

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“REDISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL, REDUCCIÓN DE
PÉRDIDAS DE AGUA Y AUMENTO DE LA
GANANCIA ECONÓMICA POR EL AGUA NO
FACTURADA A TRAVÉS DE UNA NUEVA
SECTORIZACIÓN PARA MEJORAR LA
PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE
EN EL DISTRITO DE HUACHO”**

PRESENTADO POR:

Arnold Ned Inga Ferreyra

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

[Ing. José Luis Zumaran Irribarren]

HUACHO - 2019

“REDISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL, REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA Y AUMENTO DE LA GANANCIA ECONÓMICA POR EL AGUA NO FACTURADA A TRAVÉS DE UNA NUEVA SECTORIZACIÓN PARA MEJORAR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE HUACHO”

Arnold Ned Inga Ferreyra

TESIS DE INGENIERIA

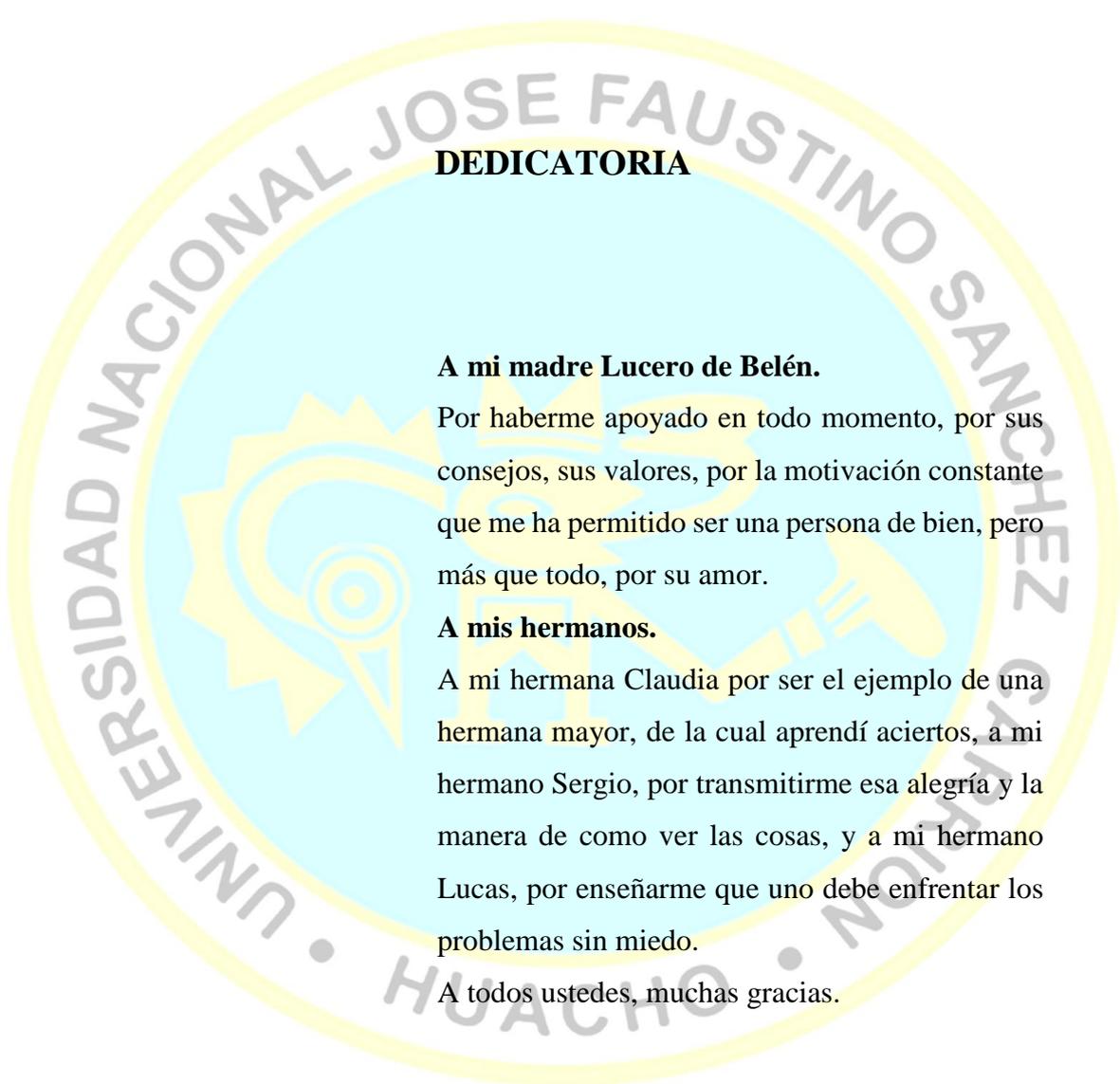
Elija un elemento.

ASESOR: [Ing. José Luis Zumaran Irribarren]

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

HUACHO

2019



DEDICATORIA

A mi madre Lucero de Belén.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que todo, por su amor.

A mis hermanos.

A mi hermana Claudia por ser el ejemplo de una hermana mayor, de la cual aprendí aciertos, a mi hermano Sergio, por transmitirme esa alegría y la manera de como ver las cosas, y a mi hermano Lucas, por enseñarme que uno debe enfrentar los problemas sin miedo.

A todos ustedes, muchas gracias.

Arnold Ned Inga Ferreyra

AGRADECIMIENTO

A Dios creador de todo cuanto existe, por permitirme despertar cada día y disfrutar de su bondad, así como bendecirme con la culminación de tan ansiado objetivo. Al asesor por sus acertadas orientaciones y apropiadas, correcciones en la presente tesis para la culminación de esta investigación, por ser un ejemplo y por impulsarme a seguir adelante con perseverancia y convicción.

A la Ing. Jessica Dávalos Flores Del CAC LIMA PROVINCIAS y a la EMPRESA EPS. AGUAS DE LIMA NORTE por permitirme recopilar datos para el presente trabajo de investigación

A la Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión” por brindarme la oportunidad de formar parte de tan prestigiosa Institución, a todos mis docentes y compañeros de la Escuela de Ingeniería Civil con quienes transitamos juntos en el mundo del saber e investigación.

A mi familia por su comprensión y apoyo que sirvieron de soporte emocional en cada momento de mi formación profesional.

Arnold Ned Inga Ferreyra

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.5.1. Delimitación geográfica	4
1.5.2. Delimitación temporal	4
1.5.3. Delimitación de recursos	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	9
2.2 Bases teóricas	11
Pérdidas de agua	19
2.3 Definición de términos básicos	23
2.4 Hipótesis de investigación	25
2.4.1 Hipótesis general	25
2.4.2 Hipótesis específicas	25
2.5 Operacionalización de las variables	25

CAPÍTULO III	26
METODOLOGÍA	26
3.1 Diseño metodológico	26
3.1.1. Tipo	26
3.1.2. Nivel	26
3.1.3. Enfoque	27
3.2 Población y muestra	27
3.2.1 Población	27
3.2.2 Muestra	27
3.3 Técnicas de recolección de datos	27
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	28
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS	29
4.1 Análisis de resultados	29
CAPÍTULO V	34
DISCUSIÓN	34
5.1 Discusión de resultados	34
CAPÍTULO VI	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
6.1 Conclusiones	36
6.2 Recomendaciones	37
REFERENCIAS	39
7.1 Fuentes documentales	39
7.4 Fuentes electrónicas	41
ANEXOS	42

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Terminología Estndar para el Balance Hdrico segun IWA.....	21
Tabla 2: Resumen de volumen producido y facturado de agua 2018.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sectores operacionales del distrito de Huacho 2018.....	29
Figura 2: redes de agua potable del distrito de Huacho 2018.....	31
Figura 3: Volumen producido y agua no facturada en el distrito de Huacho 2018.....	32



RESUMEN

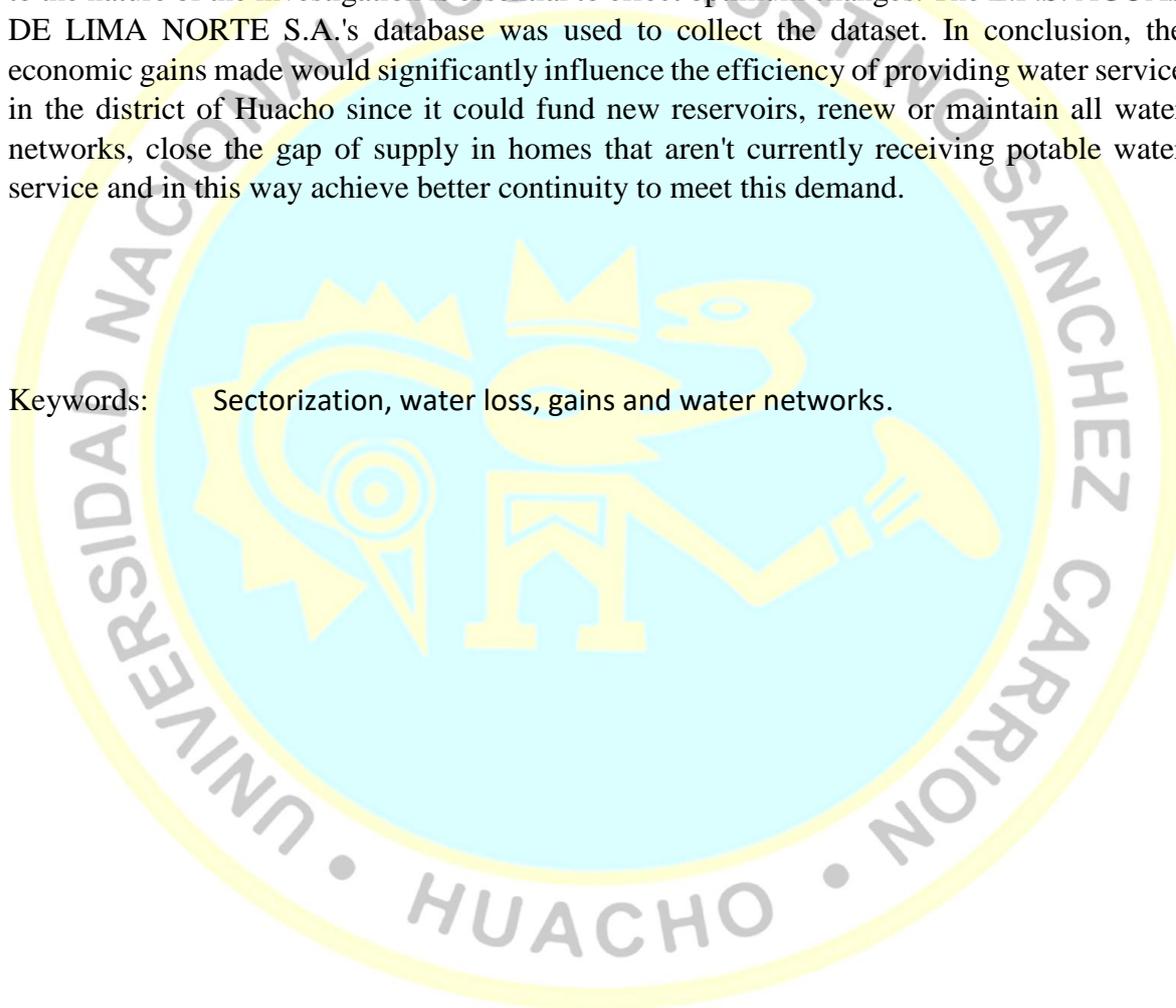
El presente trabajo de investigación titulado “Redistribución del caudal, reducción de pérdidas de agua y aumento de la ganancia económica por el agua no facturada a través de una nueva sectorización para mejorar la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho” tuvo como objetivo, analizar la redistribución del caudal, pérdida de agua y la ganancia económica para mejorar la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018. El estudio de acuerdo al alcance de la investigación es descriptivo correlacional y de acuerdo a la naturaleza de la investigación es esencial. Se utilizó como instrumento de recolección de datos la base de datos de la “E.P.S AGUAS DE LIMA NORTE S.A”. Concluyendo que dicha ganancia influiría significativamente en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de HUACHO debido a que se podría construir nuevos reservorios, renovar o mantener totalmente las redes de agua, cerrar las brechas de viviendas que aún no cuentan con servicio de agua potable y lograr así una mejor continuidad para satisfacer esa demanda.

Palabras clave: Sectorización, pérdidas de agua, Ganancia y redes de agua

ABSTRACT

This research project titled “Redistribution of flow, reduction of water loss and increase in economic gains related to unbilled water via new sectorization that can bring better delivery of potable water in the Huacho district” had as key objectives to analyze the flow of water volume to detect software reading anomalies, such as loss of water, and in so doing increase the economic gains to better meet water service needs in the Huacho district in 2018. This study, according to the reach of the investigation is correlationally descriptive, and according to the nature of the investigation is essential to effect optimum changes. The E.P.S. AGUAS DE LIMA NORTE S.A.'s database was used to collect the dataset. In conclusion, the economic gains made would significantly influence the efficiency of providing water service in the district of Huacho since it could fund new reservoirs, renew or maintain all water networks, close the gap of supply in homes that aren't currently receiving potable water service and in this way achieve better continuity to meet this demand.

Keywords: Sectorization, water loss, gains and water networks.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “Redistribución del caudal, reducción de pérdidas de agua y aumento de la ganancia económica por el agua no facturada a través de una nueva sectorización para mejorar la prestación del servicio de agua potable en el distrito de huacho” tuvo como objetivo, analizar la redistribución del caudal, pérdida de agua y la ganancia económica para mejorar la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018. El estudio de acuerdo al alcance de la investigación es descriptivo correlacional y de acuerdo a la naturaleza de la investigación es básica se utilizó como instrumento de recolección de datos la base de datos de E.P.S Aguas de Lima Norte S.A concluyendo que una nueva sectorización influye significativamente en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho, debido a que se reduciría las pérdidas de aguas debido a las redistribución del caudal, generando una ganancia económica que se podría utilizar para crear nuevos reservorios, mantenimiento o renovación total de las redes de agua, cierre de brechas de viviendas que aún no cuentan con agua potable y una mejor continuidad para satisfacer la demanda de agua potable.

En el Primer Capítulo, trata del problema de investigación, la información descriptiva del problema de investigación, y sus respectivos componentes que son: Planteamiento del Problema, Formulación del Problema, justificación, limitaciones, antecedentes; del mismo modo el objetivo general y específico.

En el Segundo Capítulo, trata del marco teórico, que es el tratamiento especial o enjuiciamiento de cada uno de las variables.

En el Tercer Capítulo, trata acerca del marco metodológico, este capítulo tiene por finalidad informar la forma como han recogido y procesado los datos para verificar una respuesta del problema de investigación; lo cual se divide en siete componentes que son: hipótesis, variables, metodología, población y muestra, método de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos y método de análisis de datos.

En el Cuarto Capítulo, trata sobre el resultado de la investigación.

En el Quinto Capítulo, trata sobre la Discusión, conclusiones y sugerencias del presente trabajo de investigación.

Las referencias bibliográficas y citas has sido redactados de acuerdo a las normas sexta estación Dejamos a vuestra disposición señores miembros del jurado el presente trabajo de investigación, esperando que sirva de base para futuras investigaciones en el campo de la ingeniería, además de apoyo a todos los Ingenieros y comunidad en general.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad los humanos enfrentamos serios problemas en distintos ámbitos. Siendo uno de ellos el deterioro de los recursos naturales considerados hasta hace poco, como renovable e infinitos; en los últimos 50 años se ha observado el acelerado proceso de la sobreexplotación de la mayoría de ellos. Refiriéndonos solo a uno de los recursos más importantes: el agua, las estadísticas muestran el deterioro que han venido teniendo las diversas fuentes de agua tanto superficial como subterránea; lo que ha ocasionado que se presente una baja o escasa disponibilidad (Decada por una Educación para la Sostenibilidad, 2009).

La crisis del agua, no sólo es un problema nacional, por el contrario, es un problema mundial, en el que debe actuarse con responsabilidad y efectividad. De acuerdo con la ONU, la sexta parte de la población carece del recurso hídrico.

En el Perú, según diagnóstico de los servicios de saneamiento, hay 5.5 millones de peruanos sin acceso a agua potable, teniendo una cobertura urbana del 88% y una cobertura rural del 62%.

La excesiva demanda de agua potable en la ciudad de Lima y Callao viene siendo uno de los principales factores de agravamiento de una problemática, a la cual se necesita darle importancia. La cuenca de Lima y Callao, presentan un estado ambiental de degradación y los ríos presentan graves problemas de contaminación, lo que, en consecuencia, hace que se encuentren en estado crítico.

En temporadas de sequías prolongadas en la sierra, la provisión de agua para la ciudad de Lima es altamente vulnerable y al ser ésta, una ciudad asentada básicamente en un desierto

y considerando además que alberga aproximadamente 8 millones y medio de habitantes, en promedio el 30% de la población peruana, se tiene como resultado una elevada demanda en comparación con otras capitales de la región, lo que como resultado provoca el aumento de los porcentajes e índice de estrés hídrico. Sin embargo, la responsabilidad también corre por un factor primordial; el uso inadecuado e irresponsable de este recurso por parte de la población. Y en este punto se estima que; esta elevada demanda no es uniforme, ya que son los distritos de niveles socioeconómicos medio y alto, los que tienen mejor acceso al servicio y hacen más uso de él, siendo los habitantes de los barrios de niveles socioeconómico bajos los que se ven afectados en mayor medida por los diferentes casos de restricciones y falta de agua.

En el distrito de Huacho (Lima – Perú), la empresa prestadora de servicio de agua empleó una sectorización para obtener varios sectores hidrométricos y así poder abastecer a la población mediante el reparto por turnos, cumpliendo con continuidad y presiones mínimas de servicio.

En la actualidad, la sectorización abastece en un porcentaje de 94.78% de cobertura, lo que significa que hay una brecha de 5.22% que aún no cuentan con el servicio de agua potable y los usuarios abastecidos cuentan con pocas horas de servicio de agua potable, agravándose en épocas de verano. Adicionalmente, la sectorización actual no detecta en tiempo real las fugas en sus redes de distribución de agua potable, perdiéndose grandes volúmenes de agua potable, que se utilizaría para abastecer a toda la población y brindar más horas de servicio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo una nueva sectorización se relaciona con la mejor prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo la redistribución del caudal se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?
- b) ¿Cómo la reducción de pérdidas de agua se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?
- c) ¿Cómo el aumento de la ganancia económica se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la nueva sectorización para mejorar la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Analizar la redistribución del caudal y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.
- b) Analizar las pérdidas de agua y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.
- c) Analizar la ganancia económica y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación se justifica porque la nueva sectorización que mediante software permitiría modelar la red de distribución usando algoritmos hasta obtener una adecuada utilización del balance hídrico, obteniendo la redistribución del caudal y estimando la reducción de pérdidas de agua potable, y con ello generar ganancia económica para la construcción de nuevos reservorios, renovación o mantenimiento total de las redes de agua,

cierre de brechas de viviendas que aún no cuentan con agua potable y una mejor continuidad para satisfacer la demanda de agua potable.

Por esta razón, la presente investigación: “Redistribución del caudal, reducción de pérdidas de agua y aumento de la ganancia económica por el agua no facturada a través de una nueva sectorización para mejorar la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho”, resulta muy necesario y viable con lo cual se espera mejorar la prestación del servicio de agua potable.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación geográfica

El proyecto de investigación se circunscribe en el distrito de Huacho.

1.5.2. Delimitación temporal

El proyecto de investigación se desarrolla en los años (2017-2018),

1.5.3. Delimitación de recursos

La presente investigación se limita por ser analista y evaluación de una nueva sectorización en el distrito de Huacho y los objetivos trazados en la investigación generan gastos por la propia investigación que será asumido por el tesista.

1.6 Viabilidad del estudio

1.6.1. Por la disponibilidad de la tecnología

Se dispuso materiales tecnológicos, como Tablet, laptop, internet, para obtener la información necesaria para nuestra investigación como revistas electrónicas, páginas web y libros virtuales.

1.6.2. Por la disponibilidad financiera

Se contó con un presupuesto proyectado para cada gasto, sea asesor, materiales, viajes, internet e impresiones, USB, estadístico y cd.

1.6.3. Por la disponibilidad operativa

El borrador de tesis se realizó de acuerdo al cronograma de estudio de presentación y sustentación.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

(Bartolín, 2011) Realizó una investigación en España, titulada “Confección de modelos de redes de distribución de agua desde un SIG y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones”. Que tuvo como objetivo determinar el volumen de agua que se produce, el volumen de agua que finalmente llega al usuario y que ocurre con el volumen restante, mediante el potencial de los SIG vectoriales en materia de construcción y análisis de modelos matemáticos de redes de distribución de agua. En este sentido, se ha presentado el software GISRed, cuya funcionalidad permite generar, simular y calibrar modelos de las redes desde el entorno SIG, prestando una gran ayuda a la hora de efectuar diagnósticos y elaborar planes para otras prestaciones enfocadas a asistir al usuario en tareas más específicas propias de la gestión técnica de las redes, tales como la gestión de averías, de la demanda, del control de fugas mediante sectorización, el análisis de la modelación diaria o el consumo nocturno. Esta tesis tuvo como aportación relevante el desarrollo del software GISRed, que funciona como una extensión del sistema de información geográfica ArcView, para facilitar la construcción y calibración de los modelos matemáticos de redes de distribución.

(Vegas, 2012) Realizó una investigación en España, titulada “Herramientas de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando distintos criterios”. Que tuvo como objetivo continuar con la metodología iniciada por Hugo Bartolin, introduciendo mejoras, nuevos criterios y modificaciones. La investigación se basa en desarrollar un algoritmo potente que permita diseñar sectores hidrométricos mediante divisiones de la red de abastecimiento de agua en pequeñas zonas y convertirse en una herramienta que controle los caudales y regule las presiones, obteniendo como beneficio la detección y reparación de tuberías con fugas, reducir el agua que se pierde, tener una mejor planificación del sistema de la red de abastecimiento y controlar de forma activa y permanente de las pérdidas de agua a través de las fugas para mantener un rendimiento óptimo del balance hídrico del sistema. El algoritmo está basado en la teoría de grafos y el resultado obtenido se codificará en un lenguaje de programación para el software EPANET, que es un programa de simulación que ayuda a comprender el avance y las variaciones que experimenta el agua tratada cuando se introduce en las redes de distribución, siendo su objetivo final obtener el sentido del flujo en las tuberías y el caudal que circula para un instante determinado. El resultado encontrado es que, para sectorizar una red, es necesario desarrollar un modelo matemático que nos permita analizar el funcionamiento de la red actual y poder generar un cambio el árbol dirigido de mínimo coste (longitud, diámetro, caudal, velocidad, pérdida de carga unitaria y resistencia hidráulica), con lo cual los diseños de las delimitaciones pueden variar.

(Campbell, 2013) Realizó una investigación en España, titulada “Propuesta para una metodología de sectorización de redes de abastecimiento de agua potable”. La investigación tuvo como objetivo establecer un procedimiento informático para la

obtención de un plano de red sectorizada, que divida una red de distribución de agua potable empleando criterios hidráulicos, geográficos y que controle las fugas en la red. La investigación sigue la metodología propuesta por Herrera que consiste en estimar el número de sectores que debe tener una red de distribución mediante clústering espectral, pero adicionando como criterio, la distribución de fugas en la red de distribución de agua potable. La investigación tuvo como resultado que la sectorización de la red de distribución de agua potable representa una opción estratégica que puede llevarse a cabo con múltiples objetivos, que van desde la mejora del Control Activo de Fugas (CAF) hasta el control de la calidad del agua, aparte de favorecer el tratamiento de algunos problemas en las mismas (fugas, calidad del agua, reparaciones, etc.) , debido a la reducción dimensional implícita en la sectorización; sin embargo, su implantación cambia su comportamiento hidráulico, dado que al implicar el cierre de válvulas en las tuberías, se rompe el principio de redundancia hidráulica que tienen las redes malladas, haciéndolas más vulnerables a entrar en escenarios de desabastecimiento ante la falla de uno o más de sus elementos.

(Fragoso, 2015) Realizaron un proyecto en México, titulado “La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica”. El proyecto tuvo como finalidad 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 los accesorios, la instalación de válvulas de seccionamiento y reguladoras de presión. Se utilizó el programa EPANET para realizar sus análisis hidráulicos. La calibración del modelo se efectuó en relación con las pérdidas de agua y el caudal, considerando datos medidos ente 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. Este proceso es largo y

absorbe una importante cantidad de recursos humanos y económicos, por lo que debe partir de una planeación bien definida y sobre todo comprometida por parte de los responsables de la prestación del servicio de agua potable de la localidad.

El problema más común en la delimitación de los sectores, se refieren a la caída de la presión en algunos puntos, la presencia de altas velocidades y la elevación de la presión durante las horas de menor consumo, por eso es importante conocer su funcionamiento hidráulico, para posteriormente proponer mejoras en el uso de la infraestructura, tener control de las presiones y de pérdidas y una administración del agua de acuerdo con el costo del servicio. La calibración del modelo se realizó primero en relación con las fugas de la red, para lo que se utilizó el porcentaje de fugas y segundo para el control de presiones, para este último se propusieron válvulas reguladoras de presión, para controlar las altas presiones y evitar con esto la ruptura de las tuberías, así como el incremento de fugas. Los resultados obtenidos a través de la EPANET es que se recuperó el volumen de agua por día de 14262 m³, que corresponde a un gasto medio recuperado de 165 l/s debido a la reducción de fugas de red del 76.8% (sin regular presión) al 25.3% (regulando presión). Con esto se comprobó la hipótesis inicial de que a través de la sectorización se mejora la eficiencia hidráulica, debido al control de las fugas al detectarlas de manera electrónica en tiempo real, y se tiene una mayor facilidad para repararlas. El volumen que fue recuperado se utilizará en otras zonas urbanas con déficit en este servicio.

2.1.2 Investigaciones nacionales

(Vargas, 2011) Realizó un estudio titulado “Proyecto de sectorización de la ciudad de Lima y Callao”. Tiene como objetivos que mediante la sectorización aislar un sector con respecto al resto del sistema a fin de controlar parámetros importantes para el buen funcionamiento del sistema de distribución de agua potable en un área definida, que

permitan aplicar una justa política de racionamiento de agua en épocas de escasez, realizar trabajos de mantenimiento y reparaciones por problemas de emergencia en una zona definida de la red de agua, determinar la cantidad de agua no facturada, obtenida como la diferencia del volumen de agua que ingresa al sector y el volumen facturado, obtenidos a través de la micro medición. En el resumen de sus avances se obtuvo definido 170 sectores a nivel de proyectos definidos y 31 sectores a nivel de obras que se han ejecutado.

(Porras, 2014) Realizó una investigación titulada “Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable - sector San Carlos - La Merced”. El objetivo de la investigación es reducir las pérdidas de agua en las redes de distribución de agua de la localidad de La Merced - Chanchamayo, con la utilización de metodologías como el balance hídrico y la sectorización que permitan la implantación de un sistema de gestión de presión en las redes de distribución de agua para incrementar la continuidad del servicio logrando así mejorar la distribución de agua a los usuarios del servicio que presta la empresa EPS Selva Central S.A. El principal factor para la baja continuidad en el servicio que presta la EPS Selva Central S.A; es la cantidad de agua perdida por las fugas en las redes de distribución urbana de agua (pérdidas físicas o reales de agua) y los volúmenes de agua distribuidos sin facturación (pérdidas de agua aparentes). La metodología para el cálculo del balance hídrico para la obtención de los resultados de la sectorización se ha seguido el procedimiento estándar de acuerdo con la Asociación Alemana del Gas y el Agua (DVGW, por sus siglas en inglés). Aplicando la metodología en el sector piloto de la localidad a través de la EPS Selva Central S.A, se obtuvo como logro que mediante la implementación de la sectorización, una adecuada utilización del balance hídrico y la modelación de redes de agua, se pudo estimar una reducción en 40.5% del volumen de

agua que se pierde en las redes de distribución en el sector de San Carlos y un incremento en el promedio de la continuidad del servicio de agua potable en las partes altas de la localidad de La Merced - Chanchamayo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Red de suministro de agua potable

Es el conjunto de elementos encargados del transporte desde los puntos de alimentación y almacenamiento hasta los puntos de consumo: viviendas, industrias, hidrantes de riesgo e incendio, etc.

La red está constituida por tuberías, válvulas, accesorios, hidrantes, elementos de unión, elementos de medición, etc., que deben ser dimensionados adecuadamente para suministrar los caudales demandados, para lo cual será necesario mantener en la red las presiones mínimas de servicio.

Clasificación de redes de suministro de agua

Se clasifican las redes según: su uso, topología y sistema de alimentación

a. Según su uso

Tenemos las redes generales, las de su uso exclusivo a zonas urbanas, de servicio industrial, de uso exclusivo de riego y de extinción de incendios.

b. Según su topología

Describen las redes según como estén conectadas las tuberías: ramificadas, malladas o mixtas.

- **Redes de distribución ramificadas**

En las redes ramificadas, el agua circula por la red en un único sentido. A través de una tubería principal se van conectado tuberías secundarias, terciarias, etc cada vez con un diámetro menor. Son llamadas también redes de distribución arboladas, por su semejanza con las ramas de los árboles.

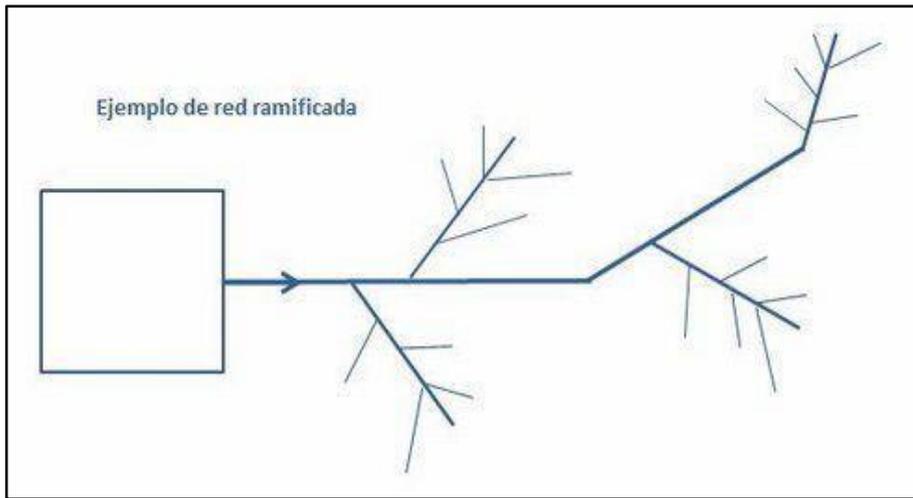


Figura 4. Ejemplo de red ramificada.

- **Redes de distribución malladas**

Este tipo de redes se disponen en forma de malla o cuadrícula. A diferencia de las redes ramificadas, en estas redes el agua puede circular en cualquier sentido, por lo que, cada punto de la red se puede abastecer por diferentes tuberías, una avería en una tubería no implica dejar sin servicio a una parte de la red.

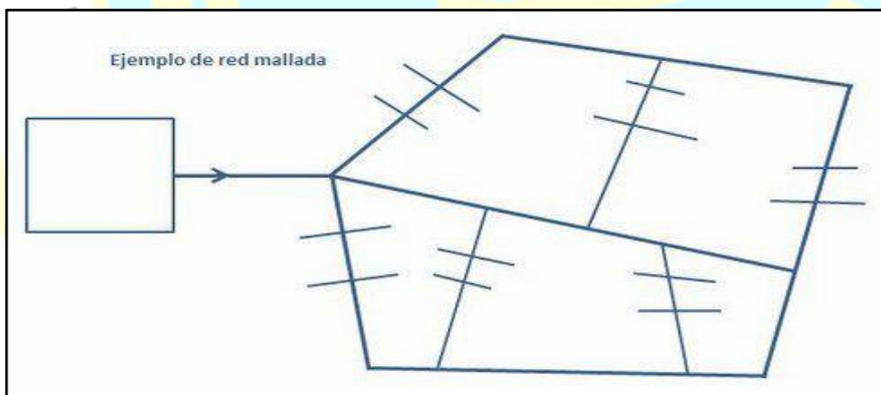


Figura 5. Ejemplo de red mallada

- **Redes de distribución mixta**

Como su propio nombre indica, las redes mixtas son una combinación de las características de las redes ramificadas y malladas. Surgen como el resultado de cerrar o mallar una red ramificada.

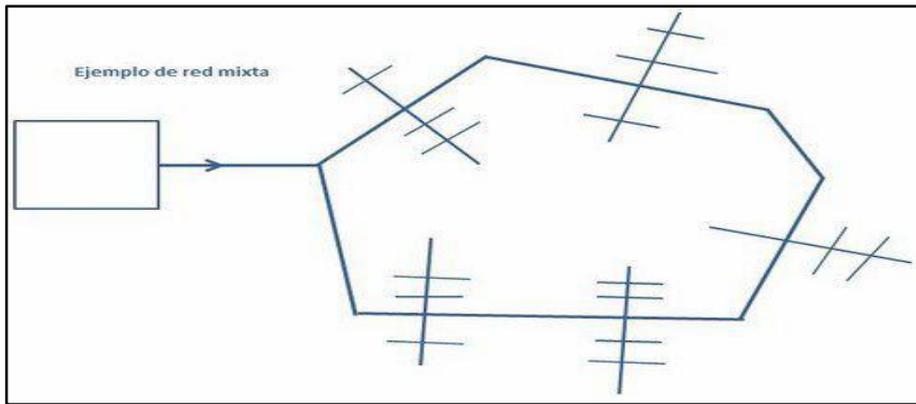


Figura 6. Ejemplo de red mixta.

Fuente: <http://www.empresasconstruccion.es/redes-de-distribucion-agua-potable/>

2.2.2. Sectorización

El término sectorización es conocido como la formación de zonas de suministro autónomas, mas no independientes, dentro de una red de distribución; en otras palabras, es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes, con el fin de facilitar su operación. De este modo, es mucho más sencillo controlar los caudales de entrada en cada sector, las presiones internas de la tubería, la demanda y el consumo, así como las pérdidas de agua, tanto en fugas como en usos no autorizados. Aún más, puede conducirse el agua por la red primaria, sin exceso de conexiones con la secundaria, desde la fuente de alimentación hasta los puntos más lejanos.

(Salguero, 2008) La sectorización en términos generales, puede ser considerada como el procedimiento encaminado a establecer dentro de las mismas, sub áreas con una alimentación controlada (que puede ser exclusiva del sector o compartida por varios sectores al mismo tiempo).

Tal procedimiento puede perseguir objetivos que van desde el control activo de fugas hasta el control de calidad.

(Robles Cuevas, 2013) Se establece que el objetivo principal para la creación de sectores es obtener la información necesaria distribuida y manejable escalada para llevar acciones claves en cada sector, tales como:

- a. Realizar auditorías para conocer el rendimiento hidráulico o el agua no contabilizada.
- b. Caracterizar la curva de demanda, especialmente el caudal nocturno.

- c. Detectar de la manera más rápida posibles fugas mediante el análisis de la evolución de los caudales mínimos nocturno.
- d. Comprobar rápidamente los resultados de campañas rápidas de detección y reparación de fugas.
- e. Detectar el fraude, sub registro y diversos errores de medición.
- f. Disminuir los costos de mantenimiento.
- g. Establecer plan de inversiones para abastecer sectores con mayor índice de agua no contabilizada.

Etapas de la sectorización

(Salguero, 2008) El proceso de esta acción es largo y absorbe una importante cantidad de recursos humanos y económicos, por lo que debe partir de una planeación bien definida y sobre todo comprometida por parte de los responsables de la prestación del servicio de agua potable a una localidad (CONAGUA 2006).

Las etapas que deben seguirse durante la sectorización son:

- a. Catastro del sistema de distribución de agua potable.
- b. Anteproyecto del sistema, definiendo puntos de alimentación y posibles interconexiones controladas para protección de eventualidades.
- c. Diseño e implementación de un sector piloto, incluyendo las válvulas de seccionamiento necesarias, los mecanismos para el control de las presiones, la medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda, ya sea que ésta sea supuesta o inferida por algunas mediciones.
- d. Calibración de un modelo de simulación hidráulica sobre la base de las mediciones citadas en el punto anterior.
- e. Ajustar el proyecto piloto a partir de la modelación, controlando las presiones, midiendo los gastos, y evaluando la relación entre presión y fugas.
- f. Ampliación de la experiencia piloto a dos o tres sectores más.

- g. Con los resultados obtenidos, puede evaluarse el proyecto integral de sectorización, con una muy buena aproximación sobre los costos y los beneficios que pueden esperarse.

Reglas para establecer sectores

Antes de arrancar un proceso de sectorización de una ciudad, es importante tener en cuenta los factores tales como las condiciones de operación, diseños del sistema de distribución y factores ambientales, así como la economía de las empresas encargadas de las distribuciones del agua (Salguero, 2008)

El primer paso para ejecutar la sectorización de una RDAP es contar con un buen conocimiento de la estructura y dinámica de funcionamiento de la misma. Este aspecto es fundamental para, además de optimizar el diseño de los sectores, evitar que los mismos acarreen consecuencias negativas, tales como problemas de desabastecimiento o incluso de calidad de agua. El diseño de los sectores debe comenzar por la línea de alta y a partir de ahí, dirigirse a la red de distribución (Salguero, 2008)

El objetivo es separar lo máximo posible la red de alta de manera tal que siga siendo flexible, por si en el futuro se desea realizar alguna modificación particular. En el caso de redes de abastecimiento con problemas de baja presión, reviste vital importancia apoyar el proceso de toma de decisión en modelos matemáticos que permitan validar la idoneidad de cualquier decisión.

Se han establecido algunas reglas generales para el diseño de sectores, tales como las que a continuación se detallan (Salguero, 2008)

- a. El diseño de un sector no debe incluir bucles o tanques de almacenamiento. Si esto es inevitable se deben instalar caudalímetros que controlen el caudal de entrada y de salida.
- b. Cada sector debe ser alimentado por un único punto, el cual debe contar con un contador. Dado que en algunos casos se hace necesario contabilizar caudales muy bajos, por lo general es necesario que el contador en la entrada tenga un diámetro menor que el del tubo de alimentación en el cual está instalado.
- c. Los límites del sector deben ser definidos mediante válvulas cerradas. De ser posible, estos límites deben ser naturales (ríos, carreteras, líneas de metro) para así minimizar la utilización de válvulas.

- d. Se debe hacer una evaluación de los distintos tipos de consumidores y el suministro que se le brinda a estos mismos.
- e. Se deben respetar las regulaciones locales.
- f. El cierre de válvulas para aislar sectores puede provocar la aparición de zonas muertas; por ende, en el diseño de los sectores se debe tener en cuenta los problemas relacionados con la estanqueidad del agua.
- g. Dado que la presión juega un rol muy importante en la gestión de las fugas, en la medida de lo posible, la gestión se debe incorporar en el proceso de reconfiguración del sistema cuando se diseñan sectores.

Criterios para sectorizar

Los criterios para llevar a cabo la división en sectores, parten de la infraestructura existente y de las diferentes zonas de presión en operación normal antes de iniciarse el proceso, de lo que resulta una primera propuesta de sectorización, y las adecuaciones que siguen, pueden realizarse atendiendo las siguientes recomendaciones (Fragoso Sandoval, 2016)

- a. Generalmente se pueden considerar de 1 a 5 sectores por cada 100 hectáreas (1 km²); en zonas con alta densidad de población, los sectores pueden ser de 10 a 15 hectáreas. Algunos expertos dimensionan los sectores en función del número de usuarios o de tomas.
- b. Cualquiera de las recomendaciones que haya sido seleccionada para definir el tamaño de los sectores, deberá ajustarse a la geometría de la red, sobre todo a la adaptación de las condiciones de operación actuales y la facilidad de contar con un punto de suministro, aunque siempre será prudente contar con una alimentación de respaldo, aunque ésta se mantenga cerrada y sólo se utilice en contingencias.

- c. Minimizar las variaciones de presión de servicio al interior del sector; esto es, mantener una cierta uniformidad de presiones entre los 15 y 50 mca, correspondientes a la dinámica mínima y estática máxima, respectivamente.

Tamaño óptimo de los sectores

Tal y como se estableció al principio de esta sección, el componente de optimización económica cobra vital importancia al momento de establecer el tamaño de los sectores. El coste por sector en una red de distribución de agua potable es más alto en la medida en que su tamaño sea menor y así puedan representar un mayor número total. Esto se debe a que, para su conformación, se debe instalar un mayor número de válvulas o cortar un mayor número de líneas. Como se puede intuir, lo contrario pasa con sectores de mayor extensión; no obstante, los sectores de menor tamaño presentan varias ventajas, tales como: mayor agilidad para detección temprana de nuevas fugas, mayor capacidad para distinguir entre pequeñas fugas, caudal mínimo nocturno y fugas de fondo y luego una localización más rápida de las mismas. En este sentido, se ha establecido que existen tres aspectos claves que definen la cantidad de agua que se pierde por una fuga individual: tiempo de conocimiento, tiempo de detección y tiempo de reparación (Fragoso Sandoval, 2016) En redes de distribución de agua potable gestionadas con sectores, el tiempo de cada uno de estos factores se puede reducir de manera significativa y por ende reducir el caudal de fugas.

De igual manera, cuanto menor es el tamaño de sectores, más sencillo resulta priorizar zonas para ejecutar inspecciones. La IWA recomienda definir el tamaño de los sectores en función del número de acometidas (conexiones) dentro de ellos, estableciendo un rango que va de 500 a 3000 conexiones como el rango aceptable (Morrison et al., 2007).

Por otra parte, en (Fragoso, 2015) se establece como criterio la longitud de tubería dentro del sector, definiendo un rango que va de 4 km a 30 km como un rango aceptable dentro del cual se debe encontrar el tamaño de los sectores. Algunos análisis económicos han demostrado que, en la mayor parte de los casos, el tamaño de los sectores debe estar entre 3000 y 5000 conexiones.

Delimitación de la sectorización

Algunos de los problemas más comunes en la delimitación de los sectores, se refieren a la caída de la presión en algunos puntos, la presencia de altas velocidades y la elevación de la presión durante las horas de menor consumo.

Generalmente, este tipo de inconvenientes se reducen al considerar dos puntos de alimentación o al incluir la instalación de dispositivos reductores de presión, aunque en ocasiones será necesaria la construcción de líneas de interconexión adicionales (consejo nacional del agua, 2016)

La sugerencia se basa en la separación de la red primaria y la secundaria, de modo que no decaiga la presión interna de la conducción principal. De este modo se ha dado paso a la construcción de redes en bloques que van sustituyendo las redes secundarias convencionales (consejo nacional del agua, 2016).

Probado y elegido el esquema de sectorización, se procede entonces a la selección de los elementos de control, que son los medios para operar el sistema, para aislar alguna zona de la red, reducir o mantener la presión del agua y/o permitir el flujo entre sectores (consejo nacional del agua, 2016).

Ventajas e Inconvenientes de la sectorización

a. Ventajas de la sectorización

Mejoras en la gestión de la red

(Robles Cuevas J. , 2013) La sectorización mejora el control y seguimiento del estado de la red al poder efectuar auditorías aisladas en cada sector. Por un lado, se facilita la detección de sectores con bajo rendimiento volumétrico (auditoría hídrica) y por otro lado la localización en tiempo real de cualquier fuga, rotura o deficiencia en la red.

Menor área de influencia de anomalías

En caso de producirse algún tipo de anomalía, una red sectorizada puede reducir los negativos efectos a tan solo la extensión del sector afectado (Robles Cuevas J. , 2013).

Mejora en el Control Activo de Fugas

Permite evaluar más fácilmente los resultados de las campañas de detección y corrección de pérdidas (Robles Cuevas J. , 2013).

Reducción del área de búsqueda de fugas

La sectorización, al convertir la red completa en varias unidades independientes más pequeñas, está reduciendo el área de búsqueda ante posibles fugas, delimitando a un solo sector. (Robles Cuevas J. , 2013).

b. Inconvenientes de la sectorización

Red ramificada

Una de las tareas a realizar en la sectorización es el cierre de tuberías para aislar sectores. De esta manera, se está ramificando la red con la consiguiente disminución de garantía de suministro respecto a la red mallada inicialmente. (Robles Cuevas J. , 2013).

Viabilidad de suministro

Es conveniente que cada sector tenga una o dos tuberías de alimentación. Un fallo en estas tuberías de suministro dejada sin agua a todos los abonados del sector. (Robles Cuevas J. , 2013).

Aumento del tiempo de permanencia

La desinfección del agua y la destrucción de microorganismos patógenos se suele realizar con la adición de cloro. Éste es un compuesto químico eficaz, barato y que deja un remanente en el agua. Sin embargo, la concentración de cloro en el -agua descende con el tiempo (comúnmente se simplifica suponiendo que la ley de decaimiento del cloro es de primer orden). Por tanto, si el tiempo de permanencia del agua en la red es muy elevado pueden existir zonas en las que el agua pierda todo el cloro y, por tanto, no se pueda asegurar que mantenga los estándares de calidad objetivo. Esto se debe a que aumenta el recorrido que el agua debe hacer hasta llegar al abonado final, ya que las redes adoptan una tipología más ramificada. (Robles Cuevas J. , 2013).

Inversión económica

La sectorización conlleva una inversión inicial ya que no se trata únicamente de instalar válvulas y contadores en los puntos de alimentación, sino que puede requerir reforzar ciertos tramos de tubería para garantizar la presión de suministro. (Robles Cuevas J. , 2013).

Pérdidas de agua

Las pérdidas de agua (Q_p) es el caudal de agua que se pierde entre el punto de ingreso al sistema de distribución y el punto de empalme a las instalaciones interiores del predio del cliente. (Robles Cuevas J. E., Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado., 2013).

Clasificación

Según la clasificación de la Asociación Internacional del Agua (IWA) las pérdidas de caudal en el sistema de distribución se clasifican en pérdidas reales y pérdidas aparentes. (Robles Cuevas J. , 2013).

a. Pérdidas físicas

Las pérdidas físicas son volúmenes de agua perdidos a través de fugas, reventones y reboses. Se pueden clasificar de acuerdo a su ubicación, tamaño y tiempo dentro del sistema.

Por razones técnicas y económicas se tiene que aceptar que las pérdidas físicas de agua no pueden eliminarse por completo. (Robles Cuevas J. , 2013).

b. Pérdidas comerciales

Las pérdidas comerciales comprenden toda el agua que se entrega al cliente, pero que no se mide o registra con exactitud. En redes de suministro de agua sin medición consecuente del sistema y con muchas conexiones clandestinas, las pérdidas comerciales pueden representar cantidades significativas de agua y crean costos de producción sin generar ingreso para la empresa. (Robles Cuevas J. , 2013).

Razones que justifican una inversión en las pérdidas de agua

Considerando lo siguiente, resulta claro que tomar acción contra las pérdidas de agua es crucial:

- Mayor seguridad de abastecimiento: Con el mismo caudal existente se puede abastecer más clientes. Un sistema bien mantenido con menos fugas y reventones incrementará la garantía de abastecimiento.
- Mejor medición y facturación: Menos errores en la medición y mejores índices de cobranza mejoran las pérdidas de agua comerciales.
- Reducción de los costos operativos: El mantenimiento del sistema tendrá como resultado menos reparaciones y costos de bajos.
- Menos riesgos a la salud: La reducción de fugas en sistemas de operación intermitente, reduce el riesgo de la infiltración de contaminantes en las tuberías y el peligro de enfermedades.

- Estrés ecológico reducido: En caso de escasez o sobreexplotación de los recursos de agua, las pérdidas de agua deben reducirse para disminuir la presión sobre esos recursos.

2.2.3. Balance Hídrico

La (Asociación Internacional del Agua (IWA), 2000) introdujo en el año 2000 un enfoque de mejores prácticas internacionales. Cuando se establece el balance es sumamente importante que se utilice un sistema consistente y transparente que haga que las empresas de agua sean comparables sobre una base internacional.

El balance hídrico de la IWA se compone de los elementos que se indican en la Tabla

Tabla 1:
Terminología Estndar para el Balance Hdrico segun IWA

<i>Terminología estándar para el balance hídrico según IWA</i>			
BALANCE HIDRICO (Metodología IWA)			
	Consumo autorizado	Consumo facturado medido (incluye agua exportada)	Agua Facturada (contabilizada)
	Consumo autorizado facturado	Consumo facturado no medido	
	Consumo autorizado no facturado	Consumo no facturado medido	
		Consumo no facturado no medido	
Volumen de entrada al sistema	Pérdidas aparentes (No físicas)	Consumo no autorizado	
		Imprecisiones de medida	
		Pérdidas reales en condiciones de agua bruta y en tareas de mantenimiento	Agua No Facturada (no contabilizada)
Pérdida de agua	Pérdidas reales (Físicas)	Fugas en transporte y/o conducciones de distribución	
		Fugas y desbordamiento y/o conducciones de distribución	
		Fugas en acometidas hasta el punto de medida	

Fuente: IWA – AÑO 2000.

2.2.4. Agua Potable

(Secretaria de Servicios Publicos (EPAS) Gobierno de Mendoza, 2017) Se denomina agua potable o agua para el consumo humano al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos.

El agua potable puede provenir de aguas superficiales, como ríos, lagos y embalses. También puede producirse a partir de fuentes de agua subterránea. El agua normalmente es tratada antes de ser utilizada, y estos tratamientos de agua pueden variar ampliamente, dependiendo de la calidad inicial (Secretaria de Servicios Publicos (EPAS) Gobierno de Mendoza, 2017).

Escasez del agua

(Wikipedia, 2018) La escasez de agua se produce donde no hay suficientes recursos hídricos disponibles para satisfacer las demandas de agua a medio o largo plazo.

La escasez del agua perjudica el desenvolvimiento de las actividades económicas, el equilibrio de los ecosistemas, la sobrevivencia de los seres vivos, el bienestar de las poblaciones y la limitación de la biodiversidad (Wikipedia, 2018).

La humanidad obtiene mayor cantidad de agua de los ríos, pero casi todos se encuentran inservibles a causa de la contaminación. El agua de mar desalinizada es una fuente potencial, aunque el costo del proceso es diez veces mayor (Wikipedia, 2018).

La inercia política agrava la crisis del agua. La crisis mundial del agua cobrará en los próximos años proporciones sin precedentes y aumentará la creciente penuria por falta de agua en las personas que había en muchos países subdesarrollados. Los recursos hídricos disminuirán continuamente a causa del crecimiento de la población, de la población y del cambio climático (Wikipedia, 2018).

Problemas e Inconvenientes

(UNESCO, 2013) El problema de la escasez del agua genera conflictos sociales a diferentes escalas: entre comunidades indígenas, municipios y entidades prestadoras de servicios. Si los problemas relacionados con el agua no son atendidos de forma oportuna, es inminente el riesgo de que los conflictos escalen y la lucha por la posesión del agua convierte a zonas del país en campos de batalla.

2.3 Definición de términos básicos

- **Sectorización de redes:** Formación de zonas de suministro autónomas, mas no independientes, dentro de una red de distribución; en otras palabras, es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes, con el fin de facilitar su operación.
- **Red de Distribución:** La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten la toma o conexiones domiciliarias.
- **Tramos:** Longitud comprendida entre dos puntos de un canal o tubería.
- **Válvulas:** Accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo y se pueden clasificar en función de la acción específica que realizan. Las válvulas más comunes en una red de distribución son las de compuerta y sirven para aislar segmentos de la misma.
- **Cámara rompe presión:** Depósito con superficie libre de agua y volumen relativamente pequeño, que se ubica en puntos intermedios de una tubería separándola en partes. Su función es reducir la presión hidrostática a cero y establecer un nuevo nivel estático aguas abajo.
- **Presión nominal:** Es la presión interna de identificación del tubo.
- **Presión de prueba:** Es la máxima presión interior a la que se somete una línea de agua en una prueba hidráulica y que está determinado en las especificaciones técnicas.

- **Presión de servicio:** Es la existente en cada momento y punto de la red durante el régimen normal de funcionamiento.
- **Reservorios de regulación:** Depósitos situados generalmente entre la captación y la red de distribución.
- **Conexión de agua potable:** Conjunto de tuberías y accesorios que permiten al usuario acceder al servicio de agua potable proveniente de la red de distribución.
- **Servicio de agua potable:** Servicio público que comprende una o más de las actividades de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de recursos hídricos para convertirlos en agua potable y sistema de distribución a los usuarios mediante redes de tuberías o medios alternativos.
- **Agua potable:** Se trata de aquella agua que ha sido procesada y se considera apta para el consumo humano. Esta debe tener una serie de microorganismos y compuestos químicos debajo de cierto nivel, los cuales son impuestos por las organizaciones que controlen la potabilización del agua en ciertos países o continentes.
- **Agua Facturada:** Es el volumen de agua potable que factura la empresa prestadora del servicio, por medio de cobro de los recibos de los usuarios.
- **Agua No Facturada:** Es el volumen de agua potable que no factura la empresa prestadora del servicio, debido a conexiones clandestinas o fugas en la red de distribución de agua potable.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

La nueva sectorización se relaciona con la mejora de la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) La redistribución del caudal y sus consecuencias se relaciona la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.
- b) La reducción de pérdidas de agua y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.
- c) El aumento de la ganancia económica y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.

2.5 Operacionalización de las variables

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores
Nueva sectorización, (X)	Conducir el agua potable apropiadamente en las redes de distribución de agua potable a fin de lograr un balance hídrico adecuado y que todos los usuarios cuenten con el servicio de agua potable.	X.1.Sectores operacionales.	X.1.1.Presión en m.c.a.
		X.2. Redes de agua.	X2.1.En soles.
Mejorar la prestación de servicio del agua potable (Y)	Servicio público que comprende una o más de las actividades de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de recursos hídricos para convertirlos en agua potable para la distribución a los usuarios.	Y.1.Redistribución del caudal. Y2. Reducción de pérdidas de agua. Y.3. Aumento de las ganancias por Aguas no facturadas.	Y.1.1.Continuidad. Y.2.1.en horas por día.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1. Tipo

La presente investigación es de tipo no experimental, el cual se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes; y transversal debido a que se desarrolla durante un periodo de tiempo determinado.

3.1.2. Nivel

De acuerdo con el criterio de propósito o utilidad de la investigación es Básica Según (Tam Malaga, Oliveros Ramos , & Vera, 2008) tiene como objetivo mejorar el conocimiento *per se*, ms que generar resultados o tecnologías que beneficien a la sociedad en el futuro inmediato este tipo de investigación es esencial para el beneficio socioeconómico a largo plazo, pero no es normalmente aplicable directamente al uso tecnológico. También la presente investigación es descriptiva porque tiene como objetivo determinar la situación de las variables involucradas en el estudio en un momento dado tales como características de las personas, lugar y periodo donde ocurre. Por lo tanto es descriptiva porque va describir las características de las variables las dimensiones consideradas en el presente estudio a través de la aplicación de técnicas e instrumentos.

La presente investigación es descriptivo y correlacional. Se utilizó las teorías desarrolladas para explicar los sucesos que se presentaron en el desarrollo de la investigación, teniendo principalmente como base la redistribución del caudal, la reducción de fugas y las ganancias de la empresa prestadora de servicio en el distrito de Huacho, se

identificó problemas y se recolectó información acerca de las posibles alternativas de solución.

3.1.3. Enfoque

El siguiente estudio se trata de un diseño que se fundamenta en el enfoque y cualitativo debido a las siguientes características:

Revisará la mejora de la prestación del servicio de agua potable en la ciudad de Huacho, específicamente en una nueva sectorización (cualitativa).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La investigación comprende al sistema de red de agua para una población de 53000 habitantes de la ciudad de Huacho.

3.2.2 Muestra

La muestra será igual que la población.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Análisis documental

Con la finalidad de obtener un fundamento del problema del trabajo de investigación se revisará fuentes escritas (informes, artículos, tesis, etc.).

Herramienta computacional

EPANET, es el programa de ingeniería de aceptación para el diseño de sectores hidráulicos.

AUTOCAD, es el programa de ingeniería de mayor aceptación que nos permitió ver las redes de agua potable en planos 2D.

Reglamento Nacional de Edificaciones

Es de aplicación obligatoria para quienes desarrollen un diseño hidráulico, en este caso sectorización en redes de distribución de agua potable para mejorar la prestación del servicio.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizaron el siguiente software:

a. S10: Es un programa que permite obtener el análisis de los costos y presupuesto de un proyecto de obra cualquiera.

b. AutoCAD 2017: programa de diseño de dibujo asistido por computadora que permitirá plasmar el diseño propuesto mediante os dibujos de los diferentes elementos que conforman nuestro sistema.

c. Microsoft Word

Este software nos ayudó para realizar el informe previo y el informe final del presente trabajo de investigación.

d. Microsoft Excel

Este software nos ayudó para el procesamiento y análisis de los resultados tomados en campo. Donde realizaremos cálculos, cuadros estadísticos y representaciones gráficas.

e. EPANET

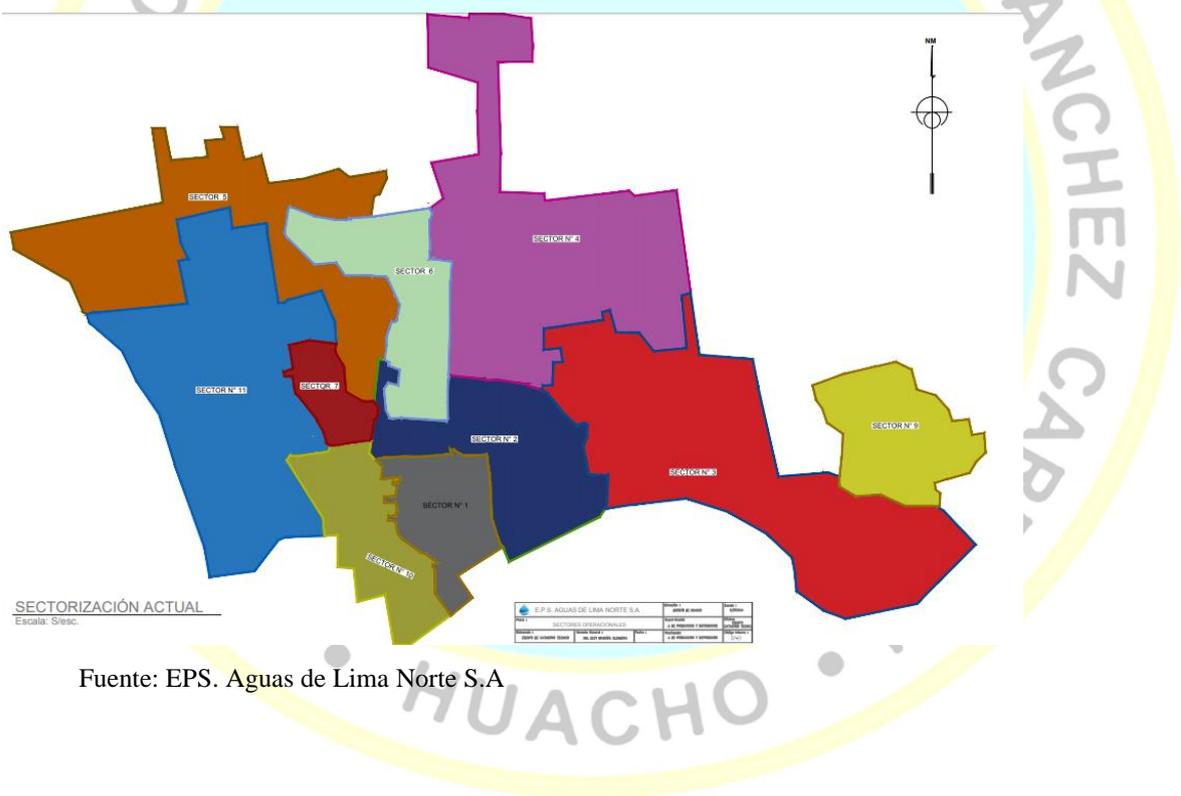
Este software ayudo para el procesamiento de la sectorización de redes de agua potable.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Resultado de Objetivo general

Figura 1: Sectores operacionales del distrito de Huacho.



ESTACIONES DE BOMBEO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN					
	ANTIGÜEDAD	CAPTACIÓN	PROFUNDIDAD DE POZO	CAUDAL (lps)	HORAS DE BOMBEO DIARIO (m3)	VOLUMEN (m3)
E.B.1 - PUQUIO CANO	1950	POZO TUBULAR	33.20	14.00	24:00:00	500
E.B.2 - PUQUIO CANO	1950	POZO TUBULAR	26.58	27.00	24:00:00	3000
E.B.3 - URB. HUACHO	1965	POZO TUBULAR	34.80	70.00	24:00:00	300
E.B.4 - SAN LORENZO	1992	POZO TUBULAR	43.00	46.00	24:00:00	RED
E.B.5 - SANTA MARÍA	1978	POZO TUBULAR	43.15	25.00	24:00:00	3000
E.B.6 - SANTA MARÍA	1978	POZO TUBULAR	60.00	10.00	24:00:00	3000
E.B.7 - URB. LAS PALMAS	1968	POZO TUBULAR	39.30	6.00	24:00:00	112
E.B.8 - AV. SAN MARTIN	1988	POZO TUBULAR	70.00	10.00	24:00:00	3000
E.B.9 - AV. BALTAZAR LA ROSA	2010	POZO TUBULAR	45.00	11.00	24:00:00	500
E.B.10 - AV. CINCUENTENARIO	2011	POZO TUBULAR	50.00	8.00	24:00:00	1200
E.B.11 - JUAN JOSÉ CRESPO	2013	POZO TUBULAR	60.40	7.00	24:00:00	1400

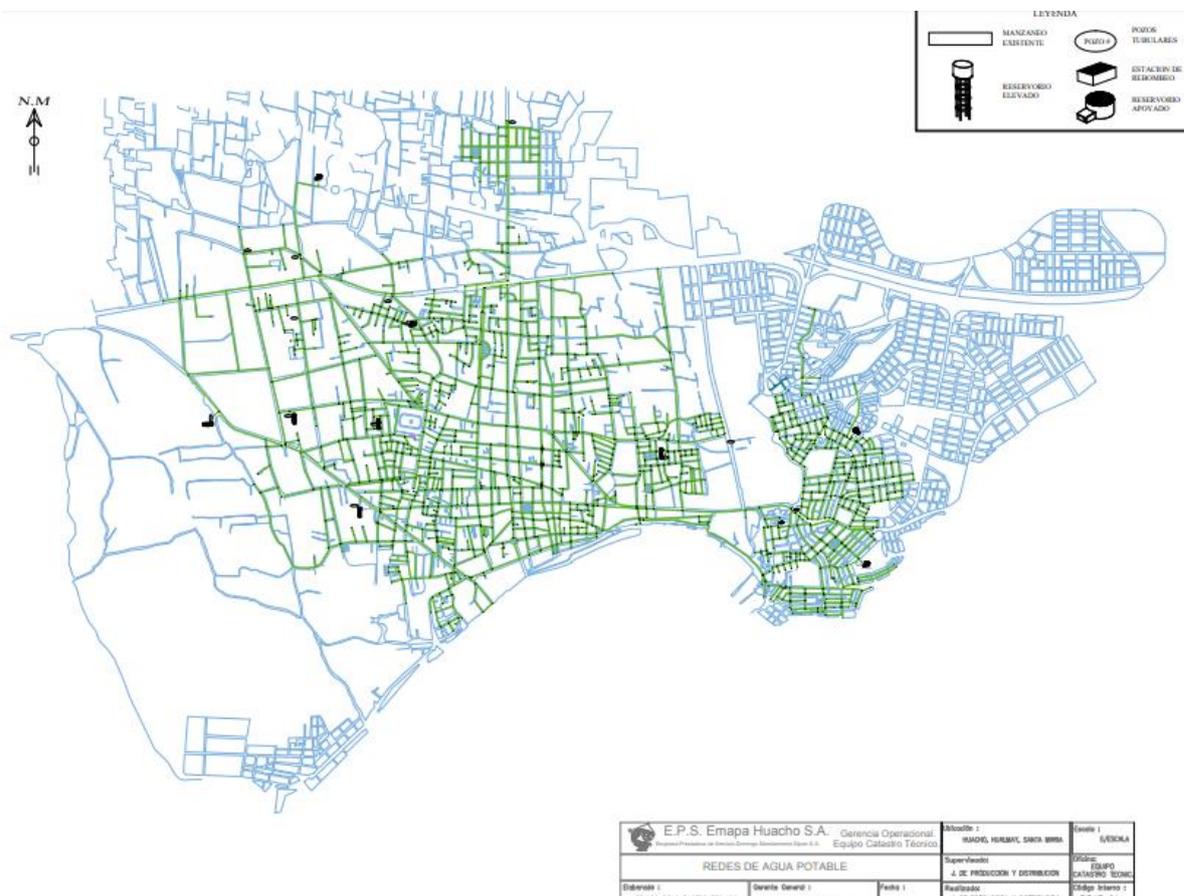
La figura N° 1 muestra que los sectores operacionales de Huacho en el sector de Bombeo E.B.1 Puquio Cano tiene una antigüedad de 69 años con un una profundidad de 33.20 metros y un caudal de 14 lps y un volumen de 500 m³, el sector de Bombeo E.B.2 Puquio Cano tiene una antigüedad de 69 años con un una profundidad de 26.58 metros y un caudal de 27 lps y un volumen de 3000 m³, el sector de Bombeo E.B.3 Urbanización Huacho tiene una antigüedad de 54 años con un una profundidad de 34.80 metros y un caudal de 70 lps y un volumen de 300 m³, el sector de Bombeo E.B.4 San Lorenzo tiene una antigüedad de 27 años rehabilitado con un una profundidad de 43.00 metros y un caudal de 46 lps y un volumen de red, el sector de Bombeo E.B.5 Santa María tiene una antigüedad de 41 años con un una profundidad de 43.15 metros y un caudal de 25 lps y un volumen de 3000 m³, el sector de Bombeo E.B.6 Santa María tiene una antigüedad de 41 años con un una profundidad de 60 metros y un caudal de 10 lps y un volumen de 3000 m³, el sector de Bombeo E.B.7 Urbanización las Palmas tiene una antigüedad de 51 años con un una profundidad de 39.30 metros y un caudal de 6 lps y un volumen de 112 m³, el sector de Bombeo E.B.8 Av San Martin tiene una antigüedad de 31 años con un una profundidad de 70 metros y un caudal de 10 lps y un volumen de 300 m³, el sector de Bombeo E.B.9 Av Baltazar la Rosa tiene una antigüedad de 9 años con un una profundidad de 45 metros y un caudal de 11 lps y un volumen de 500 m³, el sector de Bombeo E.B.10 Av Cincuentenario tiene una antigüedad de 8 años con un una profundidad de 50 metros y un caudal de 8 lps y un volumen de 1200 m³, el sector de Bombeo E.B.11 Av Juan Jose Crespo tiene una antigüedad de 16 años con un una profundidad de 60 metros y un caudal de 7 lps y un volumen de 1400 m³.

En el sector operacional del distrito de Huacho los reservorios deben ser exclusivos del sector operacional, pero se observa que debe alimentar otros sectores operacionales

debido a que los pozos se están secando, no hay suficiente agua subterránea para ser atraídos en ese punto, si el alimentador (Tanque o Reservorio).

Resultado de primer objetivo específico

Figura 2: redes de agua potable del distrito de Huacho 2018.



Fuente: EPS. Aguas de Lima Norte S.A

La figura N° 2, muestra que las redes de agua del distrito de Huacho muchos de sus estaciones de bombeo son 1978, donde su mantenimiento es paulatino efectuándose en la zona del centro y presenciándose siempre roturas e inundaciones en calles aledañas debido a que no hay un mantenimiento total de todos los elementos que conforman la red de distribución (tuberías, válvulas y codos), además se da dotaciones de agua sin control empezando de las zonas altas hacia las zonas bajas y se agudiza en verano, donde la demanda de agua es mayor llegando a tener agua de baja presión y tan solo un par de horas.

De acuerdo a la central telefónica de la empresa EPS. Aguas de Lima Norte SA, los usuarios se quejan constantemente de la mala redistribución del agua, más en tiempo de verano esto se puede evidenciar utilizando los software WaterCAD, Epanet y ScaRed.

Resultado de segundo objetivo específico

Se analizó las pérdidas de agua en la siguiente tabla:

Tabla 2:

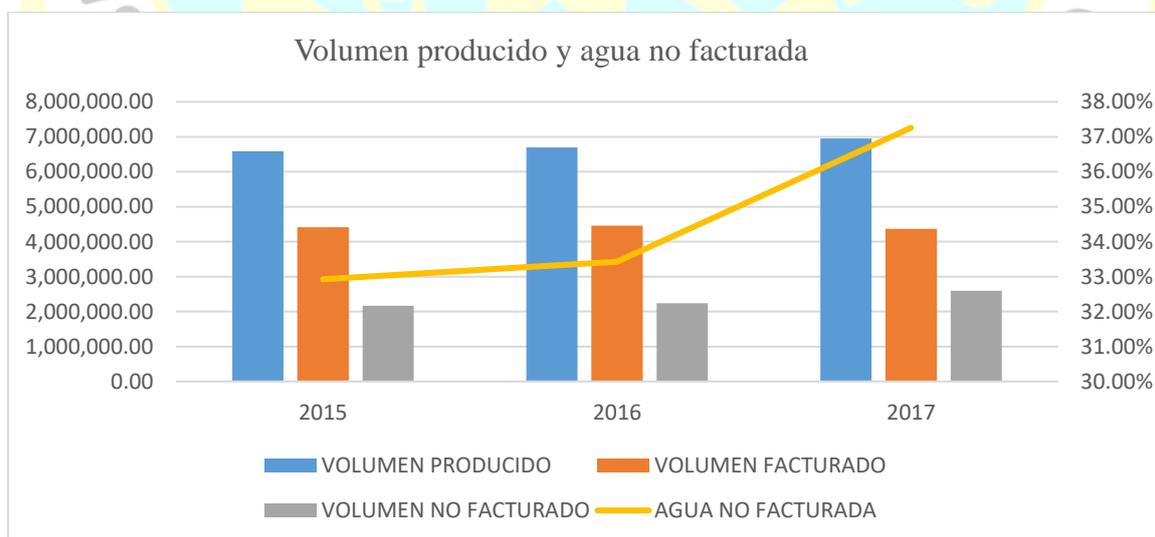
Resumen de volumen producido y facturado de agua 2015-2017

CUADRO DE RESUMEN				
	VOLUMEN PRODUCIDO	VOLUMEN FACTURADO	VOLUMEN NO FACTURADO	AGUA NO FACTURADA
2015	6,584,609.08	4,416,669.00	2,167,940.08	32.92%
2016	6,699,896.85	4,460,404.00	2,239,492.85	33.43%
2017	6,954,799.40	4,363,638.00	2,591,161.40	37.26%

Fuente: Aguas de Lima Norte S.A

La tabla N° 2 referente al cuadro de resumen de volumen producido, facturado, volumen no facturado y agua no facturada muestra que al año 2015 un 32.92% de volumen de agua producido no fue facturada, al año 2016 un 33.43% de volumen de agua producida no fue facturada y al año 2017 un 37.26% de volumen de agua producida no fue facturada. En el distrito de huacho en estos últimos tres años el agua no facturada ha aumentado en un 2% más aproximadamente a los años anteriores.

Figura 3: Volumen producido y agua no facturada en el distrito de Huacho 2015-2017



Fuente: EPS. Aguas de Lima Norte S.A

Resultado del tercer objetivo específico

Se analizó el aumento de la ganancia económica, en la siguiente tabla:

Tabla 3:

Ganancia económica por el agua no facturada en el año 2017

CATEGORÍA	RANGO	COSTO M3	VOLUMEN NO FACTURADO (M3)	MONTO (S/.)
RESIDENCIAL				
Social	0 a más	1.0538	2,591,161.40	S/ 2,730,565.88
Doméstico	0 a 10	1.0538	2,591,161.40	S/ 2,730,565.88
	10 a 20	1.4246	2,591,161.40	S/ 3,691,368.53
	20 a más	2.6909	2,591,161.40	S/ 6,972,556.21
NO RESIDENCIAL				
Comercial	0 a 30	2.6909	2,591,161.40	S/ 6,972,556.21
	30 a más	5.3434	2,591,161.40	S/ 13,845,611.82
Industrial	0 a 60	3.7694	2,591,161.40	S/ 9,767,123.78
	60 a más	5.3434	2,591,161.40	S/ 13,845,611.82
Estatal	0 a 50	1.8516	2,591,161.40	S/ 4,797,794.45
	50 a más	2.6909	2,591,161.40	S/ 6,972,556.21

Fuente: EPS. Aguas de Lima Norte S.A

La tabla N° 3 referente al cuadro de resumen de ganancia económica por el agua no facturada en el año 2017, con una ganancia mínima de S/2,730,565.88 y una ganancia máxima de S/13,845,611.82, siendo esto un monto anual.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Teóricamente la nueva sectorización es delimitar las redes de agua de forma equitativa para el buen abastecimiento de agua potable.

En la realidad encontramos en el distrito de Huacho que existe un proyecto de nueva sectorización del agua potable, porque mientras mayor sea la producción del volumen de agua potable más volumen de agua se pierde, debido a que la sectorización en la ciudad de Huacho es deficiente y no hay un control para la detección de pérdidas de agua.

Una de las razones que justifica una inversión en las pérdidas de agua son mayor seguridad de abastecimiento: Con el mismo caudal existente se puede abastecer más clientes. Un sistema bien mantenido con menos fugas y roturas incrementará la garantía de abastecimiento, Mejor medición y facturación: Menos errores en la medición y mejores índices de cobranza mejoran las pérdidas de agua comerciales y reducción de los costos operativos: El mantenimiento del sistema tendrá como resultado menos reparaciones y costos bajos. En el distrito de huacho en estos últimos tres años el agua no facturada ha aumentado en un 2% más aproximadamente a los años anteriores.

Mientras mayor sea la producción del volumen de agua potable más volumen de agua se pierde, debido a que la sectorización en la ciudad de Huacho es deficiente y no hay un control para la detección de pérdidas de agua.

Con una nueva sectorización redistribuiríamos el caudal y detectaríamos la reducción de pérdidas de agua potable, siendo este volumen de agua potable recuperada para cubrir la brecha en la población del distrito de Huacho que no cuentan con el servicio de agua potable y se atendería la necesidad de contar con más hora de servicio de abastecimiento de agua potable.

Teóricamente la redistribución es direccionar adecuadamente el flujo del agua teniendo en cuenta la población y geografía.

En la realidad en el distrito de Huacho la distribución del agua es deficiente porque existen muchas quejas de los usuarios esto debido a que la empresa no utiliza los software adecuados tales como WaterCAD, Epanet y ScaRed para su redistribución. Esto también influye en determinar la cantidad de agua que se está perdiendo en el proceso de distribución y conlleva a tener mala calidad de vida de los usuarios Teóricamente un sector operacional es una porción de las redes aislada hidráulicamente de los demás sectores de un sistema de distribución de agua, donde el suministro de agua es mediante un único punto de alimentación (Tanque o Reservorio de Agua), que permite disminuir el nivel de fugas y reducir la probabilidad de roturas en las tuberías ello sin afectar a la presión mínima de servicio, que Facilita la detección de bajo rendimiento volumétrico detecta y localiza en tiempo real de cualquier fuga, rotura o deficiencia en las redes de agua, disminuyendo las pérdidas de agua.

Teóricamente las pérdidas de agua, es el flujo de agua que se pierde en la red de distribución (constituida por tuberías, válvulas, accesorios, hidrantes, elementos de unión, elementos de medición, etc.),

En la realidad encontramos un promedio de 30% de volumen de agua que no se factura debido a que se pierde que la red de agua del distrito de Huacho muchos de sus estaciones de bombeo son 1978, donde su mantenimiento es paulatino efectuándose en la zona del centro y presenciándose siempre roturas e inundaciones en calles aledañas debido a que no hay un mantenimiento total de todos los elementos que conforman la red de distribución (tuberías, válvulas y codos), además se da dotaciones de agua sin control empezando de las zonas altas hacia las zonas bajas y se agudiza en verano, donde la demanda de agua es mayor llegando a tener agua de baja presión y tan solo un par de horas.

Teóricamente el aumento de la ganancia económica, es la ganancia obtenida por la venta del agua potable a los usuarios.

En la realidad encontramos un déficit en la recaudación y la manera de cómo generar este monto para poder dar mantenimiento periódicamente de las redes para poder brindar un mejor servicio en la prestación del servicio, como también cambiar todas las tuberías de material de Concreto a tuberías de PVC.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Conclusión General

La nueva sectorización se relaciona con la mejora de la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho. Debido a que permitiría detectar las fugas en tiempo real y determinar las ganancias económicas se obtienen por el cobro del volumen de agua no facturada, que se da a través de la reducción de pérdidas de agua. Dicha ganancia influye significativamente en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho, debido a que se podría crear nuevos pozos de agua o dar una renovación total de las redes de agua, pudiendo así satisfacer la demanda de agua potable con la implementación de la nueva sectorización. Mientras mayor sea la producción del volumen de agua potable más volumen de agua se pierde, debido a que la sectorización en la ciudad de Huacho es deficiente y no hay un control para la detección de pérdidas de agua.

Primera conclusión específica

La redistribución del caudal y sus consecuencias se relaciona la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho. Se evidencia quejas de los usuarios esto debido a que la empresa no utiliza los software adecuados tales como WaterCAD, Epanet y ScaRed para su redistribución. Esto también influye en determinar la cantidad de agua que se está perdiendo en el proceso de distribución y conlleva a tener mala calidad de vida de los usuarios.

Segunda conclusión específica

Las pérdidas de agua y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho. Debido que el volumen recuperado permitirá cerrar las brechas de viviendas que no cuentan con agua potable y permitirá también contar con una continuidad y presión de agua potable en las viviendas de la jurisprudencia de la empresa.

Tercera conclusión específica

El aumento de la ganancia económica y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho. Debido que permitirá dar mantenimiento de las redes de distribución y construcción de nuevos pozos de abastecimiento, porque se evidenció que hay estaciones de bombeo desde 1978 y roturas permanentes de tuberías causando inundaciones en calles del distrito de Huacho.

6.2 Recomendaciones

Recomendación general

A la empresa EPS. Aguas de Lima Norte S.A; elevar a su dimensión real la variable nueva sectorización a la brevedad posible mediante el aprovisionamiento de recurso ya que se ha demostrado que existe una relación significativa con la variable prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.

Primera recomendación específica

A la empresa EPS. Aguas de Lima Norte S.A; elevar a su dimensión real la variable redistribución del caudal a la brevedad posible mediante el abastecimiento de recurso tales como el uso de los software adecuados tales como WaterCAD, Epanet y ScaRed debido a que se ha demostrado la existencia de una relación directa con la variable prestación de servicios.

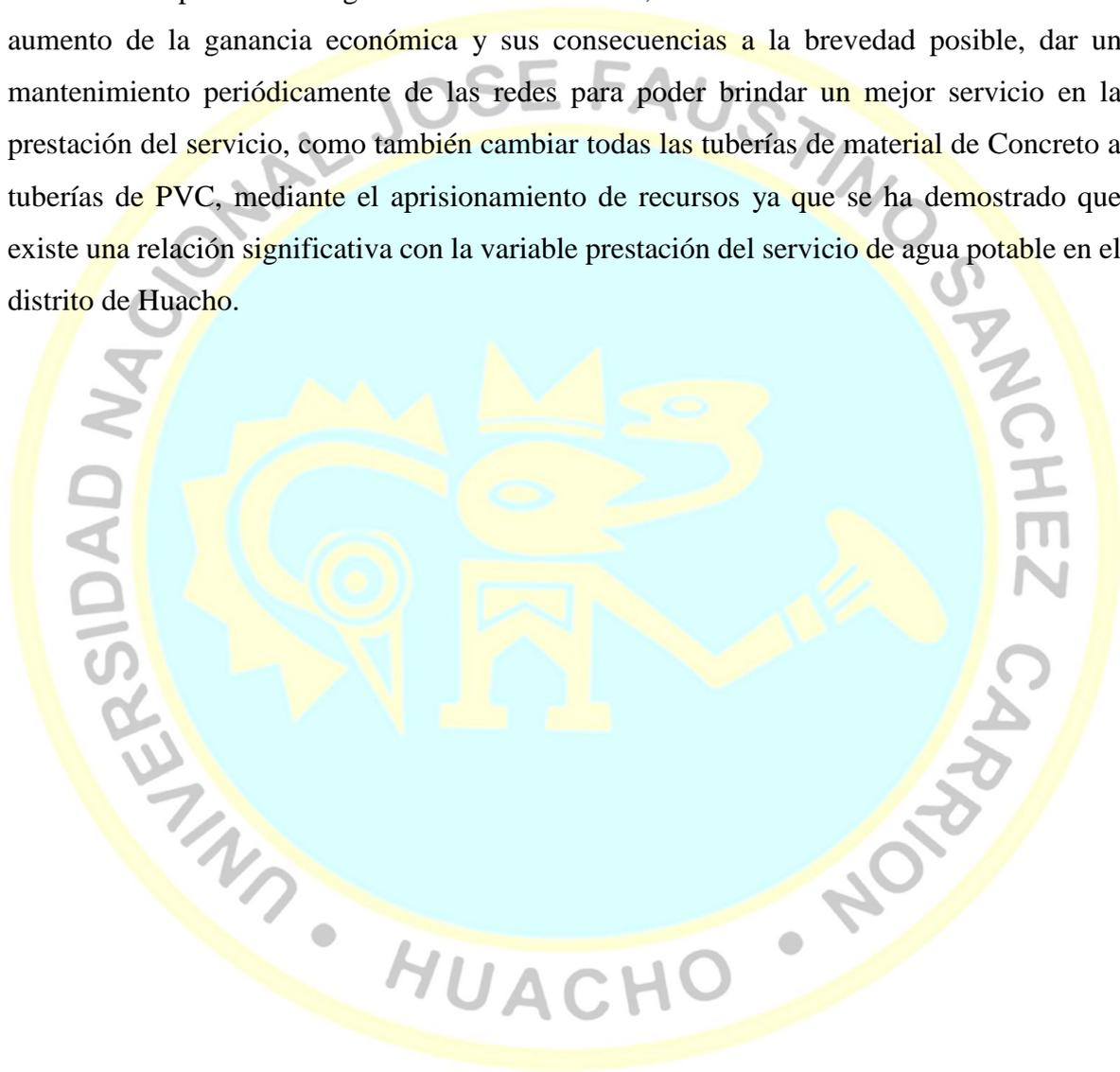
Segunda recomendación específica

A la empresa EPS. Aguas de Lima Norte S.A; elevar a su dimensión real la variable pérdidas de agua y sus consecuencias, la implementación de sectores operaciones porque permite la detección y disminución de pérdidas de agua que se da mediante fugas en las

tuberías, con el fin de prevalecer el ahorro de agua para mejorar la eficiencia y la eficacia de la prestación del servicio, a la brevedad posible mediante el abastecimiento de recursos ya que se ha demostrado que existe una relación significativa con la variable prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.

Tercera recomendación específica

A la empresa EPS. Aguas de Lima Norte S.A; elevar a su dimensión real la variable aumento de la ganancia económica y sus consecuencias a la brevedad posible, dar un mantenimiento periódicamente de las redes para poder brindar un mejor servicio en la prestación del servicio, como también cambiar todas las tuberías de material de Concreto a tuberías de PVC, mediante el aprisionamiento de recursos ya que se ha demostrado que existe una relación significativa con la variable prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.



REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

Asociación Internacional del Agua (IWA). (2000).

Bartolín, H. (2011). *confección de modelos de redes de distribución de agua desde un sig y desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones*. Valencia España : Universidad Politécnica de Valencia .

Campbell, E. (2013). *Propuesta para una metodología de sectorización de redes de abastecimiento de agua potable*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia .

consejo nacional del agua. (2016).

Decada por una Educación para la Sostenibilidad. (2009). Agotamiento y destrucción de los recursos naturales. *Por un futuro sostenible*. Obtenido de <https://www.oei.es/historico/decada/accion23.htm>

Fragoso Sandoval, L. &. (2016). *La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 37(2), 29-43.

Fragoso, L. R. (2015). *La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica*.

Porras, O. (2014). *Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable-sector San Carlos-La Merced*. . Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Robles Cuevas , J. (2013). *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*.

- Robles Cuevas, J. E. (2013). *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*.
- Robles Cuevas, J. E. (2013). *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*.
- Robles Cuevas, J. E. (2013). *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*.
- Robles Cuevas, J. E. (2013). *Desarrollo de nuevos modelos de gestión en Empresas de Agua Potable y Alcantarillado*.
- Salguero, F. J. (2008). *Sectorización de redes de distribución de agua según criterios de eficiencia energética*.
- Secretaría de Servicios Públicos (EPAS) Gobierno de Mendoza. (2017). *Agua Poblado*.
- Tam Malaga, J., Oliveros Ramos, R., & Vera, G. (2008). *tipos metodos y estrategias de investigacion científica*. pensamiento y accion 5:145-154.
- UNESCO. (1 de Enero de 2013). *Los problemas relacionados con el agua pueden desestabilizar comunidades. 11*.
- Vargas, M. (2011). *Proyecto de sectorización de la ciudad de Lima y Callao*. Lima, Perú.
- Vegas, O. (2012). *Herramientas de ayuda a la sectorización de redes de abastecimiento de agua basadas en la teoría de grafos aplicando disntintos criterios*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia .
- Wikepea. (21 de Noviembre de 2018). *escasez de agua*.

7.4 Fuentes electrónicas

https://www.google.com/search?q=lps+que+unidad+de+medida+es&rlz=1C1RLNS_esPE697PE697&oq=lps+que+unidad+de+medida+es+&aqs=chrome..69i57j0.12584j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8

https://www.google.com/search?q=google+academico&rlz=1C1RLNS_esPE697PE697&oq=google+acade&aqs=chrome.1.69i57j69i59j69i64j69i59l3.6348j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8



ANEXOS

ANEXO A: Volumen producido (m3) Enero - Diciembre 2015	43
ANEXO B: Volumen producido (m3) Enero - Diciembre 2016	44
ANEXO C: Volumen producido (m3) Enero – Diciembre 2017	45
ANEXO D: Cuadro de resumen de volumen producido 2015-2017	46
ANEXO E: Matriz de consistencia	48
ANEXO F: Constancia de practica pre profesional donde se recopiló datos	50



ANEXO A: Volumen producido (m3) Enero - Diciembre 2015



E.P.S. AGUAS DE LIMA NORTE S.A
GERENCIA OPERACIONAL
Control de Agua no Facturada

IOSE FAU.S.

HUACHO 2015

VOLUMEN PRODUCIDO (m3) ENERO 2015 - DICIEMBRE 2015													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.OPERACIONAL	581,387.00	515,126.00	564,018.13	534,958.48	547,418.27	532,753.78	559,630.54	548,046.48	537,692.97	553,949.00	537,552.00	572,076.43	6,584,609.08
VOLUMEN FACTURADO (m3) ENERO 2015 - DICIEMBRE 2015													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.COMERCIAL	363,452.00	376,264.00	378,606.00	373,350.00	375,250.00	360,778.00	375,933.00	362,875.00	364,794.00	358,226.00	360,478.00	366,663.00	4,416,669.00
VOLUMEN AGUA NO FACTURADA (m3) ENERO 2015 - DICIEMBRE 2015													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.OPERACIONAL	217,935.00	138,862.00	185,412.13	161,608.48	172,168.27	171,975.78	183,697.54	185,171.48	172,898.97	195,723.00	177,074.00	205,413.43	2,167,940.08
AGUA NO FACTURADA ALCANZADA (%) ENERO 2015 - DICIEMBRE 2015													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HUACHO	37.49%	26.96%	32.87%	30.21%	31.45%	32.28%	32.82%	33.79%	32.16%	35.33%	32.94%	35.91%	32.92%

UNN • HUACHO • NOIA

ANEXO B: Volumen producido (m3) Enero - Diciembre 2016



E LIMA NORTE S.A.
OPERACIONAL
Agua no Facturada



HUACHO 2016

AREA RESPONSABLE	VOLUMEN PRODUCIDO (m3) ENERO 2016 - DICIEMBRE 2016												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
GER.OPERACIONAL	578,424.11	564,725.29	588,228.00	564,580.00	565,387.35	556,742.78	557,570.24	540,567.75	517,025.23	554,634.24	545,002.86	567,009.00	6,699,896.85
AREA RESPONSABLE	VOLUMEN FACTURADO (m3) ENERO 2016 - DICIEMBRE 2016												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
GER.COMERCIAL	376,030.00	389,752.00	385,589.00	389,991.00	392,747.00	375,999.00	360,411.00	356,754.00	353,233.00	362,798.00	361,377.00	355,723.00	4,460,404.00
AREA RESPONSABLE	VOLUMEN AGUA NO FACTURADA (m3) ENERO 2016 - DICIEMBRE 2016												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
GER.OPERACIONAL	202,394.11	174,973.29	202,639.00	174,589.00	172,640.35	180,743.78	197,159.24	183,813.75	163,792.23	191,836.24	183,625.86	211,286.00	2,239,492.85
AREA RESPONSABLE	AGUA NO FACTURADA ALCANZADA (%) ENERO 2016 - DICIEMBRE 2016												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
HUACHO	34.99%	30.98%	34.45%	30.92%	30.53%	32.46%	35.36%	34.00%	31.68%	34.59%	33.69%	37.26%	33.43%



ANEXO C: Volumen producido (m3) Enero – Diciembre 2017



E.P.S. AGUAS DE LIMA NORTE S.A
GERENCIA OPERACIONAL
 Control de Agua no Facturada

HUACHO 2017

VOLUMEN PRODUCIDO (m3) ENERO 2017 - DICIEMBRE 2017													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.OPERACIONAL	581,677.00	548,800.00	595,275.00	586,179.00	602,016.00	575,775.00	591,493.00	560,424.00	519,865.00	584,700.00	585,415.00	623,180.40	6,954,799.40

VOLUMEN FACTURADO (m3) ENERO 2017 - DICIEMBRE 2017													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.COMERCIAL	372,738.00	379,026.00	378,053.00	371,975.00	370,667.00	362,737.00	360,860.00	363,057.00	336,302.00	332,117.00	364,610.00	371,496.00	4,363,638.00

VOLUMEN AGUA NO FACTURADA (m3) ENERO 2017 - DICIEMBRE 2017													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
GER.OPERACIONAL	208,939.00	169,774.00	217,222.00	214,204.00	231,349.00	213,038.00	230,633.00	197,367.00	183,563.00	252,583.00	220,805.00	251,684.40	2,591,161.40

AGUA NO FACTURADA ALCANZADA (%) ENERO 2017 - DICIEMBRE 2017													
AREA RESPONSABLE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HUACHO	35.92%	30.94%	36.49%	36.54%	38.43%	37.00%	38.99%	35.22%	35.31%	43.20%	37.72%	40.39%	37.26%

ANEXO D: Cuadro de resumen de volumen producido 2015-2017



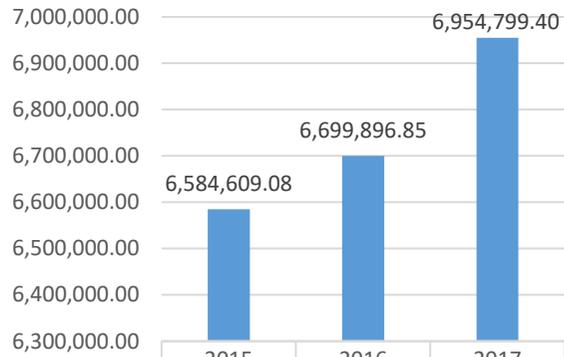
E.P.S. AGUAS DE LIMA NORTE S.A
GERENCIA OPERACIONAL
Control de Agua no Facturada

HUACHO

CUADRO DE RESUMEN				
	VOLUMEN PRODUCIDO	VOLUMEN FACTURADO	VOLUMEN NO FACTURADO	AGUA NO FACTURADA
2015	6,584,609.08	4,416,669.00	2,167,940.08	32.92%
2016	6,699,896.85	4,460,404.00	2,239,492.85	33.43%
2017	6,954,799.40	4,363,638.00	2,591,161.40	37.26%

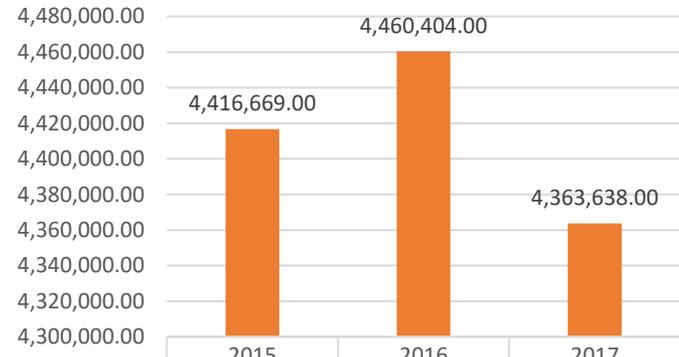


VOLUMEN PRODUCIDO (m3)



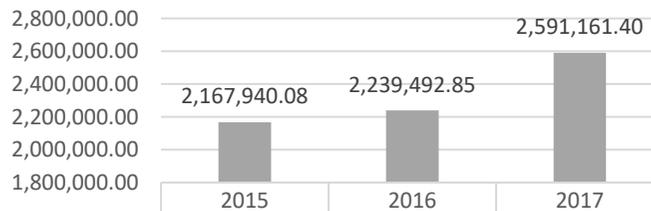
VOLUMEN PRODUCIDO	6,584,609.08	6,699,896.85	6,954,799.40
-------------------	--------------	--------------	--------------

VOLUMEN FACTURADO (m3)



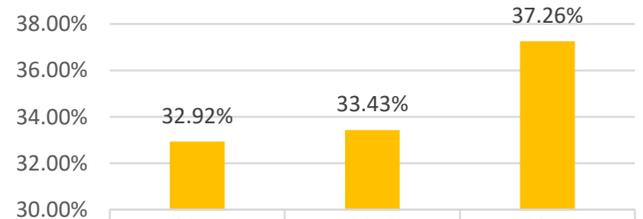
VOLUMEN FACTURADO	4,416,669.00	4,460,404.00	4,363,638.00
-------------------	--------------	--------------	--------------

VOLUMEN NO FACTURADO

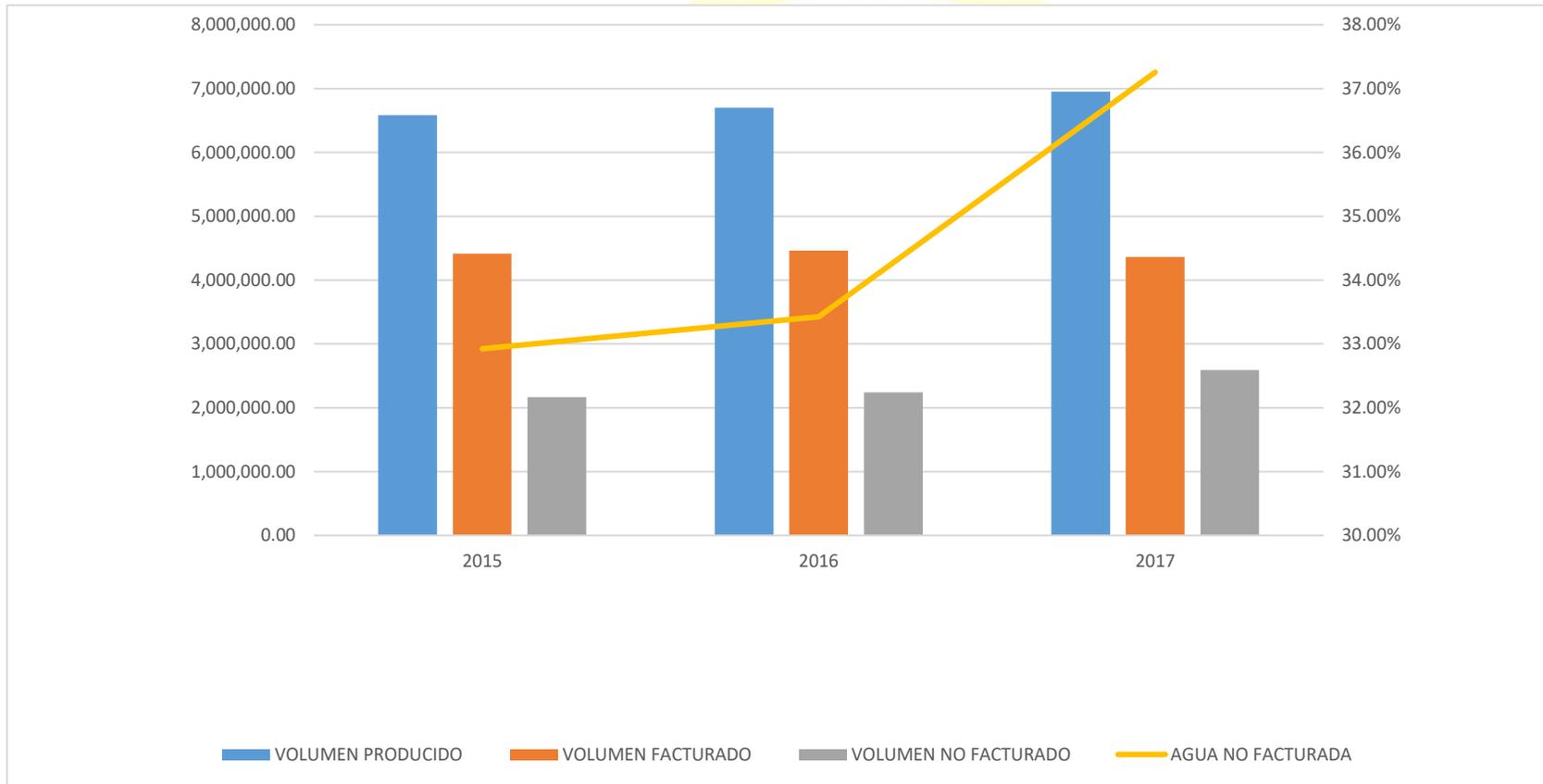


VOLUMEN NO FACTURADO	2,167,940.08	2,239,492.85	2,591,161.40
----------------------	--------------	--------------	--------------

AGUA NO FACTURADA



AGUA NO FACTURADA	32.92%	33.43%	37.26%
-------------------	--------	--------	--------



ANEXO E: Matriz de consistencia

“REDISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL, REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA Y AUMENTO DE LA GANANCIA ECONÓMICA POR EL AGUA NO FACTURADA A TRAVÉS DE UNA NUEVA SECTORIZACIÓN PARA MEJORAR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE HUACHO”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	
¿Cómo una nueva sectorización se relaciona con la mejor prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018?	Analizar la nueva sectorización para mejorar la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018.	La nueva sectorización se relaciona con la mejora de la prestación de servicio del agua potable en el distrito de Huacho, 2018.	Nueva Sectorización (X)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	
<p>a) ¿Cómo la redistribución del caudal se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?</p> <p>b) ¿Cómo la reducción de pérdidas de agua se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?</p> <p>c) ¿Cómo el aumento de la ganancia económica se relaciona con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho?</p>	<p>a) Analizar la redistribución del caudal y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p> <p>b) Analizar las pérdidas de agua y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p> <p>c) Analizar la ganancia económica y sus consecuencias en la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p>	<p>a) La redistribución del caudal y sus consecuencias se relaciona la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p> <p>b) La reducción de pérdidas de agua y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p> <p>c) El aumento de la ganancia económica y sus consecuencias se relacionan con la prestación del servicio de agua potable en el distrito de Huacho.</p>	Mejorar la prestación de servicio del agua potable (Y)

ANEXO F: Constancia de práctica pre profesional donde se recopiló datos



EPS EMAPA HUACHO S.A.
EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

**CERTIFICADO
DE
PRÁCTICAS PROFESIONALES**

**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
"DOMINGO MANDAMIENTO SIPAN" - EMAPA HUACHO S.A., CON RUC
20158820260, Y CON DOMICILIO EN AV. PUQUIO CANO 5TA. CUADRA S/N**

CERTIFICA QUE:

El Sr. **ARNOLD NED INGA FERREYRA**, identificado con DNI N° 46839648, viene efectuado su capacitación teórico práctico en la Gerencia Operacional, conforme al convenio de Formación de práctica profesional suscrito con nuestra representada, siendo del **09.01.2017** al **31.03.2017**; y del **10.04.2017** al **30.04.2017**.

Asimismo durante el periodo indicado; demostró responsabilidad y esmero en el periodo de práctica.

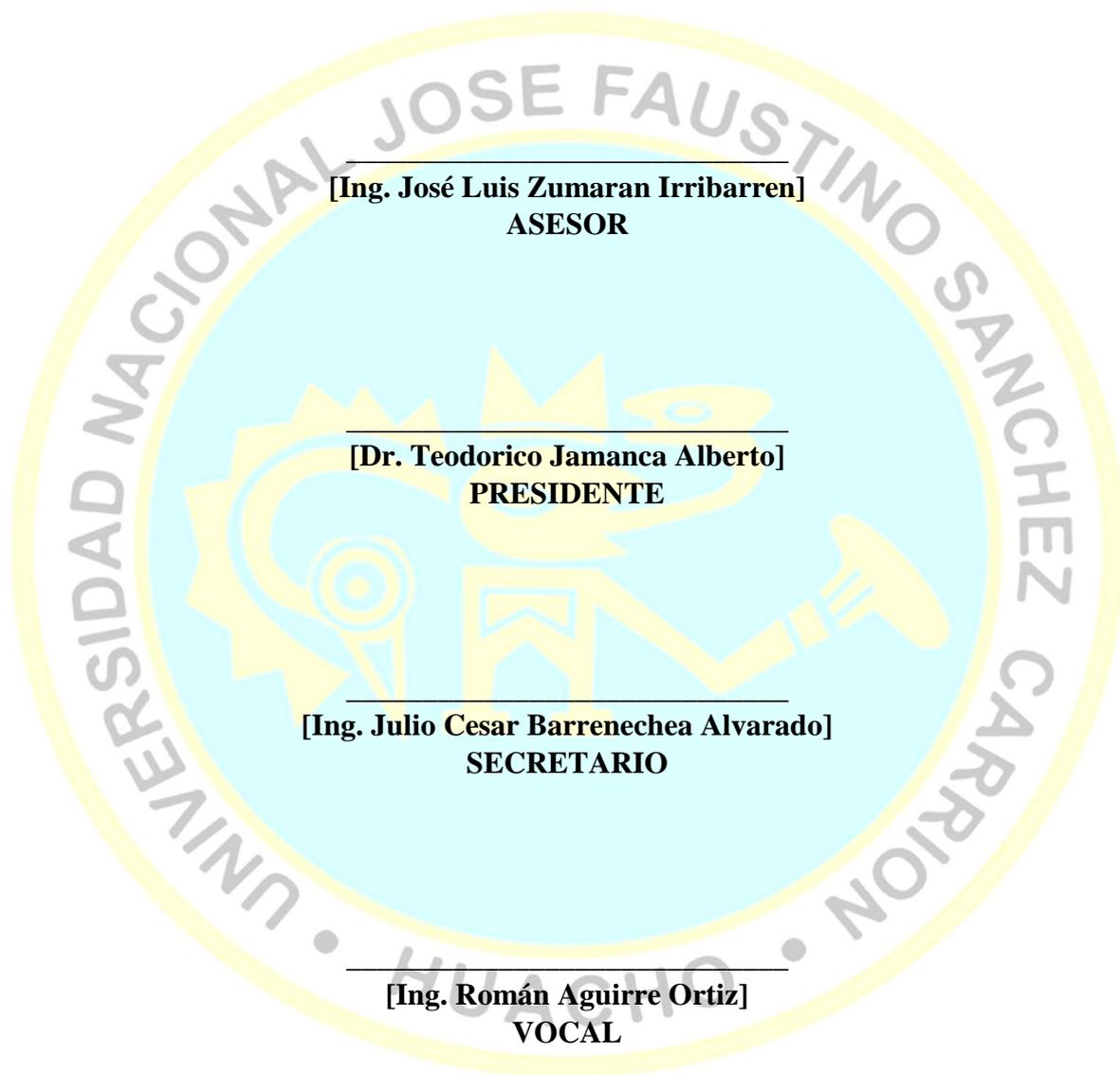
En consecuencia el practicante en mención, ha recibido de parte de esta empresa la capacitación respectiva.

Se expide el presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Hualmay, 02 de Mayo del 2017.


EPS EMAPA HUACHO S.A.
DIRECCIÓN GENERAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
JEF. DE REGISTRO Y MANTENIMIENTO

Av. Puquio Cano s/n - 5ta. Cuadra Huacho - Perú
232-1072 / 232-5700 / Telefax: 239-5190



[Ing. José Luis Zumaran Iribarren]
ASESOR

[Dr. Teodorico Jamanca Alberto]
PRESIDENTE

[Ing. Julio Cesar Barrenechea Alvarado]
SECRETARIO

[Ing. Román Aguirre Ortiz]
VOCAL