{ total de conexiones} * \text{habitantes por conexión}}$	Enero	104,5 l/hab-d	> 100 l/hab-d				
			Febrero	90,3 l/hab-d					
			Marzo	97,6 l/hab-d					
			Abril	102,7 l/hab-d					
			Mayo	95,1 l/hab-d					
			Junio	106,7 l/hab-d					
ALCANCE DE LOS SERVICIOS	Cobertura de micromedición (CM)	$CM = \frac{\text{N}^\circ \text{ de medidores instalados}}{\text{N}^\circ \text{ de conexiones de AP}} * 100$	Enero	73,0 %	> 90 %				
			Febrero						
			Marzo						
			Abril						
			Mayo						
			Junio						
OPERACIÓN	Presión de servicio de agua potable (PAP)	$PAP = \frac{\text{N}^\circ \text{ puntos con presión entre 13 a 70 mca}}{\text{N}^\circ \text{ puntos muestreo de presión}} * 100$	80,0 %		> 95 %				
						N° de puntos con presión entre 13 a 70 m.c.a	20	Puntos	
						N° de puntos de muestreo de presión	25	Puntos	
	Índice de agua no contabilizada en la red (ANC)	Índice de agua no contabilizada en la red (ANC)	$ANC = \left(1 - \frac{\text{Volumen de agua facturado}}{\text{Volumen de agua producida}} \right) * 100$	Enero	25,9 (%)	< 30 %			
				Febrero	11,2 (%)				
				Marzo	30,4 (%)				
Abril				25,7 (%)					
Mayo				20,4 (%)					
Junio				23,9 (%)					
MANTENIMIENTO	Densidad de fallas en tubería de agua potable (DFR)	$DFR = \frac{\text{N}^\circ \text{ de fallas de tubería} * 100}{\text{Total longitud en red}}$	199,6 fallas		25-50 fallas				
						N° de fallas en tubería de AP	32	Fallas	
						Total longitud de red de AP	16,0	Km	
	Densidad de fallas en conexiones de agua potable (DFC)	Densidad de fallas en conexiones de agua potable (DFC)	$DFC = \frac{\text{N}^\circ \text{ de fallas en conexiones AP}}{\text{Total de conexiones AP}} * 1000$	20,3 fallas		25-50 fallas/1000 conexiones			
							N° de fallas en conexiones de AP	16	Fallas
							Total conexiones AP	790	Conexiones

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se logró evaluar el agua facturada mediante los consumos facturados medidos, consumos facturados no medidos y el volumen de agua que ingresa a la zona, lo cual nos permitió conocer que se hace un uso eficiente del agua en la zona estando este parámetro arriba del parámetro óptimo que nos indica la EPSA.
- La zona del barrio Catedral presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo del estudio porque se visualizó que este tiene una única entrada de agua, la cual nos sirvió mucho para poder realizar una sectorización, y así permito aislar la zona de la red principal para un mejor estudio del agua que se factura y no dejando de lado a ningún usuario que es beneficiado por el sistema de agua potable de la zona. Como también se tuvo accesibilidad a la zona y accesibilidad a la información que fue necesario para el estudio.
- Realizada la sectorización por COSAALT RL pudimos ir a la zona de estudio y se verificó que la zona estaba sectorizada de la manera correcta, ya que todos los usuarios beneficiados por el sistema de agua potable de la zona se encontraban dentro del límite de la sectorización no dejando de afuera ninguno que era beneficiado por el sistema de agua de la zona y así se pudo contar con todos los usuarios.
- La revisión a la base de datos del catastro y la visita a la zona de estudio nos permitió identificar a los usuarios que son beneficiados por el sistema de agua de la zona y así pudimos incluir a todos los usuarios beneficiados por el sistema de agua potable de la zona del barrio Catedral, llegando a tener 835 usuarios dentro de la zona de los cuales 790 fueron activos y 45 inactivos.
- La zona de estudio está conformada por 2 tipos de categorías de consumo (doméstica y especial), principalmente en su mayoría por usuarios de categoría doméstica.
- En el periodo de estudio solo 45 usuarios presentaron el servicio inactivo de tal manera que no se los tomó en cuenta en el estudio, ya que no tuvieron un consumo de agua y no influenciaron en las mediciones del macromedidor.
- El trabajo de campo fue de recolección de información de los usuarios, con el fin de determinar en qué estado se encontraba el servicio, en donde la mayoría de los usuarios tenían el servicio activo (790 conexiones), la mayor parte son de la categoría doméstica

con 778 usuarios y el parque de medidores contaba con 577 medidores de agua de los cuales 366 medidores eran de la marca LAO que es la más representativa en la zona, la gran mayoría de los usuarios (574 medidores) tenían la serie del medidor correcta coincidiendo con el catastro, de todos las conexiones 645 cuentan con una caja de medidor entre estas 16 conexiones presentan fugas dentro de la caja y solo 470 tienen una caja de medidor que se encuentra en buen estado, 16 conexiones presentaban fugas internas y otras 16 conexiones fugas externas.

- Gracias al macromedidor y data logger instalados a la entrada del sistema de la zona, se pudo medir caudales y presiones de entrada, lo cual gracias a las presiones pudimos analizar que en la zona se contó con un servicio de agua las 24 horas del día entre enero a junio del 2019.
- Llegamos a saber la cantidad de agua que ingresaba al sistema de abastecimiento de la zona, gracias a que la zona tenía una única entrada de agua se pudo instalar un macromedidor y así pudimos saber qué cantidad de agua ingresaba, donde el volumen de ingreso semestral fue 85423,4 m³, pudimos identificar que el mes con mayor consumo fue enero con 15355,8 m³ y el mes con menor consumo fue febrero con 11983,8 m³.
- No fue necesario establecer un método para analizar los consumos en la noche que incluían aire porque al tener una continuidad de servicio de 24 horas diarias no se evidencia que la red se cargue de aire así produciéndose una presión de aire que haga que los medidores tiendan a funcionar lo cual haría que se registre un volumen de consumo, produciendo pérdidas económicas para el usuario.
- El volumen de micromedición fue cuantificado por medio de los consumos facturados registrados en la base de datos de COSAALT RL la cual nos brindó esta información y así se obtuvo que entre los meses de enero a junio del 2019 fueron facturados 36975m³ gracias a las lecturas de los medidores, donde el mes de junio tuvo el mayor volumen facturado con 6513 m³ y el mes de febrero tuvimos un volumen mínimo facturado de 6004 m³.
- Se cuantificó el volumen de agua no medida gracias a que COSAALT RL nos brindó la metodología para su estimación del volumen de agua que no es medida, esta metodología consiste en usar factores de consumo y volúmenes promedios medidos

por categoría, la cual esta metodología nos arrojó un volumen total mensual por categorías, cuantificando el volumen de todas las categorías se obtuvo un volumen total de agua no medida que entre el periodo de enero a junio del 2019 resulto de 28543 m³, el mes con mayor consumo fue junio con 5032 m³ y el mes de marzo presento un menor consumo con 4349 m³ de agua.

- Se obtuvo el agua facturada de la zona de estudio, adicionando el volumen por micromedición y el volumen de agua no medida, llegando a tener un total de 65518 m³ en todo el periodo de enero a junio del 2019 en donde del volumen total el 56 % representaba el volumen por micromedición y el otro 44 % el volumen de agua no medida.
- Observamos que la zona está cubierta tanto de usuarios sujetos a micromedición (570 conexiones) y usuarios con el sistema fijo (213 conexiones), esto nos muestra que en la zona no se llega a pagar realmente lo que se consume, por lo tanto, se puede asegurar que las conexiones que no cuentan con medidor hacen de un uso inadecuado del agua lo cual genera que aumente el suministro de agua a la zona y estos usuarios no paguen realmente por lo que consumen. Esto nos lleva a aseverar que se genera una gran pérdida económica para la empresa COSAALT RL.
- El nivel de ingreso semestral de agua en la zona de estudio es de 85423 m³ de agua, cantidad medida con el equipo de medición de caudales (macromedidor) y el nivel de facturación semestral es de 65518 m³, con estos datos se pudo realizar un balance y cuantificar la pérdida de agua en la red de distribución de la zona de estudio en donde se obtuvo que la pérdida de agua fue de 19906 m³.
- Se graficó un perfil mes a mes de agua facturada, agua suministrada y pérdidas de agua en el sistema, determinando así los meses con mayor y menor consumo, al igual que se puede observar los meses en donde hubo mayor y menor pérdida, esta información vital para la modelación de redes y la operación del sistema de distribución.
- Mediante los indicadores de desempeño se pudo analizar la racionalización que se hace a la zona en donde pudimos observar que el uso eficiente del recurso está por encima del valor óptimo (60 %) en todos los meses de enero a junio del 2019, esto demuestra que están utilizando el recurso hídrico favorablemente y por lo tanto el nivel de pérdidas de agua en el proceso es aceptable.

- El indicador que muestra la dotación partiendo del volumen de ingreso de agua a la zona nos arroja valores que están en la línea del valor óptimo (100 l/hab-d), en cambio si vemos la dotación a partir del volumen facturado estos valores se encuentran por debajo del valor óptimo ya señalado, lo cual refleja ineficiencia de la infraestructura.
- La zona presenta un indicador de 73 % de micromedición la cual está por debajo del valor óptimo que debe ser mayor a 90 %, esto indica que no existe una buena gestión comercial de la EPSA para una correcta medición de los consumos de los usuarios.
- La presión de servicio en la red de la misma manera se encuentra por debajo del valor óptimo con un 80 %, significa que la EPSA presenta ineficiencias en la gestión de la red, ya sea por falta de competencias en el personal a cargo, o bien por insuficiencia de recursos hídricos, de infraestructura de almacenamiento o de elementos de la red que permitan gestionar mejor la circulación del agua a través de las tuberías.
- Algo muy importante es el indicador que da a conocer el agua no contabilizada (ANC), el valor obtenido es de 23% este se encuentra por debajo del indicador óptimo, la cual indica que debe ser menor al 30%, se deduce que la EPSA presenta un buen nivel de eficiencia.
- Observando el indicador de la densidad de fallas por tuberías nos da un valor elevado de 199,6 fallas la cual está muy lejos del valor óptimo y por último tenemos la densidad de fallas por conexión que con el valor de 20,3 fallas estamos debajo del valor óptimo que indica que el valor obtenido es aceptable.

RECOMENDACIONES

- Iniciar un programa de instalación de medidores en conexiones que facturan por asignación y las cuales están en mal estado, debido a que este tipo de facturación no hay medición del consumo de agua, y al no existir un control se malgasta el agua, generando así pérdidas económicas a COSAALT RL, debiendo así mismo llegar a un nivel de micromedición del 100%, así se medirá el volumen real de consumo y se reduciría el porcentaje de agua no contabilizada (ANC), así mismo la reposición y cambio de medidores de los medidores que ya cumplieron su vida útil.
- Verificar que el macromedidor tenga las condiciones para que este siempre funcionando de la manera correcta.

- Actualizar el catastro del suministro mensualmente, para tener con certeza de qué tipo de predios se están facturando, dado que al estar mal asignados como ser un oficial se le facture tipo doméstico, el cual afectaría con la economía de la empresa.
- Verificar periódicamente que el parque de medidores tenga las condiciones adecuadas para su funcionamiento, de tal forma que tenga un control oportuno del estado de los medidores ya que en la zona se pudo ver que varios de estos tenían descuidos en donde las cajas de los medidores se encontraban en mal estado sin mantenimiento lo que puede provocar que se haga una lectura errónea o un mal funcionamiento del medidor.
- Debe hacerse una detección de conexiones clandestinas e inspección a las conexiones inactivas (pasivas o estén de baja), puede que se hayan reaperturado o conectado de manera ilegal, esto significaría un gran volumen facturado si estuvieran consumiendo agua ilegalmente, la cual traería pérdidas económicas para COSAALT RL.
- Iniciar un programa de detección de fugas (pérdidas físicas), debido que en la zona se pudo evidenciar que la red tiene fugas y esto hace que el agua se pierda, así como también realizar un estudio de gestión de presiones dado que a mayor presión más son las fugas.