

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

***“REDUCCION DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL
MÉTODO DE SECTORIZACIÓN EN EL DISTRITO DE SALAVERRY,
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”***

Línea de Investigación:

Saneamiento

Autor (es):

Br. Guarnizo Paz Marjorie Areliz
Br. Sánchez Ponce Araceli Tays

ASESOR:

Ing. Vértiz Malabrigo Manuel

TRUJILLO - PERÚ
2019

Fecha de sustentación: 2019/11/25

ACREDITACIONES

TITULO: “REDUCCION DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL
MÉTODO DE SECTORIZACIÓN EN EL DISTRITO DE SALAVERRY,
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

AUTOR (ES):

BR. GUARNIZO PAZ, MARJORIE ARELIZ

BR. SANCHEZ PONCE, ARACELI TAYS

APROBADO POR:

Ing. Guillermo Juan Cabanillas Quiroz
PRESIDENTE
N° CIP: 17902

Ing. Marcelo Edmundo Merino Martínez
SECRETARIO
N° CIP: 77111

Ing. Juan Manuel Urteaga García
VOCAL
N° CIP: 75985

Mg. Ing. Manuel Vértiz Malabrigo
ASESOR
CIP 71188

DEDICATORIA

A LAS PERSONAS QUE AMO

Por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y su ejemplo de superación, gracias por enseñarme a nunca darme por vencida y seguir adelante siempre, hasta lograrlo. Esto es posible gracias a ustedes, a las personas que más amo.

A MIS MAESTROS

Por su tiempo, por su paciencia y por compartir sus conocimientos, gracias por el apoyo brindado para haber podido llegar a este nivel profesional.

Br. Guarnizo Paz Marjorie Areliz

DEDICATORIA

A DIOS

Por cada detalle que tiene conmigo, la vida, salud, fuerza, empeño e iluminarme en cada momento de culminar este proyecto.

*A mis padres **JULIO Y CARMEN** por ser los principales promotores de mis sueños e inculcarme una buena educación, por guiarme con sus sabios consejos cuando me sentía derrotada y ayudarme a preservar en mi carrera.*

*A mis hermanos **IRENE Y KEVIN** por sus palabras de aliento, y por cada momento vivido juntos que fueron motivo para no darme por vencida.*

*A mi esposo **EDUARDO** por confiar y creer en mí, por su apoyo incondicional en cada momento del desarrollo de la tesis. Gracias por siempre estar conmigo.*

*A mi hijo **LYAN** por ser mi inspiración, mi motor y esa fuerza pequeñita pero muy fuerte de impulsarme a salir adelante.*

A MI ASESOR

Por brindarnos su apoyo y conocimiento para lograr terminar con éxito la tesis.

Br. Sánchez Ponce Araceli Tays

AGRADECIMIENTO

A nuestra querida Universidad Privada Antenor Orrego, por contar con profesionales destacados en el rubro de ingeniería, quienes compartieron sus conocimientos con nosotros y nos enseñaron a amar nuestra carrera profesional de Ingeniería Civil, permitiéndonos culminar con una de las etapas más importantes de nuestra vida profesional.

A le empresa SEDALIB S.A. por abrirnos las puertas y habernos brindado las fáciles necesarias para la recopilación de toda la información requerida, a su equipo técnico y de campo.

Al Ing. Manuel Vértiz Malabrigo, nuestro asesor, por su apoyo profesional y técnico al brindarnos la orientación necesaria para el desarrollo de nuestra tesis.

...

Los autores

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se plantea una estrategia que busca reducir las pérdidas de agua en el Distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo – Departamento de La Libertad, mediante el método de sectorización.

La justificada y creciente preocupación por mejorar el aprovechamiento del agua en los sistemas de abastecimiento exige aumentar la calidad y rendimiento de dichos sistemas. En el presente proyecto, mediante un planteamiento de acciones inmediatas tanto en el ámbito comercial como operacional, se busca el incremento de la continuidad, reducción de agua no facturada, aumento de la cobertura de agua e incremento de ingresos mensuales en la EPS.

Estas acciones inmediatas se determinaron después de un análisis técnico y teórico, que tuvieron como base la etapa de recopilación de datos in situ y de la EPS, y, la etapa de campo donde se analizó la infraestructura actual del servicio de agua, encontrando déficits en las redes existentes de agua.

La ejecución de este proyecto conlleva a una gran inversión económica pero que a largo plazo convendría a la EPS ejecutarlo, ya que reduciría en un 60% las pérdidas de agua potable del Distrito de Salaverry, con respecto a los índices de pérdidas actuales; teniendo en cuenta, que las pérdidas reales presentan mayor incidencia en comparación con las pérdidas aparentes, y con ello, es importante saber diferenciarlas.

Palabras claves: Sectorización, reducción de pérdidas, agua no facturada, pérdidas aparentes, pérdidas reales.

ABSTRACT

In the present research work, a strategy is proposed that seeks to reduce water losses in the District of Salaverry, Province of Trujillo - Department of La Libertad, by means of the sectorization method.

The justified and growing concern to improve the use of water in the supply systems requires increasing the quality and performance of these systems. In the present project, by means of an approach of immediate actions in both the commercial and operational areas, the increase in continuity, reduction of unbilled water, increase in water coverage and increase of monthly income in the EPS is sought.

These immediate actions were determined after a technical and theoretical analysis, which was based on the stage of data collection in situ and the EPS, and the field stage where the current infrastructure of the water service was analyzed, finding deficits in existing water networks.

The execution of this project leads to a large economic investment but in the long term it would be convenient for the EPS to execute it, since it would reduce by 60% the losses of drinking water of the Salaverry District, with respect to the rates of current losses; taking into account that real losses have a higher incidence compared to apparent losses, and with that, it is important to know how to differentiate them.

Keywords: Sectorization, loss reduction, operational systems, non-billed water, apparent losses, real losses

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil es grato poner a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado “REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL MÉTODO DE SECTORIZACIÓN EN EL DISTRITO DE SALAVERRY, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD” con el propósito de obtener nuestro título profesional de Ingeniero Civil.

El contenido del presente trabajo es importante para el estudio porque ayuda a optimizar y mejorar el sistema de distribución de las redes de agua potable existentes, ya que al asumir una errónea micro medición y/o macro medición se seguirá fallando por perdida o fugas y se generaría soluciones que nos alejen más de la realidad. Es ahí donde radica nuestra investigación sobre aplicar una nueva metodología y tecnología como es la sectorización para brindar un mejor rendimiento hídrico a la población del distrito de Salaverry.

Br. Guarnizo Paz Marjorie Areliz

Br. Sánchez Ponce Araceli Tays

ÍNDICE

Acreditación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Presentación	viii
Índice	ix

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

a) Realidad Problemática.....	1
b) Problema	6

1.2. Objetivos

1.2.1. General	6
1.2.2. Específicos.....	6

1.3. Justificación.....	7
-------------------------	---

1.4. Importancia.....	8
-----------------------	---

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes	9
2.2. Marco Teórico	13
2.3. Formulación de Hipótesis.....	34

2.4. Variables.....	34
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	
3.1. Tipo y Nivel de investigación	35
3.2. Población y Muestra.....	35
3.3. Diseño de Investigación	35
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	38
3.5. Procesamiento y Análisis de datos	40
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
4.1. Propuesta de la Investigación	52
4.2. Análisis e interpretación de resultados	55
5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES	61
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
7. ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACION

a. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El agua es un recurso vital para la vida en cualquier parte del mundo, el agua dulce no solamente es indispensable para la alimentación humana sino también es un elemento básico para la producción industrial y agrícola, por lo tanto, su disponibilidad es fuente de bienestar y desarrollo de nuestra sociedad. (Porras, 2014)

Sin embargo, el agua dulce es un recurso limitado y a veces incluso escaso. Los rápidos cambios mundiales, como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico, la migración y la urbanización están poniendo nuevas presiones sobre los recursos de agua y sobre la infraestructura que suministra agua potable a los ciudadanos, las empresas, las industrias y las instituciones. Sin embargo, las barreras políticas, financieras y/o técnicas pueden impedir una distribución igual del agua, incluso en regiones en donde la presencia física del agua es suficiente. (Patrick F, et al., 2011)

El agua potable proviene de un sistema productivo compuesto por instalaciones que captan el agua cruda desde sus fuentes, la transforman en apta para el consumo humano y la distribuyen a los consumidores a través del sistema de distribución. Estas instalaciones se agrupan en las etapas de producción y distribución, y en ellas se

producen diferencias entre el volumen de agua que ingresa y el que sale, las que se denominan pérdidas. (Albarrán et al. 1997)

Las tuberías antiguas y pobremente construidas, el inadecuado control de la corrosión, el mantenimiento pobre de válvulas y el daño mecánico son algunos de los factores contribuyentes a las fugas. Un efecto de la fuga de agua, aparte de la pérdida de los recursos de agua, es la reducción de la presión en los sistemas de abastecimiento. El elevar las presiones para compensar tales pérdidas incrementa el consumo de energía. Este aumento en presión empeora las fugas y tiene un impacto negativo sobre el medioambiente. (Zacharia, 2009)

En América Latina, el 45% del agua se pierde antes de llegar al cliente. Esta agua no contabilizada no genera ingresos a las empresas dedicadas a este rubro y, además, significa un gran gasto energético. Respecto a esta temática, las empresas consumen alrededor de un 4% de la energía total producida en el mundo, pero el 80% de esta corresponde a las pérdidas de agua que ocurren entre la planta potabilizadora y un grifo, por ejemplo. (Ramírez, 2017)

Actualmente, las empresas de agua y saneamiento son las encargadas del transporte y de la distribución del recurso, debidamente tratado, para el consumo de los usuarios. Es desde esta tarea en donde se generan diversos compromisos de la empresa con los clientes y viceversa. Las principales responsabilidades son la garantía de transporte y distribución, y la calidad del suministro. Esta última debe cumplir con normativas en cuanto a la calidad del agua entregada, la presión de distribución, condición de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, entre otras.

Bajo el compromiso de entregar un servicio de calidad superior, existen una serie de normas que regulan la forma de generar y desarrollar proyectos, como también un ente oficial que se preocupa de que las empresas cumplan con los estándares de calidad. En Perú, el encargado de supervisar es la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Es a esta entidad, a quien las empresas deben responder ante eventos que ocurran en las redes de distribución de agua potable y aguas servidas, como además entregar reportes sobre su servicio.

De esta manera, la preocupación por mejorar el servicio y el cumplimiento de los estándares exige la incorporación de nuevas metodologías y tecnologías que ayuden a cumplir este objetivo.

De las muchas opciones disponibles para la conservación del agua, la detección de fugas es un primer paso lógico. Si la empresa de servicio hace lo que puede para conservar el agua, los consumidores tenderán a ser más cooperadores en otros programas de conservación, muchos de los cuales dependen de esfuerzos individuales. Un programa de detección de fugas puede ser altamente visible, animando a las personas a pensar acerca de la conservación del agua antes que se les pida tomar acción para reducir sus propios niveles de consumo de agua. La detección de agua es una oportunidad para mejorar servicios existentes para los consumidores y extender los servicios a la población no servida. (Zacharia, 2009)

La existencia de pérdidas de agua en un sistema de abastecimiento urbano es un problema de deficiencia operacional, que debe ser estudiado de forma integral ya que comprende múltiples facetas.

Para las empresas comercializadoras de agua potable es de vital importancia identificar las pérdidas que ocurren en sus procesos de captación, conducción, potabilización y distribución de agua a todos sus usuarios. Esto se puede lograr a través de un balance hídrico, que permite contabilizar cada componente de agua que se suministra y se extrae de un sistema de abastecimiento de agua potable dentro de un período definido.

Un factor agravante en los países en vías de desarrollo y en transición, en particular, es la gran cantidad de agua perdida a través de fugas en las redes de distribución de agua, conocidas como pérdidas reales o físicas de agua, y los volúmenes de agua distribuidos sin ser facturados, conocidos como pérdidas aparentes de agua. La suma de pérdidas reales y aparentes de agua y el consumo autorizado no facturado constituye agua no facturada (ANF) en una red de distribución de agua. (Kingdom, Liemberger y Marin, 2006). El Banco Mundial (2013) estimó que el 45% del agua producida en América Latina es agua no facturada, situación que no es ajena a la actualidad del sistema de acueducto de las Empresas Prestadoras de Servicio, el cual enfrenta nuevos retos en materia de reducción de pérdidas, pues ha alcanzado niveles superiores al promedio determinado para América Latina, siendo esta una situación dramática para las empresas, y con lo cual se estaría aportando negativamente al Objetivo del Desarrollo del Milenio que garantiza la sostenibilidad del medio ambiente y para lo cual se plantearon entre otras, las metas de integrar los principios del Desarrollo Sostenible en

las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente (PNUD, 2014).

El ANF es el indicador para medir la cantidad de agua perdida, se encarga de medir la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora, tiene como propósito identificar a aquellas empresas prestadoras que presentan pérdidas operacionales y/o comerciales que les conllevan a mayores costos operativos y cuya interpretación es que mientras mayor sea esta proporción, la empresa estaría incurriendo tanto en pérdidas comerciales como operacionales. Las pérdidas operacionales se deben a fugas en las tuberías de aducción y distribución producto de la antigüedad y falta de mantenimiento, fugas y reboses en tanque de almacenamiento, fugas en conexiones del servicio; mientras que las pérdidas comerciales se deben al consumo no autorizado, inexactitud de los medidores y errores en el manejo de datos, ausencia de micromedición, entre otros. (Patrick F, et al., 2011)

El Foro Económico Mundial declaró en el 2015 que la crisis de agua es uno de los mayores riesgos para el mundo. Actualmente, el mundo está sintiendo que el agua es un recurso cada vez más limitado y escaso debido al crecimiento demográfico, la migración y el acelerado urbanismo.

Un programa de reducción y control de pérdidas es el conjunto de acciones de planeamiento integrado destinado al manejo eficiente del volumen de agua suministrado y entregado a los usuarios de los sistemas de abastecimiento a costos compatibles con los beneficios obtenidos.

La empresa SEDALIB S.A., que es la EPS encargada de brindar los servicios de saneamiento en el departamento de La Libertad, indica en su último reporte de Estudios Tarifarios – Metas de Gestión, emitido a SUNASS en el tercer año regulatorio del quinquenio 2014-2019 (agosto 2016 – Julio 2017), que, en el Distrito de Salaverry hubo una continuidad del servicio de agua potable de 5.71 horas/día en promedio.

Uno de los principales factores para la baja continuidad en el servicio que presta SEDALIB S.A., es consecuencia de la suma de pérdidas reales y aparentes de agua. En el tercer año regulatorio, la EPS reportó que en el Distrito de Salaverry el indicador de agua no facturada fue de 48.78 %.

b. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo reducir las pérdidas de agua potable utilizando el método de sectorización en el distrito de Salaverry - Departamento de La Libertad?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Reducir las pérdidas de agua potable en el Distrito de Salaverry, a través del método de sectorización, para así mejorar y optimizar el servicio.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los porcentajes de agua no facturada de la EPS SEDALIB S.A.
- Proponer acciones inmediatas a implementar para la reducción de pérdidas aparentes

- Proponer acciones inmediatas a implementar para la reducción de pérdidas reales
- Obtener el cronograma y costo total de la implementación del proyecto de sectorización planteado

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación aportará a la EPS de Trujillo, SEDALIB S.A., medidas de control y acciones inmediatas para reducir las pérdidas de agua reales y aparente, y de esta manera reducir los porcentajes de ANC o también conocida como ANF del Distrito de Salaverry, mejorando a su vez, la distribución de este recurso indispensable para la vida humana, que daría como resultado suficiente agua para suministrar a millones de personas más.

Los aspectos más importantes para la justificación de este proyecto son:

- Alto porcentaje de pérdidas
- Tuberías antiguas y en mal estado
- Posibles fugas en las abrazaderas de las conexiones domiciliarias
- Exceso de conexiones clandestinas
- Reconexión hecha por el propio usuario
- Desperdicios intradomiciliarios

Basado en los aspectos mencionados, es que se desarrolló este proyecto de evaluación y reducción de pérdidas por el método de sectorización, que incluye acciones tanto en el ámbito Operacional como Comercial de la EPS.

El proyecto permitirá orientar las acciones efectivas para reducir las pérdidas y mantenerlas bajo niveles aceptables.

La ejecución de este proyecto se justifica además por:

- Reducción de los desperdicios operacionales
- Mejor desempeño operacional, logrando una mayor calidad y disponibilidad del volumen de agua para el suministro, postergando las inversiones para obras de ampliación.
- Incremento de la facturación, por ende, mayores ingresos económicos que permitan el autofinanciamiento de proyectos y también en la propia empresa.
- Mejoramiento de la imagen institucional de la empresa.

El control y reducción de pérdidas desempeña un papel significativo en el mejoramiento de la situación que se vive actualmente, en donde este recurso hídrico no es accesible a miles de personas, especialmente las que se encuentran en zonas rurales. El método de sectorización reduce pérdidas aparentes y reales, ya que disminuye directamente la fuga de tuberías y conexiones domésticas, así como, detecta todas las conexiones clandestinas existentes.

1.4. IMPORTANCIA

El desarrollo de esta investigación es importante, por dos razones claves:

La primera porque ayudará a la conservación del recurso hídrico que cada vez es más escaso, a pesar de ser un recurso natural renovable, sin embargo, solo el 3% de toda el agua del mundo es dulce, el otro 97% es agua salada que no sirve para beber, ni para la

agricultura. Es por ello, que debemos cuidarla en todos los sentidos, y la disminución de pérdidas de agua en las tuberías aportaría un gran ahorro de este recurso.

La segunda razón es que el método de sectorización para la reducción de pérdidas, se convierte en una alternativa eficiente frente a explotar nuevos recursos, lo que frecuentemente implica medidas de alto costo, como nuevas represas, pozos profundos, desalinización del agua de mar o incluso transferencia del agua de una cuenca a otra. Por lo tanto, la reducción de pérdida de agua contribuirá con la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GRHI), y a su vez, se podrá llegar a más personas.

Mediante el desarrollo de este proyecto se obtendrá un mejor control del gasto suministrado, recuperando un volumen muy importante de agua, además de abatir sustancialmente las pérdidas de agua (fugas). Con la sectorización se tiene un mejor control de las fugas al detectarlas en tiempo real, y se tiene una mayor facilidad para repararlas. El volumen de agua recuperado se podrá utilizar en otras zonas urbanas con déficit en este servicio.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES EMPÍRICOS

- **“LA SECTORIZACIÓN EN REDES DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR SU EFICIENCIA HIDRÁULICA”, presentado por Lucio Fragoso Sandoval, Jaime Roberto Ruiz y Zurvia-Flores, Gerardo Toxky López. Artículo publicado para la Revista Scielo.**

En este artículo se describe un proyecto cuyo objetivo fue realizar la sectorización de la red de agua potable del sector MHO-31 de la delegación Miguel Hidalgo de la ciudad de México, para mejorar la entrega, distribución y control de caudales, mediante, entre otros accesorios, la instalación de válvulas de seccionamiento y reguladoras de presión. Se utilizó el programa EPANET para realizar su análisis hidráulico. La calibración del modelo se efectuó en relación con las pérdidas de agua y el caudal, considerando datos medidos y el coeficiente del emisor. Se modeló la red con su alternativa de diseño, con las válvulas reguladoras de presión abiertas y posteriormente con las válvulas en operación. Con esto se logró recuperar un volumen por día de 14,262 m³, al reducirse las fugas de agua significativamente.

- **“HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA SECTORIZACION DE REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA BASADAS EN LA TEORIA DE GRAFOS APLICANDO DISTINTOS CRITERIOS”, presentado por Oscar Vegas Niño en el 2012. Tesis para optar el Título de Master.**

En la siguiente tesis hace mención a la preocupación presente en la población por el cambio climático sobre las aguas naturales, obligando a los gestores a tomar medidas más eficientes en cuanto a la gestión del agua, donde una tarificación adecuada del agua puede desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de una política de aguas sostenible.

Un buen número de nuevas tecnologías han sido introducidas para los sistemas aplicando una solución para mejorar la gestión y la eficiencia hídrica como la sectorización; que consiste básicamente en dividir la red en sectores hidrométricos o

también llamadas DMAs (District Metered Area), cuyas entradas y salidas estén controladas.

En conclusión, al implementar un analizador de vulnerabilidades después de crear las DMAs. Esto reforzaría mucho más las zonas creadas, en caso que se produjesen anomalías, como por ejemplo roturas de tuberías.

- **“METODOLOGIA PARA LA REDUCCION DE PERDIDAS EN REDES DE AGUA POTABLE Y SU PUESTA EN PRACTICA EN LA RED DE CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNAM”, presentado por Maricela Ojeda Ramírez en el 2012. Tesis para optar el Título de Ingeniería Civil.**

En la presente tesis el problema presentado es sobre las fugas el cual es uno de los principales factores de afectación en la operación de las redes de agua potable pues las pérdidas en las redes llegan a representar hasta el 50% del agua suministrada a determinadas redes, con lo que el servicio de agua potable resulta deplorable.

Los problemas de las pérdidas promueven la práctica de los llamados “tandees”, que no es otra cosa que la intermitencia del servicio, provocando severos problemas de salud pública y otros problemas sociales, incluso en el extremo de los casos, inestabilidad política.

Uno de los logros fundamentales del programa ha sido incentivar la participación de los operadores de la red, a pesar de las diversas dificultades que se han presentado a lo largo del desarrollo de las actividades, sin embargo, con el tiempo se han ido integrando al programa, sin dejar de lado sus actividades normales.

Dando como resultado en campo una mejora al 100% con respecto a la eliminación de fugas, todo gracias al uso empleado del método de sectorización.

- **“LA SECTORIZACION EN LA OPTIMIZACION HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE”, presentado por Gerardo Toxky López en el 2012. Tesis para optar el Título de Maestro en Ingeniería Civil.**

En la presente tesis tiene como finalidad dividir (sectorizar) la red de distribución de agua potable en la delegación Miguel Hidalgo para lograr así hacer más eficiente la red, mediante la regulación adecuado de las presiones en las redes, tuberías y logrando así el control de las perdidas el problema.

El programa empleado para este proyecto fue el EPANET para poder realizar el análisis hidráulico y la optimización de la red de distribución de agua potable de la zona de estudio y en base a los resultados obtenidos plantear una sectorización de la red, teniendo en cuenta la red primaria y secundaria; para permitir un control de los caudales y lograr así una eficiencia en la red.

Este trabajo de investigación luego de revisar y analizar la red de distribución logro regular la presión interna en las tuberías evitando así las fugas, mediante la implementación de las válvulas y el método de sectorización , pues al controlar un sector hidráulico se obtienen mejor resultados en las pérdidas de agua con respecto a controlar una red de distribución completa; es decir, se confirmó su hipótesis

planteada sobre que el método de sectorización optimiza la red de distribución de agua potable.

Finalmente se llegó a la conclusión de que la sectorización tiene un mejor control en las fugas de las redes de agua potable al ser detectadas en tiempo real.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Pérdidas de Agua

Se entiende como pérdida en un sistema de distribución de agua potable cuando el volumen total de agua que es entregada a los consumidores no es facturado, debido a que no es registrada por los medidores domiciliarios. (Ramírez, 2011)

Estas se pueden clasificar como físicas y comerciales. En el balance hidráulico se separan en reales y aparentes. Las reales son las pérdidas físicas, tales como fugas visibles reportadas y no reportadas, fugas no visibles o de fondo y desperdicios no controlados. Las pérdidas aparentes, también conocidas como las comerciales, se dan por la sub-medición y por conexiones no autorizadas a la red. (Ramírez, 2011)

2.1.1.1. Causas de las pérdidas

Existen cuatro factores claves, específicos del sistema, para las pérdidas de agua: la longitud de la red, el número de conexiones, la ubicación del medidor del cliente y la presión promedio operativa del sistema.

En general, las causas pueden ser de tres tipos:

- Causas Internas: Donde la presión es clave, ya que alcanza valores muy altos, muy bajos o varía muy rápidamente.
- Causas Externas: Ambientales, meteorológicas, tránsito, etc.
- De los materiales: Mal estado, agresividad del suelo, etc.

También se tienen causas no técnicas:

- Alto costo en la detección, localización y reducción de las fugas en la red.
- Incorrecta formulación de los proyectos.
- La falta de metodologías, equipamiento y especialistas.
- Manipulación de los sistemas de medición de caudal.

2.1.1.2. Impactos

Existen cuatro impactos provocados por las pérdidas, los cuales afectan a la empresa sanitaria, a la red, al medio ambiente y a los consumidores.

a) Impactos económicos: Son los costos de explotar, tratar y transportar el agua en su camino al cliente y que, finalmente, se pierde. Esto hace que no se generen ingresos para la empresa de agua.

b) Impactos técnicos: Son las fugas que crean una mala cobertura de la demanda existente de agua, generando que el sistema no pueda actuar continua y eficientemente.

c) Impactos sociales: La presión baja, interrupciones del servicio y suministro desigual producen descontento en los consumidores. Además, pueden

generarse riesgos para la salud por infiltraciones de aguas residuales y/o contaminantes a través de las fallas en las tuberías de distribución.

d) Impactos ecológicos: Debido a la presión adicional sobre los recursos hídricos e incremento del consumo energético.

2.1.2. Tipos de Pérdidas de Agua

2.1.2.1. Pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas o reales corresponden a volúmenes de agua que se pierden en un determinado periodo. Estas pueden ser a través de todo tipo de fugas, estallidos y rebases. A su vez, las fallas están asociadas a la presión de funcionamiento del sistema y se clasifican por su tamaño y ubicación:

- a) Tamaño: Pueden ser reportadas o visibles, no reportadas u ocultas y de fondo.
- b) Ubicación: Desde los troncales de transmisión y distribución, desde conexiones de servicio y de tanques de almacenamiento.

Las pérdidas producidas en la red de distribución se clasifican en físicas y operacionales, cuya magnitud se obtiene realizando balances de volumen de agua:

- a) Pérdidas físicas: Son volúmenes de agua que se pierden debido a fallas en la infraestructura física instalada.
- b) Pérdidas operacionales: Son volúmenes de agua que se pierden debido a la operación misma del sistema (rebases en los estanques y desagües). También existen los consumos operacionales, que son volúmenes de agua utilizados con el objetivo de cumplir un fin operacional, sin embargo,

constituyen una pérdida intrínseca del sistema que puede ser excluida del volumen de pérdidas totales.

Las pérdidas en la red de distribución se deben a varios factores, estos pueden ser:

- a) Presiones internas de la red
- b) Calidad de los materiales y procesos constructivos
- c) Calidad del agua y tipo de suelo
- d) Siniestros que afectan a las tuberías
- e) Presiones externas

Fugas

Las fugas son aberturas en cualquier punto de la red de distribución de las que no se tiene un control. Es frecuente desconocer su ubicación e incluso la existencia de éstas. Representan aproximadamente el 95% de las pérdidas totales de agua.

Tipos de fugas: Se pueden clasificar como:

- a) Pérdidas reportadas o “visibles”: Son de gran caudal y corta duración. El agua aparece rápidamente en la superficie, dependiendo de la presión del agua y del tamaño de la fuga. Las pérdidas reportadas son atendidas en un periodo corto de tiempo. Son fugas fáciles de detectar y se localizan mediante inspecciones simples a la red.
- b) Pérdidas no reportadas: Estas fugas tienen un caudal y una duración que depende de los programas de control de fugas de la empresa sanitaria.

Tienen caudales mayores a 250 l/hr a 50 mca de presión, pero no aparecen en la superficie por condiciones desfavorables.

- c) Pérdidas de fondo: Corresponden a pérdidas menores a 250 l/hr a 50 mca. Son de bajo caudal y larga duración. Los usuarios no dejan de recibir el servicio, ya que aún con fugas la presión es suficiente para abastecer al usuario.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los tres tipos de fugas, sus características y los métodos de solución usualmente empleados para detectar y solucionar cada una de ellas.

Tabla 1: Tipos de fuga y métodos de solución.

Tipos de fuga			Métodos de Solución
De fondo	No Reportadas	Reportadas	
No detectables por equipos acústicos	Detectable por equipos acústicos	Reportadas por las personas	
Control de pérdidas			
Reparación			
Reducción del número de uniones			
	Detección proactiva	Optimizar tiempos de respuesta	

Referencia: Ramírez Rojas, M., (2017)

En las tuberías rígidas (acero o PVC) se presentan tres tipos de fallas: fisura (longitudinales, transversales y combinadas), picadura (perforaciones en el tubo) y rotura (colapso de tubería). Mientras que en tuberías flexibles las fallas más comunes son las fisuras.

La pérdida de agua de una fuga a través de un agujero circular único con 6 mm de diámetro a una presión de 60 mca resulta en 1,8 m³ /hr. Este caudal sería suficiente para llenar una piscina olímpica en menos de dos meses.

Factores que favorecen la aparición de fugas:

A continuación, se entrega una lista de factores que inciden en la aparición de las fugas en una red de distribución de agua potable. Estos incluyen características de la infraestructura, factores internos de una empresa sanitaria y actos de terceros.

- a) Material y edad de la tubería.
- b) Corrosión e incrustaciones en la infraestructura.
- c) Detalles en proceso constructivo.
- d) Disponibilidad de agua, recursos financieros y de personal de la empresa.
- e) Política de control de fugas: actividad, percepción, conocimientos técnicos.
- f) Condiciones de infraestructura respecto a los materiales, presión del sistema y política de renovación.
- g) Discontinuidad en el suministro: provocará fatiga en las tuberías.
- h) Inadecuado manejo de la presión: factor fundamental para el control de las fugas.
- i) Asentamientos en el suelo.
- j) Actos de vandalismo.

2.1.2.2. Pérdidas comerciales

Las pérdidas comerciales, también llamadas aparentes, generalmente se producen por la elección inadecuada del medidor de consumo del cliente, el que puede trabajar de forma imprecisa e insensible a los bajos consumos que existan.

Tienen su origen en alguna de estas causas:

- Sub-medición y/o ausencia de medición: el medidor no es capaz de registrar todos los consumos, especialmente los de menor caudal.
- Consumos ilícitos.
- Errores en la macro medición.
- Errores en la lectura y transcripción de datos.
- Consumo no autorizado debido al robo de agua y conexiones ilegales.

2.1.2.3. Reducción de Pérdidas

Los proyectos de reducción de pérdidas en los que invierten las empresas sanitarias se ejecutan principalmente en la red de distribución (disminuir los volúmenes de fugas) y en el proceso de comercialización del agua (disminuir los errores de medición y los consumos clandestinos). El objetivo es que se pierda menos del 10% del agua.

2.1.2.4. Beneficios

Los diversos beneficios obtenidos con la reducción de pérdida de agua potable son:

- Disposición de mayores suministros de agua.
- Menos presión sobre los recursos hídricos locales.
- Mayor eficiencia operativa.
- Varios ahorros.
- Se gasta menos energía en tratar y distribuir el agua potable.
- Disminuye la contaminación del lugar al haber menos fugas.

De esta manera, perder menos agua en las redes de agua potable provoca que las fuentes de almacenamiento recuperen su capacidad. Asimismo, la disponibilidad de agua para distribuir aumenta, por lo que la sustentabilidad de las ciudades no estará comprometida.

La evaluación económica se realiza calculando el máximo VAN de los flujos diferenciales netos de la empresa, con y sin la ejecución de proyectos de distinto tamaño. Se realizan aquellos proyectos con un VAN positivo y máximo.

2.1.2.5. Gestión de la Infraestructura

Los sistemas de suministro de agua necesitan un buen manejo de la infraestructura para:

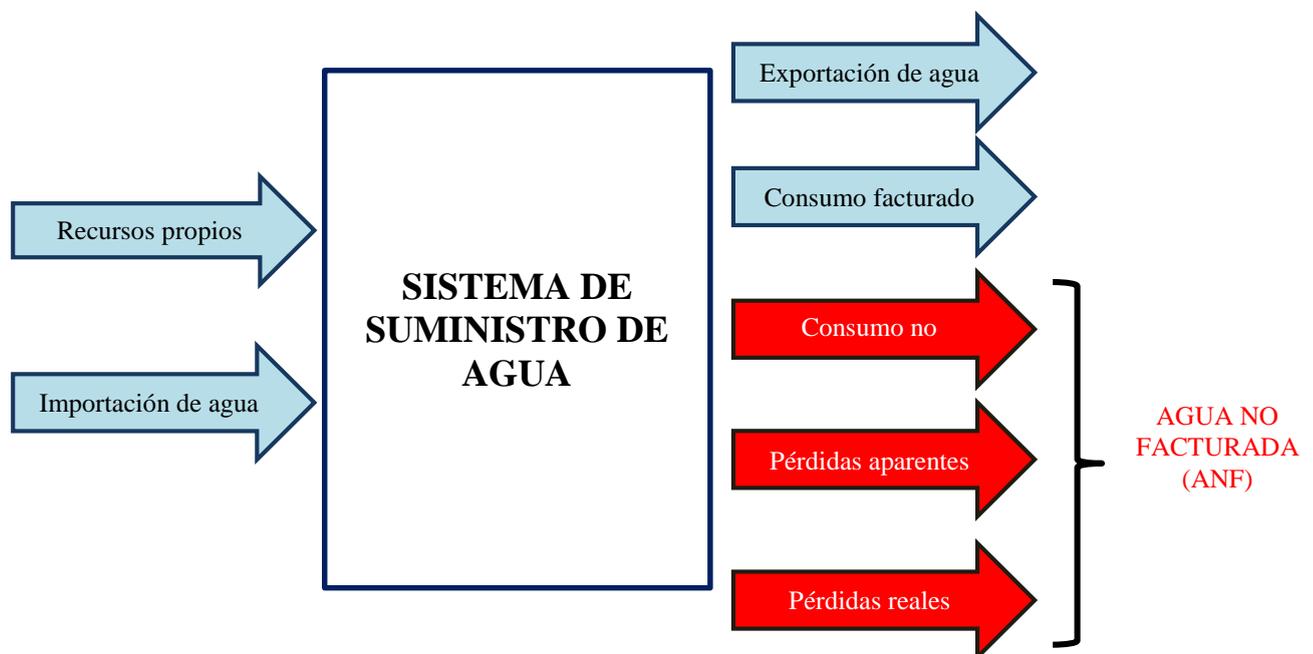
- Resolver problemas de infraestructura deteriorada antes de que fallen.

- Mantener activos productivos y que permitan el continuo funcionamiento del servicio.
- Tratar las diversas resoluciones como decisiones de inversión para maximizar recursos financieros.
- Determinar los costos reales de las inversiones para respaldar las decisiones financieras de la empresa a largo plazo.

2.1.3. El balance hídrico

La suma de todos los volúmenes de agua que ingresan al sistema comparados con la suma de todos los volúmenes de agua que salen del sistema.

El volumen de entrada de agua menos el volumen de salida de agua debería ser cero.



Es una herramienta 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. A través de este balance de la Asociación Internacional del Agua (IWA – por sus siglas en inglés), los diversos tipos de pérdidas de agua son categorizados tal como se presenta en la Figura 1. Esta herramienta es la base elemental para una gestión de pérdidas de agua estratégica orientada al objetivo. A continuación, se presenta el esquema propuesto por la IWA para realizar el balance de agua. (Ramírez, D. 2014)

Figura 01. Balance de Agua propuesto por la IWA (Manosalvas, 2011).

VOLUMEN DISTRIBUIDO AL SISTEMA	CONSUMOS AUTORIZADOS	CONSUMOS AUTORIZADOS FACTURADOS	CONSUMOS FACTURADOS MEDIDOS	CONSUMOS MEDIDOS O ESTIMADOS
			CONSUMOS FACTURADOS NO MEDIDOS	
		CONSUMOS AUTORIZADOS NO FACTURADOS	CONSUMOS NO FACTURADOS MEDIDOS	AGUA NO CONTABILIZADA
			CONSUMOS NO FACTURADOS NO MEDIDOS	
	PÉRDIDAS DE AGUA	PÉRDIDAS APARENTES	CONSUMOS NO AUTORIZADOS	AGUA NO CONTABILIZADA
			ERRORES DE MEDICIÓN EN MICRO MEDIDORES	
			FUGAS EN LINEAS DE TRANSMISIÓN O LINEAS PRINCIPALES	
		PÉRDIDAS REALES	FUGAS Y DESBORDE EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	
			PÉRDIDAS EN CONEXIONES ANTES DEL MICRO MEDIDOR	

2.1.4. Cálculo de Agua no Contabilizada

Agua no contabilizada es la diferencia entre agua producida (medida en la planta de tratamiento) y el uso medido (ej. Ventas más agua medida que no produjo ingresos). Agua no contabilizada puede ser expresada en millones de galones

por día (mgd) pero es usualmente discutida como porcentaje de producción de agua. (Zacharia, 2009)

$$\textit{Agua no contabilizada} (\%) = \frac{(\textit{Producción} - \textit{uso medido}) * 100\%}{\textit{Producción}}$$

2.1.5. Presión

La gestión de la presión es una actividad clave en la reducción de las pérdidas de agua y en la disminución de la frecuencia de aparición de fugas en las redes de tuberías de un sector. El objetivo es poder asegurar una presión de operación mínima durante las 24 horas del día en todos los puntos de la red. La presión mínima se alcanza en los puntos críticos de la red que, dados por su cota y/o la distancia a los estanques de alimentación, generan restricciones hidráulicas. Esa misma presión mínima se alcanza en tiempos cortos que coinciden con la alta demanda del sistema. Se tiene como criterio de diseño que durante una gran parte del día el sistema tiene presiones excesivas de servicio. Hace varios años, en Japón y en Reino Unido se reconoce una relación explícita entre las fugas y la presión, donde el área de algunos tipos de fugas también cambia con la presión.

2.1.6. Datos generales de la localidad

La ciudad de Salaverry del distrito del mismo nombre, se encuentra a 14 Km. al sur de Trujillo, a una altitud promedio de 03 msnm. La comunicación es terrestre a través de una desviación de la carretera Panamericana Norte después de pasar por la localidad de Moche.

El clima es variable, la temperatura en verano asciende hasta los 30°C y en invierno desciende hasta 12°C, con humedad de 79 %. Los vientos son de baja magnitud y van de sur a noreste. Las lluvias son escasas y la precipitación anual es de 3mm.

Las lluvias son escasas y la precipitación anual es en promedio de 2.50 mm, el ultimo Fenómeno El Niño Costero no causó mayores impactos en la infraestructura urbana ni en las redes de agua pero si en las redes de alcantarillado que recibieron un mayor aporte de las aguas lluvia a través de conexiones intradomiciliarias y tapas de buzones en la vía pública, lo cual impactó en las redes más antiguas y sobretodo en el emisor de la calle La Mar 12” CSN que ya presenta serios problemas de falta de capacidad así como periódicos problemas de Arenamiento por su evidente estado de deterioro que favorece el ingreso además de aguas por infiltración.

2.1.7. De la población

De acuerdo a las proyecciones poblacionales realizadas por la Gerencia de Desarrollo Empresarial de SEDALIB S.A. a mayo 2017 se estima en 10,558 los habitantes que se encuentran en el ámbito de atención de nuestra empresa de los cuales 9,592 habitantes cuentan con servicio de agua (90.85 % de cobertura) y 10,853 habitantes (99.93 % de cobertura) cuentan con servicio de alcantarillado.

La densidad poblacional promedio es de 4.12 hab/viv.

Las principales actividades en esta localidad son la pesca y la estiba de productos de importación y exportación a través del muelle Salaverry.

El ámbito del proyecto solo comprende la localidad de Salaverry Puerto que de acuerdo a la información disponible cuenta con 2,433 conexiones que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2. Número de conexiones del Distrito de Salaverry

NOMBRE	CONEX.
Alberto Fujimori I	130
Alberto Fujimori II	232
AuroraDiaz I	113
AuroraDiaz II	113
Autopista	4
Luis Alberto Sanchez	339
MiguelGrau	89
Nuevo Horizonte I	72
NuevoHorizonte II	68
Salaverry	1,273
Total general	2,433

2.1.8. Del Sistema de Agua Potable

2.1.8.1.Fuentes

La principal fuente de abastecimiento es a través de un pozo tubular ubicado en la localidad de Moche, alternativamente puede abastecerse con agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) a través de la interconexión entre la línea de impulsión del pozo Moche – Salaverry y la línea de conducción de la PTAP.

Pozo Moche 2: Ubicado en la intersección de las calles Elías Aguirre y Pje Virgen de La Puerta en Moche tiene una antigüedad de aprox. 41 años, se ubica en las proximidades de la salida sur de esta localidad en la cota 13 msnm. Está equipado con una bomba sumergible de 35 HP. El árbol de salida y de descarga están instalados con tuberías bridadas de hierro dúctil de 6”, cuenta con un manómetro y un macromedidor que está conectado al sistema scada que se puede visualizar desde la estación central en Los Sapitos y tiene una capacidad nominal de 34 lps. La caseta se encuentra en buen estado. El sistema de prendido y apagado es automatizado, no cuenta con grupo electrógeno para suplir energía en casos de corte de energía, el sistema de cloración se encuentra a la fecha en buen estado.

Este pozo tiene tres derivaciones para abastecer a los reservorios Moche, Las Delicias y Salaverry, solo la derivación a Salaverry cuenta con un macromedidor deteriorado, las otras dos no tienen macromedidores, de esta manera no hay forma de hacer un balance hídrico para determinar el verdadero consumo de agua en cada localidad.

Línea de Conducción PTAP: Esta interconexión entre la línea de conducción derivada de la PTAP que abastece al reservorio Moche y Las Delicias, tiene la opción de interconectarse con una tubería de PVC DN 250 mm a la línea de impulsión que parte del pozo Moche 2, esto se realiza efectuando la apertura de una válvula en casos de suma urgencia para abastecer a Salaverry cuando se presentan problemas con la operación del pozo, no cuenta con macromedidor.

2.1.8.2. Línea de Impulsión

Del pozo Moche 2 parte una Línea de Impulsión de 10” A.C. que recorre la prolongación Elías Aguirre hasta la intersección con la Carretera a Salaverry la cual recorre paralelamente hasta llegar al ingreso al A.H. Aurora Díaz (5,523 ml) por donde se deriva una tubería de 6” para abastecer a este y además al A.H. Fujimori y áreas de expansión. Luego de la derivación, la tubería continúa hasta el reservorio Salaverry (1,577 ml). El tramo final de acceso al reservorio es tubería de fierro fundido 10” y pasa en parte por terrenos de la empresa ENAPU y luego se ha instalado sobre el terreno rocoso hasta acceder al reservorio. La longitud total de la línea de impulsión es de 7,100 ml.

La línea tiene más de 40 años en operación, fue instalada en terrenos eriazos de Moche, con el paso del tiempo estos sectores se han ido poblando de tal manera que a la fecha varios terrenos cercados han sido construidos sobre su trazo haciendo difíciles las actividades de mantenimiento y control de pérdidas. Intentar instalar una nueva tubería será difícil en razón de que no se han definido las vías de tránsito pues aún se tiene gran cantidad de terrenos agrícolas sobre los que no se ha el plan de desarrollo urbano.

2.1.8.3. Almacenamiento

El reservorio apoyado Salaverry se ubica en la parte alta de esta localidad en la cota 36 msnm y tiene una capacidad de 1,800 m³. Este reservorio fue construido en 1986 y se encuentra en regular estado, sin embargo, su cúpula ha colapsado en marzo 2017 y actualmente se está reparando. El llenado de este reservorio se controla a través de un sistema SCADA que se encuentra implementado en Los Sapitos, al interior de la caseta

se cuenta con una válvula reductora a través de la cual ha sido factible automatizar la apertura y cierre del abastecimiento, así como con un macromedidor en la salida de la línea de aducción.

2.1.8.4.Líneas de Aducción

La línea de aducción de este reservorio tiene una longitud de 280 mt. aprox. es de 12” en parte de fierro fundido al bajar del reservorio y luego en la parte baja es de A.C. 10”, precisamente en esta parte baja varias viviendas se han asentado sobre ellas y a la fecha se encuentran haciendo uso ilegal del servicio, las redes fueron instaladas el año 1995. Desde la línea de aducción de este reservorio se abastece a través de una tubería de acero al reservorio de Emapu Perú con capacidad de 100 m3.

2.1.8.5.Redes de Distribución

Las redes matrices varían entre 1 ½” a 12”, los materiales de las tuberías son asbesto cemento que se ubican en las redes del centro histórico de Salaverry (entre las calles Piura, Petroperú, Carretera Salaverry y Malecón Velarde) y PVC en las redes de la periferia de esta localidad y áreas de expansión como Luis Alberto Sánchez, Aurora Díaz, Alberto Fujimori entre otras que se han establecido después del año 2000. La longitud total de redes es de 35.02 Km, las tuberías de A.C. representan el 70.42 %.

Tubería de PVC

DN	Total
16	11
32	45
63	1,979
90	7,122
110	1,204
Total	10,360

Tubería de A.C. y F°.F°.

DN	Total
32	808
63	5,192
90	7,494
110	6,378
160	1,115
200	1,794
250	243
315	26
SDN	1,611
Total	24,660

De acuerdo a los reportes de operación y mantenimiento del sistema de agua potable de esta localidad, los problemas suelen presentarse en las abrazaderas de fierro de las conexiones domiciliarias que precisamente corresponden a aquellas conexiones que se instalaron con el proyecto ejecutado el año 1995, el deterioro se da porque el nivel freático es alto y el suelo es salitroso además la continuidad del servicio es bajo.

Con respecto a problemas en la red de agua, se ha identificado que el área comprendida entre las calles Pacasmayo, La Rivera, Orbegoso y Gamarra se han presentado problemas atribuibles al deterioro de las redes matrices por lo que sería recomendable efectuar su renovación.

2.1.8.6.. Sectores de Abastecimiento

El abastecimiento a esta localidad se realiza actualmente a través de 10 sectores según información que se reporta en el GIS Operacional, estos horarios se detallan en plano anexo al presente expediente. La línea de conducción que abastece a Aurora Díaz cuenta con macromedidor, los sectores restantes no cuentan con macromedidores ni tampoco

se puede asegurar que están totalmente hermetizados, debido a que las válvulas límite no están del todo herméticas, algunas estas inubicables y no se puede determinar con precisión su estado actual.

El abastecimiento promedio de agua potable a la población es de 5.37 horas/día a mayo 2017 según reporte de la Gerencia de Desarrollo Empresarial, la cantidad de conexiones y el horario de servicio se muestra en cuadro adjunto.

Tabla 3. Horario de abastecimiento en cada localidad de Salaverry

HORARIO DE ABASTECIMIENTO EN LA LOCALIDAD DE SALAVERRY		
NOMBRE	CONEX.	HORARIO DE ABASTECIMIENTO
Alberto Fujimori I	130	4.00
Alberto Fujimori II	232	4.00
AuroraDiaz I	113	4.00
AuroraDiaz II	113	4.00
Autopista	4	
Luis Alberto Sanchez	339	5.10
MiguelGrau	89	7.00
Nuevo Horizonte I	72	7.00
NuevoHorizonte II	68	7.00
Salaverry	1,273	7.00
Total general	2,433	

2.1.8.7. Conexiones Domiciliarias

Los diámetros de las tuberías varían desde 12.5 mm (1/2”) hasta 32mm (1”), el material predominante es PVC. El cuadro a continuación muestra la cantidad de conexiones y medidores existentes en las redes de distribución del distrito de Salaverry entre enero y mayo 2017.

Tabla 4. Cantidad de conexiones y medidores existentes en el Distrito de Salaverry

Conexiones y Medidores - Salaverry

Tipo de Conexión	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Conexiones Totales	4,341	4,362	4,377	4,392	4,398
Conexiones Activas	1,399	1,415	1,420	1,431	1,431
Medidores Inst. en Conexión	2,399	2,416	2,415	2,422	2,449
Medidores Leídos	2,249	2,305	2,329	2,204	2,276

Considerando que las redes públicas y conexiones tienen una antigüedad mayor a los 22 años aprox., es de suponer que muchas de las redes al interior de las viviendas sean igual o más antiguas por lo que es necesario considerar la intervención en ellas para evitar fugas sobretodo en usuarios que han presentado reclamos por altos consumos así como en aquellos que no cuentan con medidores o los han vandalizado, el tipo de suelo que predomina en esta localidad es arenoso y dificulta la identificación de las pérdidas de agua.

Los principales problemas que presentan las conexiones domiciliarias en general son las siguientes:

- Conexiones deterioradas en lo que respecta a cajas y marcos y tapas tanto por oxidación como por agresión del terreno salitroso sobre el concreto.
- Arenamiento de cajas de registro, deterioro y vandalismo de los medidores.

2.1.8.8. Nivel de Micromedición

Esta localidad tiene a Mayo 2017 un 58 % de las conexiones activas facturadas por micro medición, de este porcentaje la antigüedad de los medidores se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 5. Antigüedad de instalación de medidores

Antigüedad de Instalación del Medidor	Medidores Instalados	
	A Mayo 2017	%
(0-1]	135	12.43%
(1-2]	717	66.02%
(2-3]	22	2.03%
(3-4]	38	3.50%
(4-5]	32	2.95%
(5-6]	19	1.75%
(6-7]	16	1.47%
(7-8]	96	8.84%
(9-10]	3	0.28%
(10-11]	2	0.18%
(12-13]	3	0.28%
(14-15]	3	0.28%
Total General	1,086	100.00%

2.1.9. Indicadores de Gestión Operacional y Comercial

Entre estos se consideran los siguientes:

Continuidad La continuidad se ha venido incrementando a lo largo de los últimos años atendiendo básicamente los compromisos asumidos por la empresa a través del Estudio Tarifario (derivado del PMO) aprobado por SUNASS, esta es una de las razones por la que se observa una tendencia creciente en este indicador en los últimos años y para

lograrlo se recurre en el escenario actual al incremento de la producción lo cual nuevamente conlleva a incrementar el nivel de ANF.

CONTINUIDAD DE LA LOCALIDAD DE SALAVERRY

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2,016	5.00	5.00	5.00	5.02	5.02	5.03	5.02	5.70	5.70	5.71	5.71	5.71
2,017	5.71	5.71	5.70	5.70	5.71	5.70						

Es necesario mencionar que la evaluación de este indicador como el de presión considera el promedio ponderado entre el indicador y la cantidad de conexiones activas por el periodo de los últimos 12 meses previos a la evaluación.

Presión Los niveles de presión se encuentran dentro de límites aceptables y en los últimos años no han variado notablemente, pues la particular metodología que SUNASS ha definido para su cálculo, lo mantiene dentro de un rango que es siempre factible de cumplir.

PRESION DE LA LOCALIDAD DE SALAVERRY

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2,016	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02
2,017	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02						

Agua No Facturada (ANF) Salaverry ha mantenido altos niveles de ANF en los últimos años lo cual se correlaciona con el bajo nivel de micromedición que al haberse incrementado en los últimos años ha contribuido a reducir las pérdidas, pero es factible que ello también se deba a las estimaciones en la producción en razón de que no se cuenta con un adecuado nivel de macro medición en el agua que se abastece a esta localidad.

La producción mantiene una tendencia a la baja mientras que el volumen facturado se ha incrementado sostenidamente en este periodo, siendo esta tendencia la que se desea mantener en el futuro para seguir mejorando este indicador.

Las dificultades que también se presentan en estas condiciones obedecen a una variedad de problemas alineados con aspectos comerciales y operacionales entre los que destacan en el primer caso el irrespeto a la infraestructura sanitaria que conlleva a una cultura de no pago de los servicios, uso ilegal de los servicios, vandalismo de la infraestructura con particular énfasis los micromedidores, y en el segundo caso a una operación no óptima del sistema de agua potable que se refleja en sectores con alta presión y otros de muy baja presión, continuidad irregular e incidencia significativa de la presencia de aire en algunos sectores producto del servicio discontinuo, en esta situación intentar cumplir las metas exigidas en el PMO en lo que respecta a continuidad y presión solo pasa por incrementar la producción lo cual conlleva de nuevo al incremento de pérdidas.

2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Al reducir las pérdidas de agua potable mediante el método de sectorización, se mejorará el sistema de servicio de agua potable.

2.4. VARIABLES

Variable Dependiente: Mejora del sistema del servicio de agua potable

Variable Independiente: Reducción de pérdidas de agua potable

Objeto de Estudio: Distrito de Salaverry

Método: Método de Sectorización

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Por el propósito:

Investigación Aplicada

3.1.2. Por el nivel de conocimientos que se adquieren:

Investigación Descriptiva

3.1.3. Por la clase de medios utilizados para obtener los datos:

Investigación de Campo

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Sistemas del Servicio de Agua Potable

3.2.2. Muestra

Sistema del Servicio de Agua Potable del Distrito de Salaverry

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Nombre de la medida: “REDUCCION DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE MEDIANTE EL MÉTODO DE SECTORIZACIÓN EN EL DISTRITO DE SALAVERRY, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

Descripción de la medida: Las medidas a implementar comprenden dos grandes rubros, las cuales se describen a continuación:

Tabla 6. Actividades operacionales a realizar en la localidad de Salaverry

ACTIVIDADES OPERACIONALES A REALIZAR EN LA LOCALIDAD DE SALAVERRY			
ÍTEM	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD
1	Instalación de válvulas de aire		
1.1	Suministro e instalación de válvula de aire doble función de diámetro 2" p/tub DN 250mm	UND	2
1.2	Suministro e instalación de válvula de aire doble función de diámetro 2" p/tub DN 200mm	UND	1
1.3	Construcción de buzones para instalación de válvulas de aire	UND	3
1.4	Suministro e instalación de medidor electromagnético BB DN 200 PN 16	UND	1
1.5	Suministro e instalación de medidor electromagnético BB DN 250 PN 16	UND	2
1.6	Construcción de cajas para instalación de macromedidor	UND	1
2	Instalación de línea de conducción		
2.1	Línea de conducción de reservorio a Red de distribución HD 300mm excavación en roca	ML	280
2.2	Suministro de equipos para control de pérdidas	UND	1
3	Renovación de redes antiguas		
3.1	Renovación de redes de agua C-10 DN 110 mm, con Pavimento rígido	ML	6,432
3.2	Renovación de redes de agua C-10 DN 160 mm, con Pavimento rígido	ML	200
3.3	Renovación de redes de agua C-10 DN 200 mm, con Pavimento rígido	ML	1,475
3.4	Renovación de redes de agua C-10 DN 250 mm, con Pavimento rígido	ML	1,357
3.5	Renovación de conexiones antiguas DN 110 mm x 1/2" con pavimento rígido	UND	868
3.6	Renovación de conexiones antiguas DN 160 mm x 1/2" con pavimento rígido	UND	69
3.7	Renovación de conexiones antiguas DN 200 mm x 1/2" con pavimento rígido	UND	93
3.8	Renovación de conexiones antiguas DN 250 mm x 1/2" con pavimento rígido	UND	147
3.9	Renovación de conexiones antiguas DN 300 mm x 1/2" con pavimento rígido	UND	10
3.10	Suministro e instalación de caja de registro de agua		347.7
4	Detección y reparación de fugas en redes		
4.1	Detección de fugas en redes matrices	ML	13,500
4.2	Reparación de redes por fuga DN 110 mm	UND	60
4.3	Reparación de redes por fuga DN 160 mm	UND	60

Tabla 7. Actividades comerciales a realizar en la localidad de Salaverry

ACTIVIDADES COMERCIALES A REALIZAR EN LA LOCALIDAD DE SALAVERRY			
ÍTEM	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD
1	Cambio de medidores por renovación		
1.1	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	168
1.2	Instalación de marco y tapa de caja de registro	UND	168
1.3	Acondicionamiento de caja de registro agua potable con pavimento	UND	17
1.4	Acondicionamiento de caja de registro agua potable sin pavimento	UND	10
1.5	Medidores		
1.5.1	Instalación de medidores y accesorios por renovación 1/2"	UND	161
1.5.2	Instalación de medidores y accesorios por renovación 3/4"	UND	5
1.5.3	Instalación de medidores y accesorios por renovación 1"	UND	2
1.6	Evaluación de análisis de consumo (Ratio de consumos con alertas si baja su consumo o porque está abajo)		
1.7	Corte simple de conexión por oposición a instalación de medidores	UND	4
1.8	Cortes simples de conexión por oposición a instalación de medidores con pavimen	UND	4
1.9	Ubicación de bypass	UND	5
1.10	Ubicación de conexión clandestina de agua sin pavimento	UND	3
1.11	Ubicación de conexión clandestina de agua con pavimento	UND	3
2	Instalación de medidores y ubicación de conexiones ilegales en usuarios sin medidor		
2.1	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	1,031
2.2	Medidores		
2.2.1	Instalación de medidores y accesorios por ampliación 1/2"	UND	665
2.2.2	Instalación de medidores y accesorios por ampliación 3/4"	UND	5
2.2.3	Instalación de medidores y accesorios por reposición 1/2"	UND	415
2.2.4	Instalación de medidores y accesorios por reposición 3/4"	UND	3
2.3	Corte simple de conexión por oposición a instalación de medidores	UND	26
2.4	Corte simple de conexión por oposición a instalación de medidores con pavimento	UND	26
2.5	Evaluación de análisis de consumo (Ratio de consumos con alertas si baja su consumo o porque está abajo)		
2.6	Ubicación de bypass	UND	30
2.7	Ubicación de conexión clandestina de agua sin pavimento	UND	12
2.8	Ubicación de conexión clandestina de agua con pavimento	UND	12
2.9	Instalación de marco y tapa de caja de registro	UND	120
2.10	Acondicionamiento de caja de registro agua potable con pavimento	UND	30
2.11	Acondicionamiento de caja de registro agua potable sin pavimento	UND	15
3	Ubicación de conexiones ilegales en usuarios con medidores operativos		
3.1	Evaluación de análisis de consumo (Ratio de consumos con alertas si baja su consumo o porque está abajo)	UND	911
3.2	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	911
3.3	Ubicación de bypass	UND	46
3.4	Ubicación de conexión clandestina de agua sin pavimento	UND	18
3.5	Ubicación de conexión clandestina de agua con pavimento	UND	18
3.6	Cambio de medidor por reposición 1/2"	UND	255
3.7	Cambio de medidor por reposición 3/4"	UND	5
3.8	Instalación de marco y tapa de caja de registro	UND	9
4	Ubicación de conexiones ilegales en usuarios registrados		
4.1	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	382
4.2	Conexiones		
4.2.1	Ubicación de usuarios activos en vereda	UND	50
4.2.2	Ubicación de conexiones clandestinas sin pavimento con movimiento de terreno	UND	38
4.2.3	Ubicación de conexiones clandestinas con pavimento con movimiento de terreno	UND	65
5	Reducción de conexiones inactivas		
5.1	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	279
5.2	Conexiones		
5.2.1	Gestión de recuperación de usuarios activos con deuda e inactivos (menores a 2 meses)	UND	14
5.2.2	Gestión de recuperación de usuarios activos con deuda e inactivos (menores a 2 meses) con Pavimento	UND	84
5.2.3	Gestión de recuperación de usuarios activos con deuda e inactivos (menores a 2 meses) sin Pavimento	UND	28
5.3	Acondicionamiento de caja de registro agua potable con pavimento	UND	80
5.4	Acondicionamiento de caja de registro agua potable sin pavimento	UND	10
6	Reducción de conexiones factibles		
6.1	Censo e incluido toma fotográfica de la casa y caja de registro de agua/desagüe	UND	300
6.2	Conexiones		
6.2.1	Ubicación de usuarios activos en vereda	UND	80
6.2.2	Ubicación de conexiones clandestinas sin pavimento con movimiento de terreno	UND	60
6.2.3	Ubicación de conexiones clandestinas con pavimento con movimiento de terreno	UND	15
7	Toma de lectura de medidores		
7.1	Toma de lecturas	UND	2,108
8	Reducción de conexiones ilegales de alcantarillado		
8.1	Ubicación de conexión clandestina de desagüe sin pavimento	UND	60
8.2	Ubicación de conexión clandestina de desagüe con pavimento	UND	15
8.3	Corte del servicio de desagüe por reposición sin pavimento (conexión levantada)	UND	76
8.4	Corte del servicio de desagüe por reposición con pavimento (conexión levantada)	UND	76
8.5	Corte del servicio de desagüe por reposición sin pavimento rígido (deuda - taponeo)	UND	28
8.6	Corte del servicio de desagüe por reposición con pavimento rígido (deuda - taponeo)	UND	28
9	Renovación de conexiones antiguas e inspecciones internas		
9.1	Inspección interna uso único (usuarios por renovación o reposición)	UND	107
9.2	Inspección especial con geófono	UND	21

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Etapa de Recopilación de Información:

En esta etapa se realizaron entrevistas a los pobladores del Distrito de Salaverry, con la finalidad de recopilar información referida a la presión y continuidad con la que reciben el servicio. Por otro lado, se entrevistó a los trabajadores de campo del área operativa y a empleados del área comercial de la EPS SEDALIB S.A, y se recaudó información sobre sus controles comerciales, volumen de agua producida, volumen de agua facturada, continuidad, presión, etc.; y también, nos facilitaron información sobre las características de la infraestructura existente, tales como, antigüedad, material, caudal, número de conexiones, etc.

- **Instrumento:** Encuestas

3.4.2. Etapa de Campo:

Se realizaron las visitas in situ, al pozo Moche- Salaverry, Reservorio Salaverry y a la Planta de Tratamiento de Chavimochic.

Las visitas de campo se realizaron con el personal de catastro comercial y técnico de la EPS SEDALIB S.A., en donde se realizaron varias acciones tales como: Levantamiento topográfico, excavación de calicatas, revisión de conexiones domiciliarias, revisión de 8la infraestructura existente; y todas estas actividades permitieron el posterior análisis.

- **Instrumento:** Equipos topográficos (estación total)

3.4.3. Etapa de Análisis:

Con el levantamiento topográfico se pudo evaluar las condiciones de diseño de la infraestructura existente en el Distrito de Salaverry, tales como inclinación para determinar las pendientes, cotas para determinar las presiones estáticas y nivel piezométrica. Sobre los planos facilitados por el área de Catastro Técnico del sistema existente, se plasmaron las alternativas más convenientes para las mejoras en el ámbito operacional.

Si bien es cierto, atender esta problemática conlleva una serie de estudios más profundos (hidrogeológicos, hidráulicos, de suelos, etc.), se hicieron planteamientos de algunos parámetros que deben ser considerados en la elaboración del Proyecto Integral como Sectorización en el Distrito de Salaverry por parte de la EPS.

- **Instrumento:** Software AutoCAD 2018

3.4.4. Diseño de Costos:

Con la información obtenida en las encuestas a los pobladores del Distrito de Salaverry, a los operadores y empleados de SEDALIB S.A., y el análisis de la etapa de campo, se pudo cuantificar las necesidades requeridas para reducir el control de pérdidas de agua, las cuales fueron expresadas en unidades de medida de acuerdo a sus partidas correspondientes.

Con la ayuda de cotizaciones del mercado, se pudo estimar un costo alternativo englobando todas las partidas consideradas en este proyecto.

- **Instrumento:** Software S10 Presupuestos 2005

3.4.5. Diseño del Cronograma de Hitos:

Se determinó el cronograma de hitos, por ende, el plazo que conllevaría la realización de este proyecto.

- **Instrumento:** Programa Excel 2016

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. JUSTIFICACION DE LA MEDIDA

Las principales justificaciones para la implementación de estas medidas son el bajo nivel de continuidad y un elevado nivel de ANF que esta localidad presenta desde hace varios años y que sólo se ha tratado de controlar con el incremento en cobertura de micro medición sin resultados significativos hasta ahora. Los beneficios que traerá el presente proyecto son:

- **Incremento de continuidad**

Al mejorar la sectorización y control de pérdidas de agua en el Distrito de Salaverry, se mejorará la continuidad del servicio, aumentando el número de horas para su distribución, ya que se contará con mayor cantidad de volúmenes

de agua, al no estar siendo desperdiciada por fugas y/o clandestinaje, teniendo una mejor operatividad del servicio.

- **Reducción de agua no facturada**

La cual tiene una gran importancia económica para los administradores de las empresas sanitarias, ya que permiten controlar el consumo y no pagar por excesos en el uso del agua, mejorando la recaudación de ingresos efectivos en la EPS.

Estos beneficios se verán reflejados a partir de la disminución del costo por concepto de insumos de tratamiento y por la posibilidad de posponer ciertas actividades, tales como: inversiones en infraestructura, adquisición de nuevos derechos de agua, incorporación de nuevas fuentes de aguas crudas, etc.

- **Mayor cobertura de agua (de 90% a 97% aproximadamente)**

La cobertura de los servicios de saneamiento es una problemática a nivel mundial, este déficit agrupa a las viviendas que no cuentan con abastecimiento de agua en condiciones salubres. En su mayoría se trata de viviendas ubicadas en zonas rurales y alejadas de la ciudad, sin embargo, mediante la propuesta de diferentes proyectos de mejora podemos lograr que estos porcentajes disminuyan y que las pérdidas que se generan por diferentes factores sean aprovechadas para generar mayor cobertura de este servicio.

- **Mayor incremento de ingresos mensuales**

Al reducir las pérdidas de agua, las empresas generarán mayores ingresos, ya que habrá un aumento de la facturación por: cobro real del consumo utilizado

por la población (dejando de lado los desperdicios generados por fugas) que se verificara con la cantidad de volumen producido, aumento de los costos a personas que usan el servicio de manera ilegal, eliminación de medidores en mal estado.

Por otro lado, la EPS disminuirá sus costos por: disminuir el agua a tratar (ya que disminuirá el volumen de agua), mejorar las condiciones de los sistemas en su condición y capacidad y reducir costos externos que genera el bombeo de agua, reducir en gran medida la cantidad de reparaciones.

Gracias a los conocimientos impartidos, por muchos investigadores sobre este tema, muchos gobiernos tendrán las soluciones de como tener un control adecuado del agua, el cual le permita mejorar su gestión y los ingresos obtenidos como también la buena utilización de los recursos hídricos.

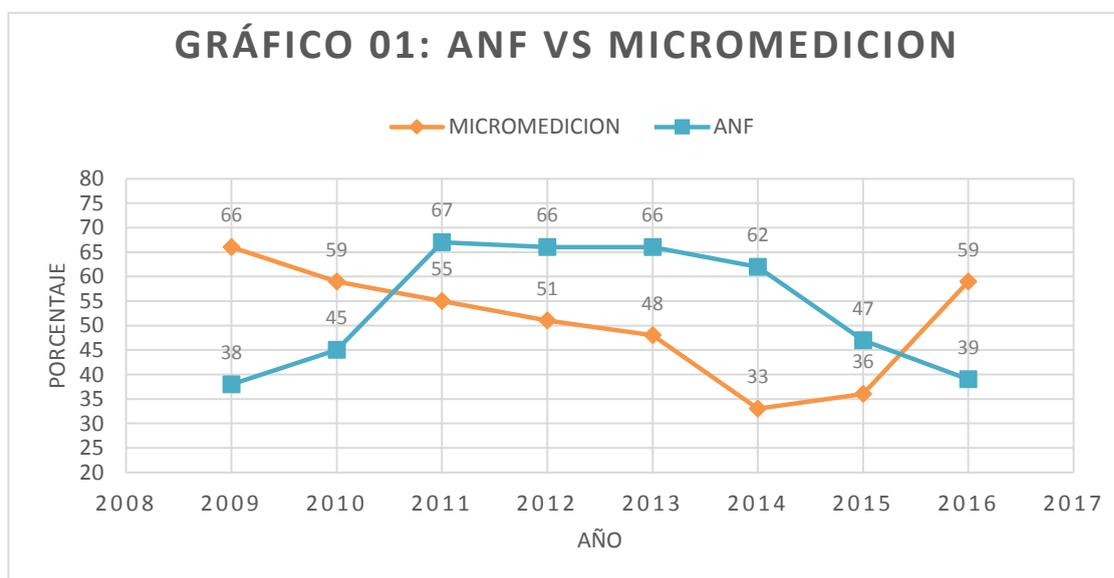
Como se sabe este indicador refleja la gestión en las áreas comerciales y operacional y su impacto en los ingresos, en este sentido se detallan las justificaciones para cada una de ellas:

3.5.1.1. COMERCIAL

No obstante que el nivel de micro medición es de aproximadamente 50%, sólo el 8% tiene una antigüedad mayor a su vida útil, la falta de mantenimiento y seguimiento-control de los consumos además de un sinceramiento del catastro técnico, está conllevando a que los volúmenes medidos sean mucho menores de

lo realmente consumido, esta situación fomenta el desperdicio que se incrementa sin mayor posibilidad de control.

Lo antes expuesto tiene aún mayor sustento con el estudio que SUNASS patrocinó el año 2014 y con el cual se determinó que “El error de medición calculado del parque de medidores de SEDALIB S.A. se encuentra en el rango de (-8.44% y -10.17... “, SEDALIB S.A. cuenta con el 72% de medidores que tienen más de 5 años de antigüedad en esta localidad.



Es factible que una gran cantidad de las conexiones inactivas, cortadas, así como de las levantadas (que por perder sus derechos de usuarios no figuran en los reportes oficiales), Se encuentre con los servicios de A/D activos por la relativa facilidad que tienen las redes para instalarse y por la falta de un permanente seguimiento al estado de la conexión.

También se ha identificado mediante el área de cortes y reapertura que se tiene aproximadamente 70 conexiones inubicables de A/D que es necesario ubicar en campo.

La significativa cantidad de conexiones factibles dentro del entorno urbano, así como las condiciones de vida observadas en sus ocupantes con lleva a pensar que una parte importante de estos usuarios cuenta con los servicios activos significa tomar ninguna retribución por ellos.

Se requiere sincerar y elevar el nivel de cobertura en micro medición hasta el 100% pues la brecha actual suele presentarse en usuarios que precisamente tienen malos hábitos en el uso de los servicios, desperdicios intradomiciliarios o vandalismo recurrente de los medidores con la finalidad de evitar el registro correcto de sus consumos.

Toda la problemática expuesta anteriormente tiene su impacto en recaudaciones pérdidas por la falta de pago de los servicios, además estas actitudes repercuten negativamente en los usuarios formales, pues al ver que usuarios clandestinos no pagan por el servicio no obstante hacer uso y abuso del servicio conlleva a que dejen de pagar los servicios o efectúen conexiones clandestinas con el propósito de pagar menos.

3.5.1.2. OPERACIONAL

Toda la problemática comercial antes mencionada impacta en el área operacional afectando seriamente dos de sus principales indicadores: Continuidad y Presión, pues ante la mayor demanda (por desperdicio o uso ilegal) de agua se hace necesario producir más para brindar un servicio adecuado a los usuarios que si pagan por ellos y de esta manera nuevamente quienes hacen uso clandestino del servicio se favorecen aún más con la mayor oferta de agua que por no ser pagada es susceptible de continuar siendo mal usada y desperdiciada.

La topografía relativamente llana de esta localidad y la extensión de su disposición urbana que ahora viene creciendo más precisamente al otro extremo de donde se ubica el reservorio apoyado conlleva a que las presiones sean bajas en la parte central de la ciudad y no se disponga de mejores condiciones para abastecer a otros sectores más lejanos por lo que se adoptan medidas como bombeo directo a las redes que no sean deseables.

Éstas condiciones también favorecen la presencia de aire en las redes lo cual conlleva a reclamos por altos consumos que generalmente favorecen a los usuarios.

En la actualidad se tiene el Pozo Moche - Salaverry que se encuentra aproximadamente a 7.5 km del reservorio Salaverry en donde la línea de impulsión pasa por terrenos de terceros y también una parte pasa por fábricas, por eso la necesidad de tener una nueva fuente de agua potable y al mismo

tiempo no se tiene una producción real en la localidad de Salaverry porque actualmente se está apoyando de la línea que abastece de la planta de tratamiento de Chavimochic la cual apoya con una línea de 10" a esta localidad para sostener la presión de agua, por ello se necesita instalar 03 macromedidores para realizar el balance hídrico de esta localidad, ya que también este mismo pozo abastece la localidad de Moche y Delicias como apoyo.

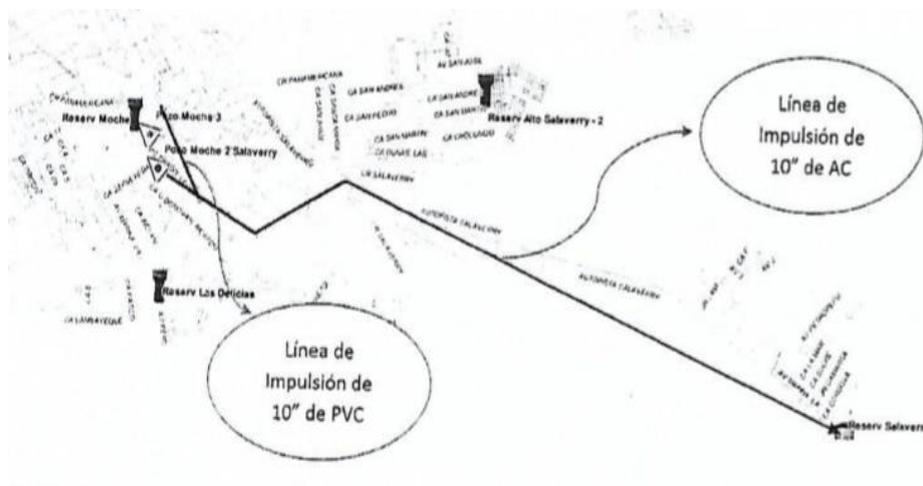
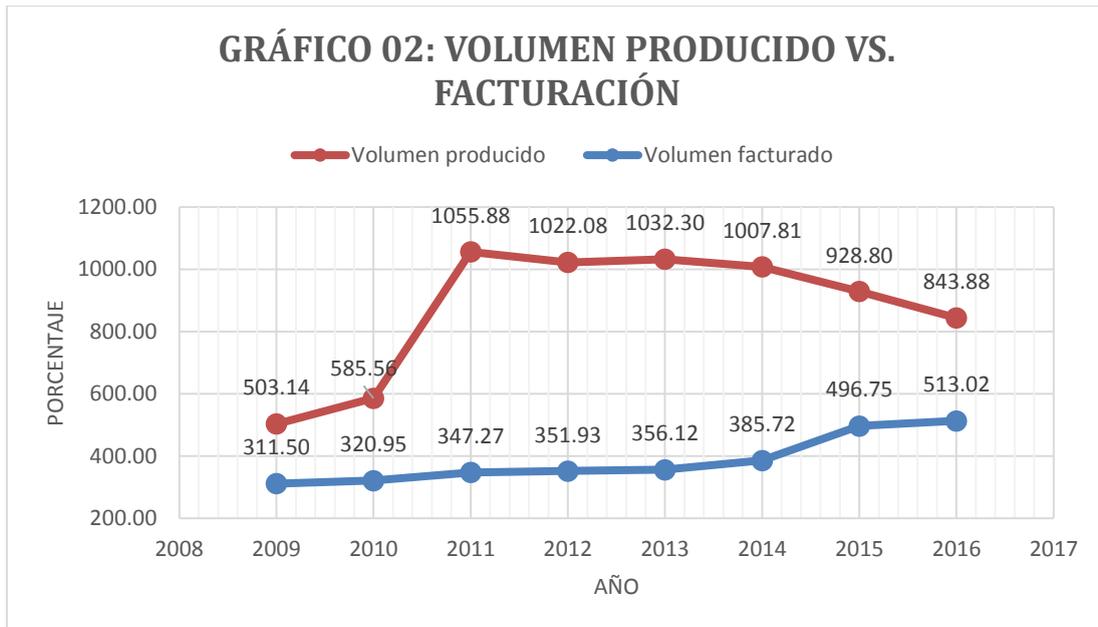


Figura02. Distribución Actual del Pozo Moche – Salaverry al Reservorio Salaverry

Las redes de la localidad de Salaverry tienen una antigüedad de 22 años y son de asbesto cemento, su estado varía entre malo (entre las calles Pacasmayo, La Rivera, Orbegoso y Gamarra) A regular en la periferia restante de esta localidad, destacando que las tomas de las conexiones se han efectuado con abrazaderas de fierro que por las características del subsuelo con nivel freático alto y suelo salitroso, a la fecha la gran parte de ellas se encuentran deterioradas y son puntos muy sensibles para las pérdidas de agua al igual que las uniones.

La intervención considera la identificación de fugas en redes matrices con equipos correladores y geófonos en una longitud de 13 km en tuberías de PVC y asbesto cemento, en los puntos donde se identifiquen las fugas se efectuará la reparación del tramo de tubería, así como de las conexiones (desde la corporation hasta la caja de registro) que se encuentren empalmadas a ella.



En Salaverry si tiene aproximadamente 300 conexiones factibles de las cuales se tiene previsto incorporar un 50%.

En la actualidad la línea de conducción que baja del reservorio de Salaverry (1800 m³) es de 12” de fierro fundido, y, en la parte baja es de 10” asbesto cemento, este tramo de la red pasa por debajo de casas como se puede observar en el plano y últimamente la población ha invadido el único acceso que suele usar el personal operativo.

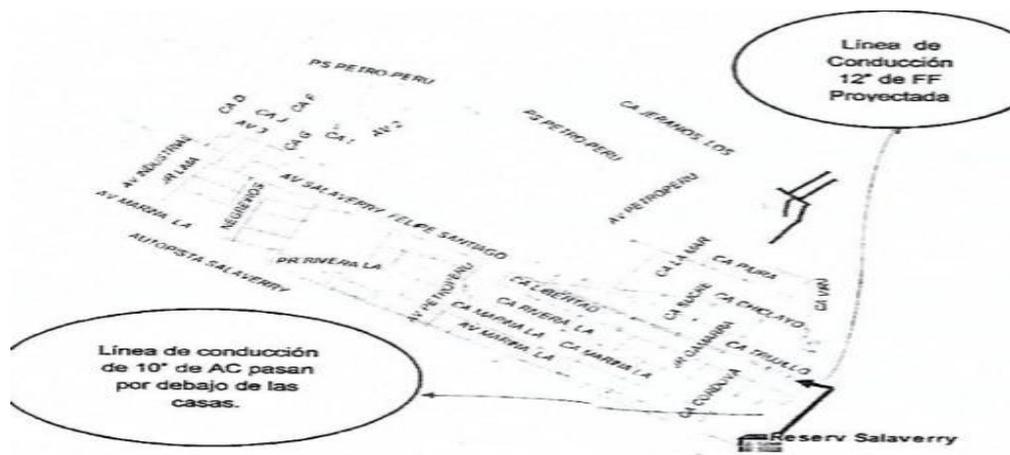


Figura 03. Distribución Actual del Reservorio Salaverry hacia la población

Suelen ser periódicos los problemas de presencia de aire, por ello se tiene previsto instalar válvulas de aire para evitar los problemas por presencia de aire.

De acuerdo a las actividades plasmadas y cuantificadas en el diseño de investigación, se obtuvo un presupuesto estimado que se detalla a continuación:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO (S/)	PARCIAL (S/)
01	ACTIVIDADES COMERCIALES				379,023.61
01.01	CAMBIO DE MEDIDORES POR RENOVACION				43,258.66
01.01.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	168.00	3.11	522.48
01.01.02	INSTALACION DE MARCO Y TAPA DE CAJA DE REGISTRO	UND	168.00	50.35	8,458.80
01.01.03	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE CON VEREDA	UND	17.00	169.69	2,884.73
01.01.04	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE SIN VEREDA	UND	10.00	131.33	1,313.30
01.01.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 15 MM (1/2") - RENOVACIÓN	UND	161.00	167.90	27,031.90
01.01.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 20 MM (3/4") - RENOVACIÓN	UND	5.00	233.48	1,167.40
01.01.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 25 MM (1") - RENOVACIÓN	UND	2.00	331.94	663.88
01.01.08	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS (MENORES A 2 MESES)	UND	4.00	9.43	37.72
01.01.09	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS (MAYORES A 2 MESES) CON PAVIMENTO	UND	4.00	27.80	111.20
01.01.10	UBICACIÓN DE BYPASS Y LEVANTAMIENTO	UND	5.00	42.81	214.05

01.01.11	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	3.00	42.53	127.59
01.01.12	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	3.00	241.87	725.61
01.02	INST. MEDIDORES Y UBICACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS SIN MEDIDOR				205,426.92
01.02.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	1,031.00	3.11	3,206.41
01.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 15 MM (1/2") - AMPLIACIÓN	UND	665.00	168.29	111,912.85
01.02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 20 MM (3/4") - AMPLIACIÓN	UND	5.00	233.87	1,169.35
01.02.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 15 MM (1/2") - REPOSICIÓN	UND	415.00	167.88	69,670.20
01.02.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 20 MM (3/4") - REPOSICIÓN	UND	3.00	233.46	700.38
01.02.06	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS (MENORES A 2 MESES)	UND	26.00	9.43	245.18
01.02.07	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS (MAYORES A 2 MESES) CON PAVIMENTO	UND	26.00	27.80	722.80
01.02.08	UBICACIÓN DE BYPASS Y LEVANTAMIENTO	UND	30.00	42.81	1,284.30
01.02.09	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	12.00	42.53	510.36
01.02.10	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	12.00	241.87	2,902.44
01.02.11	INSTALACION DE MARCO Y TAPA DE CAJA DE REGISTRO	UND	120.00	50.35	6,042.00
01.02.12	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE CON VEREDA	UND	30.00	169.69	5,090.70
01.02.13	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE SIN VEREDA	UND	15.00	131.33	1,969.95
01.03	UBICACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS CON MEDIDORES OPERATIVOS				54,351.52
01.03.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	911.00	3.11	2,833.21
01.03.02	UBICACIÓN DE BYPASS Y LEVANTAMIENTO	UND	46.00	42.81	1,969.26
01.03.03	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	18.00	42.53	765.54
01.03.04	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	18.00	241.87	4,353.66
01.03.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 15 MM (1/2") - REPOSICIÓN	UND	255.00	167.88	42,809.40
01.03.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DE 20 MM (3/4") - REPOSICIÓN	UND	5.00	233.46	1,167.30
01.03.07	INSTALACION DE MARCO Y TAPA DE CAJA DE REGISTRO	UND	9.00	50.35	453.15
01.04	UBICACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS REGISTRADOS				20,840.61
01.04.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	382.00	3.11	1,188.02
01.04.02	UBICACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS EN VEREDA	UND	50.00	9.43	471.50
01.04.03	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	38.00	42.53	1,616.14

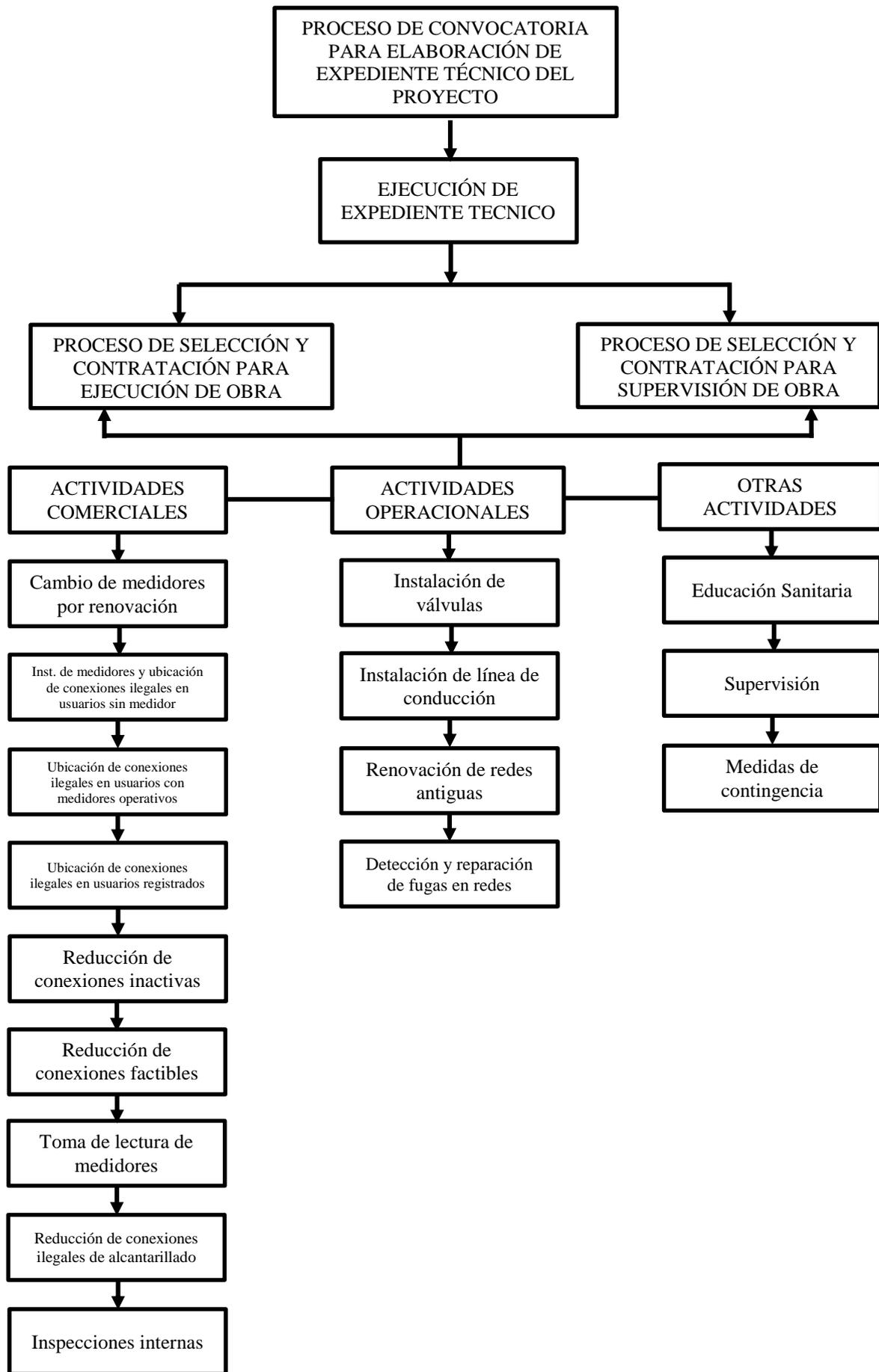
01.04.04	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA CON PAVIMENTO FLEXIBLE CON TAPÓN INTRUSIVO	UND	65.00	270.23	17,564.95
01.05	REDUCCIÓN DE CONEXIONES INACTIVAS				18,308.53
01.05.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	279.00	3.11	867.69
01.05.02	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS (MENORES A 2 MESES)	UND	14.00	9.43	132.02
01.05.03	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS CON PAVIMENTO FLEXIBLE (MAYORES A 2 MESES)	UND	84.00	27.80	2,335.20
01.05.04	GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS CON DEUDA E INACTIVOS SIN PAVIMENTO FLEXIBLE (MAYORES A 2 MESES)	UND	28.00	3.04	85.12
01.05.05	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE CON VEREDA	UND	80.00	169.69	13,575.20
01.05.06	ACONDICIONAMIENTO DE CAJA DE REGISTRO AGUA POTABLE SIN VEREDA	UND	10.00	131.33	1,313.30
01.06	REDUCCIÓN DE CONEXIONES FACTIBLES				8,292.65
01.06.01	CENSO E INCLUIDO TOMA FOTOGRAFICA DE LA CASA Y CAJA DE REGISTRO DE AGUA/DESAGUE	UND	300.00	3.11	933.00
01.06.02	UBICACIÓN DE USUARIOS ACTIVOS EN VEREDA	UND	80.00	9.43	754.40
01.06.03	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	60.00	42.53	2,551.80
01.06.04	UBICACIÓN DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE AGUA CON PAVIMENTO FLEXIBLE CON TAPÓN INTRUSIVO	UND	15.00	270.23	4,053.45
01.07	TOMA DE LECTURA DE MEDIDORES				505.92
01.07.01	TOMA DE LECTURA	UND	2,108.00	0.24	505.92
01.08	REDUCCIÓN DE CONEXIONES ILEGALES DE ALCANTARILLADO				27,361.27
01.08.01	UBICACIÓN Y TAPONEO DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE DESAGUE SIN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	60.00	66.93	4,015.80
01.08.02	UBICACIÓN Y TAPONEO DE CONEXIÓN CLANDESTINA DE DESAGUE CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	15.00	348.25	5,223.75
01.08.03	CORTE DEL SERVICIO DE DESAGUE POR REPOSICIÓN SIN PAVIMENTO (CONEXIÓN LEVANTADA)	UND	76.00	55.43	4,212.68
01.08.04	CORTE DEL SERVICIO DE DESAGUE POR REPOSICIÓN CON PAVIMENTO (CONEXIÓN LEVANTADA)	UND	76.00	97.33	7,397.08
01.08.05	CORTE DEL SERVICIO DE DESAGUE POR REPOSICIÓN SIN PAVIMENTO (DEUDA-TAPONEO)	UND	28.00	86.02	2,408.56
01.08.06	CORTE DEL SERVICIO DE DESAGUE POR REPOSICIÓN CON PAVIMENTO (DEUDA-TAPONEO)	UND	28.00	146.55	4,103.40
01.09	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS E INSPECCIONES INTERNAS				677.53
01.09.01	INSPECCIÓN INTERNA USO ÚNICO (USUARIOS POR RENOVACIÓN O REPOSICIÓN)	UND	107.00	3.92	419.44
01.09.02	INSPECCIÓN ESPECIAL CON GEÓFONO	UND	21.00	12.29	258.09
02	ACTIVIDADES OPERACIONALES				2,827,729.31
02.01	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS				80,307.08
02.01.01	SUM E INST. VÁLVULA DE AIRE DOBLE FUNCIÓN DE ϕ 2" P/TUB. DN 200 MM	UND	1.00	1,369.34	1,369.34
02.01.02	SUM E INST. VÁLVULA DE AIRE DOBLE FUNCIÓN DE ϕ 2" P/TUB. DN 250 MM	UND	2.00	1,381.84	2,763.68

02.01.03	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES PARA INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE AIRE	UND	3.00	2,665.84	7,997.52
02.01.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO BB DN 200 PN 16	UND	1.00	19,732.54	19,732.54
02.01.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO BB DN 250 PN 16	UND	2.00	22,790.70	45,581.40
02.01.06	CONSTRUCCIÓN DE CAJA PARA INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR	UND	1.00	2,862.60	2,862.60
02.02	INSTALACIÓN DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN				328,154.00
02.02.01	LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE RESERVORIO A RED DE DISTRIBUCIÓN HD 300 MM EXCAVACIÓN EN ROCA	M	280.00	694.55	194,474.00
02.02.02	SUMINISTRO DE EQUIPOS PARA CONTROL DE PÉRDIDAS	UND	1.00	133,680.00	133,680.00
02.03	RENOVACIÓN DE REDES ANTIGUAS				2,298,983.23
02.03.01	RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA C-10 DN 110 MM, CON PAVIMENTO FLEXIBLE	M	6,432.00	144.06	926,593.92
02.03.02	RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA C-10 DN 160 MM, CON PAVIMENTO FLEXIBLE	M	200.00	170.48	34,096.00
02.03.03	RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA C-10 DN 200 MM, CON PAVIMENTO FLEXIBLE	M	1,475.00	202.74	299,041.50
02.03.04	RENOVACIÓN DE REDES DE AGUA C-10 DN 250 MM, CON PAVIMENTO FLEXIBLE	M	1,357.00	247.52	335,884.64
02.03.05	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS DN 110 MM x 1/2" CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	868.00	561.57	487,442.76
02.03.06	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS DN 160 MM x 1/2" CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	69.00	563.33	38,869.77
02.03.07	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS DN 200 MM x 1/2" CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	93.00	583.33	54,249.69
02.03.08	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS DN 250 MM x 1/2" CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	147.00	593.83	87,293.01
02.03.09	RENOVACIÓN DE CONEXIONES ANTIGUAS DN 300 MM x 1/2" CON PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	10.00	604.33	6,043.30
02.03.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO DE AGUA	UND	348.00	84.68	29,468.64
02.04	DETECCIÓN Y REPARACIÓN DE FUGAS EN REDES				120,285.00
02.04.01	DETECCIÓN DE FUGAS EN REDES MATRICES	M	13,500.00	2.80	37,800.00
02.04.02	REPARACIÓN DE REDES POR FUGA DN 110 MM	UND	60.00	636.60	38,196.00
02.04.03	REPARACIÓN DE REDES POR FUGA DN 160 MM	UND	60.00	738.15	44,289.00
COSTO DIRECTO					3,206,752.92
GASTOS GENERALES (10.00%)					320,675.29
UTILIDAD (10.00%)					320,675.29
A.	COSTO DIRECTO DE LA OBRA				3,848,103.50
EXPEDIENTE TÉCNICO Y ESTUDIOS (4.00%)					128,270.12
EDUCACIÓN SANITARIA (1.00%)					32,067.53
SUPERVISIÓN (4.00%)					128,270.12
MEDIDAS DE CONTINGENCIA (1.00%)					32,067.53
B.	COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA				320,675.29
TOTAL A + B (S/)					4,168,778.80
COSTO TOTAL DE LA OBRA INCL. IGV (18.00%)					4,919,158.98

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

Diagrama de flujo de las actividades que se deben tener en cuenta en el Proyecto Definitivo para el Mejoramiento Operacional y Comercial de servicio de agua potable en el Distrito de Salaverry



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	9° MES	10° MES	11° MES	12° MES
CONVOCATORIA														
1	PROCESO DE CONVOCATORIA PARA ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO	1	0.50 50%	0.50 50%										
2	EJECUCIÓN DE EXPEDIENTE TECNICO	1			0.50 50%	0.50 50%								
3	PROCESO DE SELECCIÓN Y CONTRATACIÓN PARA EJECUCIÓN DE OBRA						0.33 33.3%	0.33 33.3%	0.34 33.4%					
4	PROCESO DE SELECCIÓN Y CONTRATACIÓN PARA SUPERVISIÓN DE OBRA							0.50 50%	0.50 50%					
ACTIVIDADES COMERCIALES														
1	CAMBIO DE MEDIDORES POR RENOVACIÓN	168								25 15%	59 35%	59 35%	25 15%	
2	INST. MEDIDORES Y UBICACION DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS SIN MEDIDOR	1,088								163 15%	490 45%	435 40%		
3	UBICACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS CON MEDIDORES OPERATIVOS	911									137 15%	319 35%	273 30%	182 20%
4	UBICACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES EN USUARIOS REGISTRADOS	153									23 15%	54 35%	46 30%	31 20%
5	REDUCCION DE CONEXIONES INACTIVAS	126									32 25%	32 25%	32 25%	32 25%
6	REDUCCION DE CONEXIONES FACTIBLES	155									39 25%	39 25%	39 25%	39 28%
7	TOMA DE LECTURA DE MEDIDORES	2,108												2108 100%
8	REDUCCION DE CONEXIONES ILEGALES DE ALCANTARILLADO	75									15 20%	19 25%	23 30%	19 25%
9	INSPECCIONES INTERNAS	128									26 20%	38 30%	38 30%	26 20%
ACTIVIDADES OPERACIONALES														
1	INSTALACION DE VALVULAS	3.00									1.00 33%	1.00 33%	1.00 34%	
2	INSTALACION DE LINEA DE CONDUCCION	280.00									168.00 60%	112.00 40%		
3	RENOVACION DE REDES ANTIGUAS	9,464.00								1,893.00 20%	1,893.00 20%	1,893.00 20%	1,893.00 20%	1,893.00 20%
4	DETECCION Y REPARACION DE FUGAS EN REDES	13,500.00								1,350.00 10%	2,025.00 15%	2,025.00 15%	2,025.00 15%	2,025.00 15%
OTRAS ACTIVIDADES														
1	EDUCACION SANITARIA	1								0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%
2	SUPERVISION	100%								0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%
3	MEDIDAS DE CONTINGENCIA	100%								0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%	0.20 20%

4.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.2.1. DE LAS ACTIVIDADES COMERCIALES

- El proyecto deberá iniciar con el censo catastral de todos los usuarios de SEDALIB S.A. en la localidad de Salaverry, además de los factibles y potenciales con la finalidad de cubrir toda la localidad en donde se pueden estar produciendo pérdidas de agua por conexiones ilegales.
- Se ha considerado la instalación de medidores por los conceptos de ampliación, renovación y reposición, la instalación se sustentará en el análisis de los consumos, lo cual, además servirá para identificar a priori la posibilidad de conexiones ilegales, by pass, usos indebidos, fugas internas, entre otros.
- Entre las actividades previstas se considera la reducción de conexiones inactivas y factibles, pues se estima que varios usuarios continúan haciendo uso ilegal de los servicios.
- La intervención considera los servicios de agua y alcantarillado con la diversidad de problema que se presentan en las cajas de registro (adecuaciones de cajas y marcos y tapas), conexiones ilegales, inubicables, levantadas, y cortadas, medidores e incluso usuarios con deuda, todo ello con la finalidad de identificar y corregir pérdidas de agua que hagan sostenible la instalación de medidores para prevenir reclamos por elevados consumos.
- La medida también plantea efectuar inspecciones a las viviendas, pues se tienen fundadas razones para sospechar que una parte importante de las pérdidas se dan aquí, solo que no se evidencian por la falta y deterioro de los medidores.

4.2.2. DE LAS ACTIVIDADES OPERACIONALES

- Esta localidad tiene una topografía principalmente llana, en este sentido se sugiere instalar válvulas de aire en las partes altas que colindan con el cerro para evitar reclamos por presencia de aire.
- En el proyecto se ha considerado la instalación de 03 macromedidores, dos se instalarán en las derivaciones del pozo Moche 2, con la finalidad de determinar la oferta de agua a Salaverry, Moche y Las Delicias, y, uno de ellos se instalará después de la interconexión entre la línea de impulsión y la derivación de la línea de la PTAP para sincerar la oferta de agua a esta localidad.
- Parte del trazo de la línea de aducción pasa por un pasadizo que ha sido invadido dejando sin acceso al personal para ingresar el reservorio y otro tramo pasa por debajo de las casas, por ello se prevé instalar una tubería de conducción de 300 mm de hierro dúctil con una longitud de 280 mts desde el reservorio Salaverry hasta la calle Trujillo.
- Para evitar pérdidas de agua en redes y conexiones antiguas de asbesto cemento, se ha previsto la renovación de las redes de agua con tubería PVC en una longitud de 9 km entre las calles Piura, Petroperú, carretera Salaverry y Malecón Velarde.
- La intervención considera la identificación de fugas en la línea de impulsión Moche Salaverry y en las redes matrices con equipos correladores y geófonos en una longitud de 7.5 y 5.5 km en tuberías de asbesto cemento y PVC respectivamente, en los puntos donde se identifiquen las fugas se efectuará la reparación del tramo de tubería, así como de las conexiones (desde la corporation hasta la caja de registro) que se encuentren empalmadas a ella.

- Se ha previsto la ejecución de un estudio hidrogeológico en el entorno de esta localidad con la finalidad de ubicar una fuente de agua más cercana a la unidad de almacenamiento de tal manera que la infraestructura de conducción sea menos vulnerable a problemas de roturas, fugas o hurto de agua como se sospecha ahora en la línea de impulsión actual.

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la implementación del método de sectorización se busca reducir en un 60% las pérdidas de agua potable del Distrito de Salaverry, con respecto a los índices de pérdidas actuales, teniendo en consideración las medidas operacionales y comerciales consideradas en el proyecto. Como una medida de control será necesario realizar un balance hidráulico trimestral en principio, y, posteriormente mensual, ya que este balance es fundamental para la evaluación del problema general (pérdidas de agua) y para definir los valores aceptables de pérdidas, considerando la relación beneficio/costo que está dispuesto a asumir SEDALIB S.A.
- Según el gráfico N° 01, en los últimos 10 años el porcentaje de agua no facturada en el distrito de Salaverry ha oscilado entre un 38%- 67%, teniendo su pico más alto en el año 2011 con 67%, y de ahí en adelante la tendencia ha sido descendente, sin embargo, igual se considera un alto nivel de ANF. De la misma manera, en el gráfico N° 02 se puede apreciar que la curva de volumen producido siempre está por encima del volumen facturado, interpretando ello, podemos decir que, en el año 2011 que es el que tiene los picos más altos, sólo se facturó el 32.89% del total de agua producida y que en algunos años como el 2012, 2013 y 2014 se ha facturado menos del 50% de agua producida. Es por ello, que en el presente proyecto después de haberse hecho un análisis de esta problemática y con la información recaudada, se plasmaron las

actividades y medidas que se deben implementar en los dos rubros claves que son el comercial y el operacional.

- Para la reducción de perdidas aparentes se han determinado actividades netamente comerciales, que conllevan a la disminución de hurto de agua a través de la detección de instalaciones clandestinas e inactivas; sub registro de medidores a través del reemplazo continuo de medidores, mejorar dimensionamiento de medidores, determinar tipo de medidor más adecuado y disminución en los errores de facturación.
- Para la reducción de perdidas reales que son de mayor incidencia en comparación con las perdidas aparentes, y comparando los datos existentes con las mejoras establecidas tanto en instalación de válvulas de aire, macromedidores, instalación de línea de conducción, renovación de líneas de distribución e instalación de equipos correladores y geófonos; las cuales tendrán incidencia en mejorar la continuidad del servicio, la gestión de la infraestructura ya que reemplazará aquella infraestructura que ya cumplió o se encuentra terminando su ciclo de vida útil, el control activo de fugas porque incluye el monitoreo, detección, localización de fugas visibles pero sobretodo no visibles, reduciendo el tiempo de detección y el tiempo de ocurrencia de fugas, pero sobretodo, tiene incidencia en la gestión de la presión, que conlleva a un ajuste y control de la presión en el sistema de suministro de agua a un nivel óptimo, reduciendo a su vez el caudal de fuga y la frecuencia de roturas, incrementando el tiempo de vida útil de las redes. Si bien no toda el agua no contabilizada se debe a las fugas, se sabe que una gestión ineficaz de la presión provoca que las fugas aumenten bastante. De una manera cuantificada y después de un análisis técnico de la infraestructura existente versus la infraestructura mejorada podemos concluir que, al

reemplazar en unidades las partidas plasmadas en el rubro operacional, se estaría reduciendo las pérdidas de agua en un 70% de la totalidad de perdidas actual existente.

- De acuerdo a las actividades programadas y cuantificadas con sus respectivas unidades de medida, el proyecto propuesto presenta un presupuesto referencial de S/4'919,158.98, habiéndose establecido a su vez, un cronograma de las actividades plasmadas en el presente proyecto, con un periodo de 12 meses considerándose desde la etapa de convocatoria para la elaboración del expediente técnico final.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la ejecución de proyectos para la reducción y control de pérdidas físicas en la red, proyectos que deben incluir medidas de: (i) mantenimiento correctivo, (ii) mantenimiento preventivo, (iii) control de las presiones y (iv) detección de fugas no visibles.
- La gestión de pérdidas requiere un buen análisis del estado actual (balance hídrico, caudal mínimo nocturno) y un continuo monitoreo de indicadores para direccionar los recursos disponibles de manera óptima.
- Tener en cuenta la importancia de saber diferenciar entre pérdidas aparentes y pérdidas reales, ya que tienen distintas características y requieren métodos de intervención diferentes. Deben medirse con indicadores diferentes.
- Capacitación en gabinete y campo de las principales actividades contempladas en el proyecto, para así, contar con personal técnico calificado para ubicar conexiones clandestinas, bypass u otro tipo de conexión ilegal.
- Prever en el presupuesto las medidas de contingencia para evitar problemas a los pobladores de las partes bajas, ya que, se pueden generar dificultades para poder efectuar el trazo de la línea de aducción desde el R-3 al sector 3 por el deslizamiento de piedras, rocas en el proceso de instalación de la tubería.

5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albarrán et al. (1997). Reducción de pérdidas en sistemas de agua potable (Programa de Adiestramiento en Preparación y Evaluación de Proyectos). Pontificia Universidad Católica de Chile.

Apolo Marchán, J., (2004). Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua. EPS EMFAPATUMBES S.A. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico de Fluídos). Universidad Nacional Mayor de San Marco.

Baca G. (2016), “Análisis Y Determinación De Agua No Facturada (Anf) En El Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Sub Zona Larapa En La E.P.S. Sedacusco S.A”. (Tesis de Titulación). Universidad Andina Del Cusco.

Chang, Salcedo. (2005). Gestión de agua y crisis institucional. Recuperado de: [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos Modelo de gestión integrada de recursos hídricos de la cuenca de los ríos Moquegua y Tambo. /gestión _agua_crisis _institucional](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos%20Modelo%20de%20gesti3n%20integrada%20de%20recursos%20h3dricos%20de%20la%20cuenca%20de%20los%20r3os%20Moquegua%20y%20Tambo.%20/gesti3n%20_agua_crisis_institucional)

Duran R. (2014), “Plan de acción para la reducción de pérdidas comerciales de agua no contabilizada en el acueducto Metropolitano De Bucaramanga S.A. E.S.P”, (Tesis de Titulación). Universidad Industrial De Santander.

Felipe A. Y Acevedo C. (2012), “Estimación Del Índice De Agua No Contabilizada Para El Distrito Morro Bajo, Mediante La Generación De Un Modelo De Presión Optima Y La Verificación De La Incidencia De La Disminución De Presiones En La Facturación”. (Tesis de Titulación). Universidad Industrial de Santander – Bucaramanga – Colombia.

Kingdom, B., Liemberger, R. and Marin, P. (2006). The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. Banco Mundial. Washington, EEUU.

Porras Gómez, H., (2014). Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable- Sector San Carlos- La Merced. (Tesis para Título Profesional).

Patrick F, et al., Philipp K., Axel K., Jörg B., Raül T., Christine L. (2011), Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Un enfoque en la gestión de la presión. Recuperado de:

http://www.waterlossreduction.com/images/download/Technical_Manual_SP_-_Guidelines.pdf

Ramírez Cardon, D., (2014). Análisis de las pérdidas de agua en los sistemas de abastecimiento. Santiago de Calí – Colombia.

Ramírez Rojas, M., (2017). Metodología de evaluación de pérdidas de agua potable y análisis de factibilidad de medición continua en grandes conducciones. Caso: Gran

Alimentadora- Valparaíso. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil).
Universidad Técnica Federico Santa María.

Zacharia M. Lahlou. (2009). Detección de Fugas y Control de Pérdida de Agua.
NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER, 1-4. Recuperado de
http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/leak_detection_DWFSOM138.pdf.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2014). Objetivos de
Desarrollo del Milenio. Colombia 2014.

Vindas V. (2012), Modelo Para La Cuantificación Y Desagregación De Las Pérdidas
En Sistemas De Agua Potable Como Herramienta Para El Establecimiento De Una
Programa Eficiente De Reducción De Pérdidas. Recuperado de:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/vindas.pdf>

ANEXOS

5.3.1. INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

ENCUENTA

1. Cuenta con servicio de agua potable

SI

NO

2. ¿Cuántas horas al día tiene agua? ¿En qué horario?

3. Su cuota a pagar mensual es: Por consumo o monto establecido.

4. Para usted SEDALIB brinda un buen servicio ¿Por qué?

5. ¿Con que intensidad llega el agua a su vivienda?

- a. Mala
- b. Aceptable
- c. Buena

5.3.2. EVIDENCIA DE LA EJECUCION DE LA PROPUESTA

RECOPIACION DE INFORMACION



VISITA DE CAMPO



RESERVORIO SALAVERRY





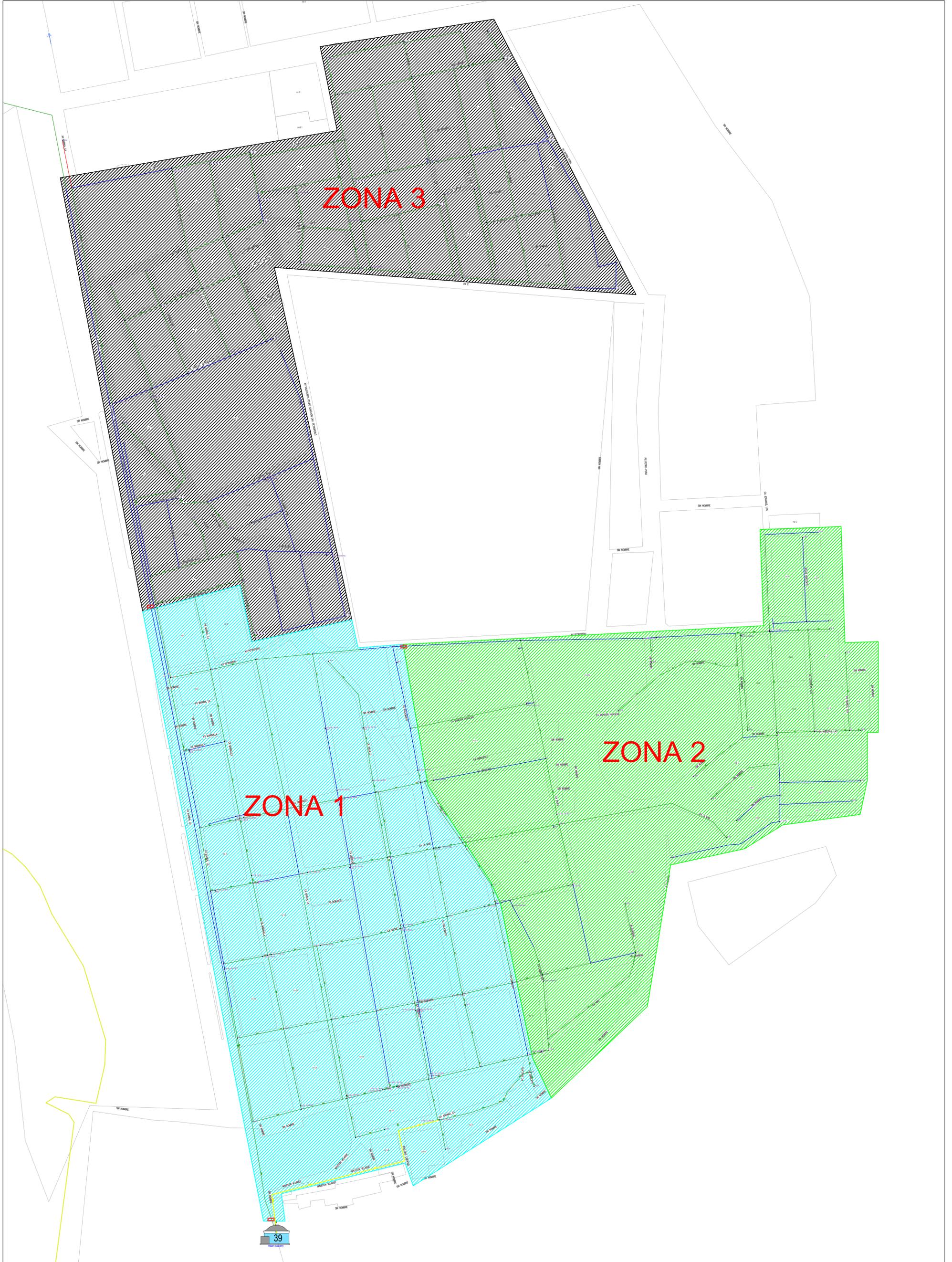


VIENE DE POZO MOCHÉ / AC-250mm

SALAVERRY

250mm

AC-100mm



ZONA 3

ZONA 1

ZONA 2

39