



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de  
agua potable, San Martín de Porres, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES

Rosaura Diana, Huancahuari Arimana

Melisa Mishel, Montero Leon.

ASESOR


Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-F
		02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 48 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **HUANCAHUARI ARIMANA, ROSAURA DIANA**  
 Cuyo título es: **"ANÁLISIS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS PARA MEJORAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SAN MARTÍN DE PORRES, 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018

  
 .....  
 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIMIE HEMAN  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO  
 VOCAL

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MONTERO LEON, MELISA MISHEL**

Cuyo título es: **"ANÁLISIS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS PARA MEJORAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SAN MARTÍN DE PORRES, 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018



Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL

PRESIDENTE



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIMIE HEMAN

SECRETARIO



Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO

VOCAL

### **Dedicatoria**

A nuestros padres y familiares, que son nuestro motivo para esforzarnos y ser cada día mejores personas para así lograr nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Las autoras expresan su agradecimiento a las personas que nos apoyaron de manera incondicional, para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

Al Ing. Ricardo Piccho, por el tiempo y la asesoría que nos brindó de forma voluntaria.

Al Ing. Renán Reyes por el tiempo que se tomó para atendernos durante el transcurso de la elaboración de nuestra tesis.

A todos ellos les brindamos nuestro agradecimiento.

Las autoras.

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Rosaura Diana Huancahuari Arimana con DNI N° 44634778 y a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que presenté en la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de Diciembre de 2018



---

Rosaura Diana Huancahuari Arimana  
DNI: 44634778

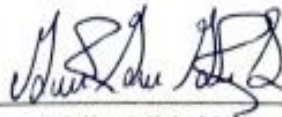
### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Melisa Mishel Montero Leon con DNI N° 77212203, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que presento en la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de Diciembre de 2018



---

Melisa Mishel Montero Leon  
DNI: 77212203



## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018", cuyo objetivo es determinar de qué manera influye el análisis de fugas en redes secundaria para la mejorar la red de distribución, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

El presente proyecto de investigación se estructurará en siete capítulos. En el Capítulo I se estableció la Realidad problemática, Trabajos previos, Teorías relacionadas al tema, Planteamiento del problema, Justificación, Hipótesis, Objetivo e Importancia; en el Capítulo II, se ubicó el Diseño de la Investigación, Operacionalización de variables, Población y muestra, Técnicas e instrumento de recolección de datos, Materias primas, Método de análisis de datos y Aspectos éticos; en el Capítulo III se ubicaron los Resultados; en el Capítulo IV se encuentra la Discusión de los resultados; en el Capítulo V se establecieron las Conclusiones y las Recomendaciones; en el Capítulo VI se colocaron las Referencias bibliográficas y finalmente en el Capítulo VII se localizará los anexos.



---

Rosaura Diana Huancahuari Arimana  
DNI: 44634778



## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018", cuyo objetivo es determinar de qué manera influye el análisis de fugas en redes secundaria para la mejorar la red de distribución, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

El presente proyecto de investigación se estructurará en siete capítulos. En el Capítulo I se estableció la Realidad problemática, Trabajos previos, Teorías relacionadas al tema, Planteamiento del problema, Justificación, Hipótesis, Objetivo e Importancia; en el Capítulo II, se ubicó el Diseño de la Investigación, Operacionalización de variables, Población y muestra, Técnicas e instrumento de recolección de datos, Materias primas, Método de análisis de datos y Aspectos éticos; en el Capítulo III se ubicaron los Resultados; en el Capítulo IV se encuentra la Discusión de los resultados; en el Capítulo V se establecieron las Conclusiones y las Recomendaciones; en el Capítulo VI se colocaron las Referencias bibliográficas y finalmente en el Capítulo VII se localizara los anexos.



---

Melisa Mishel Montero Leon

## INDICE GENERAL

PAGINA DE JURADO .....	II
DEDIATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	VI
PRESENTACIÓN .....	VIII
INDICE GENERAL .....	X
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1 Realidad problemática.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Trabajos previos.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema.....</b>	<b>27</b>
1.3.1 La red de distribución .....	27
1.3.2 Fugas.....	27
1.3.2.1 Las fugas en las redes de distribución.....	28
1.3.2.2 Clasificación de fugas .....	28
1.3.3 Antigüedad de la Tubería .....	34
1.3.4 Presión .....	35

1.3.4.1	Gestión de presiones.....	35
1.3.5	Tipos de materiales en agua potable.....	38
1.3.6	Métodos de detección de fugas en la red de distribución.....	41
1.3.7	Balance Hídrico.....	43
1.3.7.1	Agua No facturada.....	44
1.3.8	Modelación de redes.....	45
<b>1.4</b>	<b>Formulación del problema.....</b>	<b>45</b>
1.4.1	Problema general.....	45
1.4.2	Justificación.....	45
<b>1.5</b>	<b>Hipótesis.....</b>	<b>46</b>
<b>1.6</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>47</b>
1.6.1	Objetivo general.....	47
1.6.2	Objetivos específicos.....	47
<b>II.</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>48</b>
<b>2.1</b>	<b>Diseño de investigación.....</b>	<b>49</b>
<b>2.2</b>	<b>Variables, Operacionalización.....</b>	<b>50</b>
<b>2.3</b>	<b>Población y Muestra.....</b>	<b>53</b>
<b>2.4</b>	<b>Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</b>	<b>55</b>
<b>2.5</b>	<b>Método de análisis de datos.....</b>	<b>56</b>
<b>2.6</b>	<b>Aspectos éticos.....</b>	<b>56</b>

<b>III. ANALISIS RESULTADOS</b> .....	57
<p>Interpretación: Se observa que en el Sector 210 del Distrito de San Martín de Porres cuenta con una longitud de tubería de Asbesto Cemento de 44,225.63 m, de Pvc con una longitud de 9,544.51 m, y Hierro Dúctil de 38.01 m. El material predominante es la tubería de Asbesto Cemento con 82.19% de longitud de red, mientras que la Tubería de Pvc cuenta con 17.74 % de longitud, y existe un mínimo porcentaje de tubería de Hierro Dúctil de 0.07%..</p>	
<b>IV DISCUSIÓN</b> .....	82
<b>V CONCLUSION</b> .....	85
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	87
<b>VII. REFERENCIA</b> .....	89
<b>ANEXOS</b> .....	94

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución Global de la escasez física y económica .....	19
<b>Figura 2.</b> Configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en las ciudades urbanas .....	27
<b>Figura 3.</b> Relación entre tasa de agua (Q) y tiempo de fuga (t).....	29
<b>Figura 4.</b> Ubicación y frecuencia de fugas en redes principales y secundarias.....	30
<b>Figura 5.</b> Ubicación y Frecuencia de Fugas en la red domiciliaria .....	31
<b>Figura 6.</b> Fisuras en la tubería. ....	32
<b>Figura 7.</b> Orificio en la tubería. ....	32
<b>Figura 8.</b> Puntos de fallas típicos en accesorios .....	32
<b>Figura 9.</b> Comportamiento Típico de la tasa de falla en la tubería.....	35
<b>Figura 10.</b> Zona de estudio .....	54

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Lugar de ocurrencia de fuga en red secundaria .....	31
<b>Tabla 2.</b> causas Típicas de falla en las tuberías.....	34
<b>Tabla 3.</b> Balance Hídrico .....	44
<b>Tabla 4.</b> Operacionalización de variables.....	52
<b>Tabla 5.</b> Fugas en redes Secundarias de Agua Potable en el Distrito de Lima – 2018.....	58
<b>Tabla 6.</b> Sectores del Distrito de San Martin de Porres donde se produce mayor porcentaje de fuga.....	59
<b>Tabla 7.</b> Material de Asbesto Cemento en el Sector 210 San Martin de Porres.....	60
<b>Tabla 8.</b> Material de Hierro Dúctil en el Sector 210 San Martin de Porres.....	60
<b>Tabla 9.</b> Material de Pvc en el Sector 210 San Martin de Porres. ....	61
<b>Tabla 10.</b> Longitud de Redes Secundarias de Agua Potable por antigüedad y material de la tubería.....	61
<b>Tabla 11.</b> Balance Hídrico, Sector 210 Año 2016.....	63
<b>Tabla 12.</b> Balance Hídrico, Sector 210 Año 2017.....	63
<b>Tabla 13.</b> Balance Hídrico, Sector 210 Año 2018.....	64
<b>Tabla 14.</b> Volumen distribuido del año 2016 al 2018, del Sector 210 San Martin de Porres. ..	65
<b>Tabla 15.</b> Cuadro del Volumen facturado del año 2016 al 2018, del Sector 210 San Martin de Porres.....	66
<b>Tabla 16.</b> A.N.F del año 2016 al 2018.....	68
<b>Tabla 17.</b> Comparativo de Presión de Tubería de Asbesto Cemento de un periodo de 0 años y 25 años.....	69

<b>Tabla 18.</b> Comparativo de Pérdida de carga con material de Asbesto Cemento de un periodo de (0 a 25 años). .....	70
Tabla 19.Comparativo de Presión con material de Asbesto Cemento y HDPE en un mismo periodo de tiempo (25 años).....	73
<b>Tabla 20.</b> Comparativo de Pérdida de carga con material de Asbesto Cemento y HDPE en un mismo periodo de tiempo (25 años).....	74
<b>Tabla 21.</b> Comparativo de Presión con material HDPE en un mismo periodo de tiempo de (0 a 25 años). .....	75
<b>Tabla 22.</b> Comparativo de Pérdida de carga con material HDPE en un periodo de tiempo de (0 a 25 años). .....	77
Tabla 23.Comparativo de Presión con material HDPE en un mismo periodo de tiempo de (0 a 25 años). .....	79



## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar de qué manera influye el análisis de fugas en redes secundarias en la mejora de la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2108. El diseño de investigación que se llevó a cabo es no experimental, con enfoque cuantitativo puesto que, mediante datos estadísticos, se puede contestar a la pregunta de investigación, probando de esta manera la hipótesis, y descriptivo ya que se describirá las definiciones de variables, examinando el fenómeno a medir y a estudiar, mediante la recolección de información se guiará de la pregunta de investigación.

En base a los datos brindados por la Empresa Sedapal (Área de Control y Reducción de Fugas), se pudo analizar las fugas en redes secundarias de agua potable en el Sector 210, y por consiguiente proponer mejoras en la red de distribución, mediante el Modelamiento de la Red en el Programa Wactercad V8i y la aplicación de la Metodología de Gestión de Presiones, el cual permitió reducir el caudal de fuga.

Palabras Claves: Análisis de fugas, Mejora en la red de distribución, caudal de fuga.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to determine how the analysis of leaks in secondary networks influences the design of the potable water distribution network, San Martin de Porres, 2108. The research design that was carried out is non-experimental , with a quantitative approach since by means of statistical data, the research question can be answered, thus testing the hypothesis, and descriptive, since the definitions of variables will be described, examining the phenomenon to be measured and studying, through the collection of information will be guided by the research question.

Based on the data provided by the Sedapal Company (Leakage Control and Reduction Area), it was possible to analyze leaks in secondary drinking water networks in Sector 210, and therefore propose improvements in the distribution network, through Modeling of the Network in the Wactercad V8i Program and the application of the Pressure Management Methodology, which allowed to reduce the leakage flow.

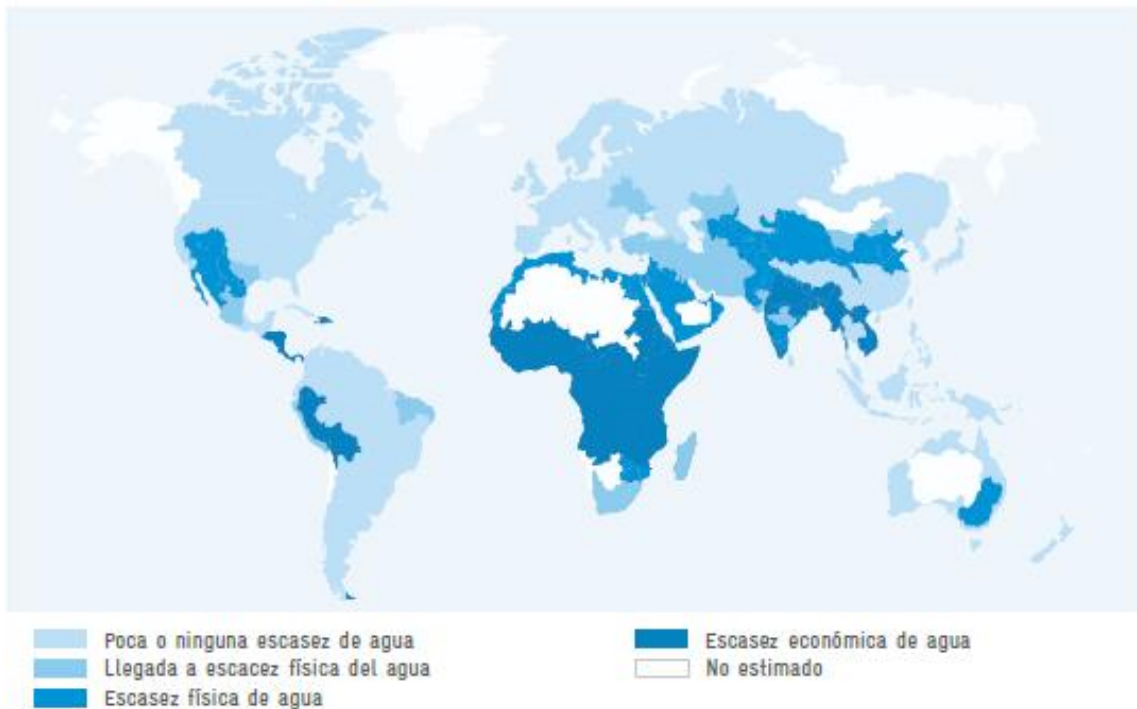
**Key Words:** Leak analysis, Improvement in the distribution network, leakage flow.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

Los problemas que se dan a nivel mundial son las fugas en las redes de abastecimiento de agua potable, afectando a la población y la salud de los consumidores, ocasionando pérdidas económicas y sociales.

De acuerdo al Banco Mundial, el volumen anual de agua no facturada (ANF) en los países en desarrollo se pierde 26,7 mil millones de m<sup>3</sup> de agua, lo que representa USD 5,9 mil millones de pérdidas económicas a las empresas prestadoras de servicio cada año, ya que, reduciendo las pérdidas de agua, permitiría obtener mayor ganancia y suficiente agua para abastecer a más de 90 millones de personas más en los países en desarrollo. (GIZ, Guía para la reducción de las pérdidas de agua.p. 32).



**Figura 1.** Distribución Global de la escasez física y económica

Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011, p.30 (En la imagen se puede apreciar que en gran parte del continente sufre el desabastecimiento de agua que es vital y necesario para la vida).

Ellen J. Lee y Kellogg J. Schwab (2005), afirma que, debido al crecimiento poblacional en países de desarrollo, es necesario implementar redes de abastecimiento, el deterioro, el envejecimiento de las tuberías y la falta de mantenimiento de las redes de distribución, ocasionan

fugas, provocando el ingreso de sustancias extrañas (microorganismos, bacterias) a la red, contaminando el agua.

Idencity (ATARES, 2016), indica que España registra el mayor porcentaje de pérdidas, con un 25%, Holanda un 5%, Alemania un 7 % y Austria un 9 %, debido a fugas en la red de distribución. Entre las causas que provocan este déficit se encuentran la mala calidad en la red de distribución, el coste de consumo que no llegan a cubrir los costos de mantenimiento de la red distribución, falta de concientización por los usuarios, falta de inversión en las infraestructuras ocasionando el envejecimiento de las tuberías, roturas y averías.

América latina cuenta con la tercera parte de agua dulce en el mundo (31%), la falta de mantenimiento de las redes distribución, las instalaciones defectuosas generan un desperdicio, antes de llegar a las viviendas, ocasionando un déficit de dicho recurso, siendo este un quince por ciento en países desarrollados y cincuenta por ciento en países en desarrollo. Bolivia es un país que enfrenta la escasez de agua, en los últimos 25 años, los estudios señalan que el sesenta por ciento del agua que se pierde en las redes de distribución, son debido a la antigüedad de la tubería.

En el Perú uno de los principales problemas que se presentan falta de inversión en proyectos de abastecimiento y mantenimiento de las redes ocasionando la presencia de fugas en la red de distribución, roturas en las tuberías. Las Empresas prestadoras del servicio (Sedapal en Lima), solo invierten un 0.65% del 4% anual del presupuesto, siendo este un recurso mínimo para rehabilitar las redes, así mismo pierde el 28% de su facturación por tuberías rotas y conexiones clandestinas.

Informe N° 176-2011/SUNASS-120-F (2011) emitido por la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de la SUNASS, ente regulador de las empresas de saneamiento del Perú, menciona que en el 2011 la

producción de agua fue de 1321.34 millones de m<sup>3</sup> de agua de esta cantidad se perdió físicamente 548.77 millones de m<sup>3</sup> de agua, es decir el 41.5%, además indica que 11 empresas tienen más de 60% de ANF, o sea pierden el 60% de su producción total.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (**SUNASS**) indica que un metro cúbico de agua para un usuario conectado a la red pública cuesta aproximadamente 30 céntimos de dólar, mientras que comprar agua al camión cisterna puede llegar a costar más de cuatro dólares por metro cúbico, es decir más de 12 veces su precio.

Según el estudio de la Organización Mundial de Salud (OMS) una persona debería consumir al día 100 lts de agua /día para atender todas sus necesidades. Sin embargo en el Perú no existe una adecuada gestión en la distribución de agua, tal es el caso de San Isidro que gasta 447 lts/día por persona ,en Miraflores con un 395 lts/día ,la Molina con 258 lts/ día y Lurigancho - Chosica consume tan solo 15 lts/ día por persona ,según estos datos estadísticos muestran que la población afectada se da principalmente en zonas rurales que cuentan con mayor población y menos ingresos económicos ,viéndose obligado a adquirir el agua por medio de camiones cisternas, pozos manantiales que no garantizan la calidad del recurso hídrico, resultando un costo más elevado además de exponerse a enfermedades gastrointestinales, enfermedades dermatológicas, diarreas, hepatitis, se debe tomar medidas preventivas para garantizar la calidad de vida de estas personas.

En la zona de Lima Norte, se ve limitada la cobertura y calidad del servicio de agua potable, esto se debe a que el sistema de distribución en las redes secundarias se encuentra dañadas por el paso de los años, la falta de mantenimiento, el cual origina las roturas y fugas en la red.

En la actualidad las redes secundarias de agua potable en Lima Norte, pierden un alto porcentaje de este líquido, debido a que estas han sobrepasado su vida útil. (Olivos, 2014, p.23)

Por ello la presente investigación permite analizar las fugas en redes secundarias, y una vez identificada se plantea mejorar la red de distribución para el buen funcionamiento del servicio.

## 1.2 Trabajos previos

En el proyecto de investigación se encontraron temas asociados al análisis de las fugas, se recopiló información de la empresa Sedapal, esta información fue procesada para identificar los problemas, brindar soluciones y contribuir con el desarrollo de la población. Actualmente diferentes países, están optando por el uso de equipos tecnológicos, para encontrar las fugas en redes secundarias no visibles, y una vez detectadas plantear reducir el volumen de agua perdido, y así tomar medidas correctivas con la finalidad de garantizar el funcionamiento del servicio.

La revista Global Data (2017), indica que en Irlanda se detectaron fugas en las redes de distribución, por ello se tomó la decisión de repararlas, optimizando así el ahorro de agua de hasta 200 000 litros de agua por consiguiente este volumen que no se pierde se podría redistribuir a otro sector de la población que lo requiere o abastecer más tiempo.

Ramírez (2017), en la tesis titulada : “Metodología de evaluación de pérdidas de agua potable y análisis de factibilidad de medición continua en grandes conducciones .caso: gran alimentadora -Valparaíso, tiene como **objetivo** hallar los componentes de agua no contabilizada en el sistema Gran Alimentadora en Valparaíso y determinar en qué sector se produce la mayor pérdida de agua, determinando así el tipo de pérdida, la **metodología es** aplicada de la investigación es cuantitativa ,basándose en una realidad enmarcada, a su vez es no experimental puesto que los resultados se basaron en la recolección de datos estadísticos, para obtener los **resultados** se utilizó la metodología BABE para determinar que en el Sector 1,5 y 10 se produce la mayor pérdida de agua, concluyendo así que las pérdidas comerciales (hurtos o manipulación de medidores) son mayores a la pérdidas técnicas (daños de la infraestructura),finalmente se



**recomienda** implementar un Plan de Reducción de Pérdidas comerciales ,permitiendo regularizar a clientes ilegales e implementando medidores, obteniendo así ganancia económica a la Empresa prestadora de Servicio en el tema de facturación.

Mogollón (2017), “Estudio de la probabilidad de rotura en abastecimientos urbanos con la ayuda de modelos estadísticos e hidráulicos .estrategias de renovación de activos”, tiene como **objetivo principal** hallar la probabilidad de rotura que sufren las tuberías en las redes de agua potable ubicado en la Comunidad Valenciana (España),la **metodología** aplicada de la investigación es cuantitativa ,basándose en una realidad enmarcada, a su vez es no experimental puesto que los **resultados** se apoyan en la recolección de datos estadísticos los cuales se analizan para obtener un registro de roturas de tuberías presentados en la ciudad de Valencia, se utilizó el método de SHAMIR Y HOWARD (1979) en donde indica que las fallas de las tuberías se debe a su edad, finalmente se puede **concluir** que al no tener un registro de información de roturas más detallada, de acuerdo a los eventos ocurridos el cual no permite obtener resultados precisos, se **recomienda** realizar inspecciones anticipadas y que el personal se encuentre debidamente capacitado para reducir las fugas para obtener resultados fiables .

González (2017),la tesis que tiene como título: “Diseño, Aplicación y evaluación de una metodología de detección activa de pérdidas en redes de agua potable”, tiene como **objetivo general** implementar una nueva tecnología para hallar y controlar las pérdidas de agua en la Zona del Antiplano en Chile ,la **metodología** aplicada de la investigación es cuantitativa ,basándose en la realidad, a su vez es experimental, los **resultados** se pudo determinar que con la implementación de nueva tecnología se puede obtener buenos resultados, optimizando el control de las redes de agua potable y mediante la renovación de 16 km ,se pudo disminuir el 12 % de

pérdidas de agua, se **recomienda** utilizar el programa Monitor para tener un mejor control de la red, así como de las pérdidas aparentes y reales.

Hierro (2016), en el proyecto de investigación que tiene como título “Diseño e implementación de un sistema de control de presiones y detección de posibles daños en la red de agua potable de EMAPE- I, en el sector de Juana Atabalipa en la ciudad de Ibarra”, tiene como objetivo general diseñar un sistema de control a presión para la detección de fallas en la red de distribución de agua potable en la Ciudad de Ibarra, la **metodología** aplicada de la investigación es cuantitativa, basándose en una realidad enmarcada, a su vez es experimental, para determinar los **resultados** se utilizó la tecnología de comunicaciones GSM, cuya función consiste en advertir el cambio de presiones en las tuberías de la red de distribución, mediante un mensaje de texto al celular como señal de advertencia, y también detectar las fugas al cierre o apertura de las válvulas, en este proyecto se **recomienda** implementar esta tecnología para detectar las fugas.

Asimismo Conejos (2015), en su tesis titulada: “Desarrollo e implementación de un modelo realista de demandas y fugas dependientes de la presión para redes de distribución de agua urbana”, tiene como **objetivo** determinar que tanto el caudal que se demanda por parte de los usuarios, como el caudal de fugas dependen de la presión, cuando en la red de distribución ocurre fallas como roturas, paradas de bomba ocasiona una disminución de presión, el trabajo fue realizado en Valencia-España, se utilizó el **método** de caudales mínimos nocturnos, que permite detectar las pérdidas de fugas, también se apoyó en programas de EPACAD, para calcular las demandas de la presión, se concluye que la detección de fugas se produce por presión, finalmente se pudo determinar que la presión tiene influencia en las fugas en tuberías ocasionando roturas, y deterioro de la misma.

Ojeda (2012), en su tesis titulada: “Metodología para la reducción de pérdidas en redes de agua potable y su puesta en práctica en la red de ciudad universitaria de la UNAM”, tiene como **objetivo** determinar la fuga como el factor principal de un deficiente servicio de agua potable, describe también los **métodos** que son utilizados en otros países para disminuir las pérdidas de agua, para poder realizar estos métodos se tiene que realizar un análisis en la red de distribución , posteriormente se desarrollara el balance hídrico con el fin de dar a conocer volumen de agua perdido, una vez determinado indica que es necesario aplicar gestión de presiones para el buen funcionamiento de la red y reducir el nivel de pérdida de aguas. Para llegar a los **resultados** se sectorizaron 5 subsectores (C, G, H, I Y J), donde se pudo determinar que en el sector H es donde se produjo el mayor porcentaje de fuga. En este proyecto se **recomienda** realizar un buen manejo de operación de válvulas, realizar continuos controles de fugas y efectuar mantenimiento constante en las tuberías.

Porras (2017), en su proyecto de investigación titulada: “Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable – Sector San Carlos – La Merced”, tiene como **objetivo** disminuir las pérdidas de agua en la red de tubería para mejorar la distribución de agua potable en la provincia de La Merced- Chanchamayo, departamento de Junín – Perú, aplico el **método** de sectorización utilizada para controlar las fugas, , el balance hídrico para estimar el volumen que se pierde y la modelación de redes mediante el programa watercad para anticipar los resultados en redes de agua . Se **concluye** que, mediante la sectorización y la gestión de presiones, se disminuye un 40.5% de pérdida en la red de agua potable. Por lo tanto, permite tener un mejor control de las pérdidas ocasionado por fugas, esto permitirá distribuir el volumen de agua a la población, ampliar las horas de suministro. Se **recomienda a** las Empresas

Prestadoras de Servicio realizar gestión de presiones y programas para el control y disminución de pérdidas en redes de distribución.

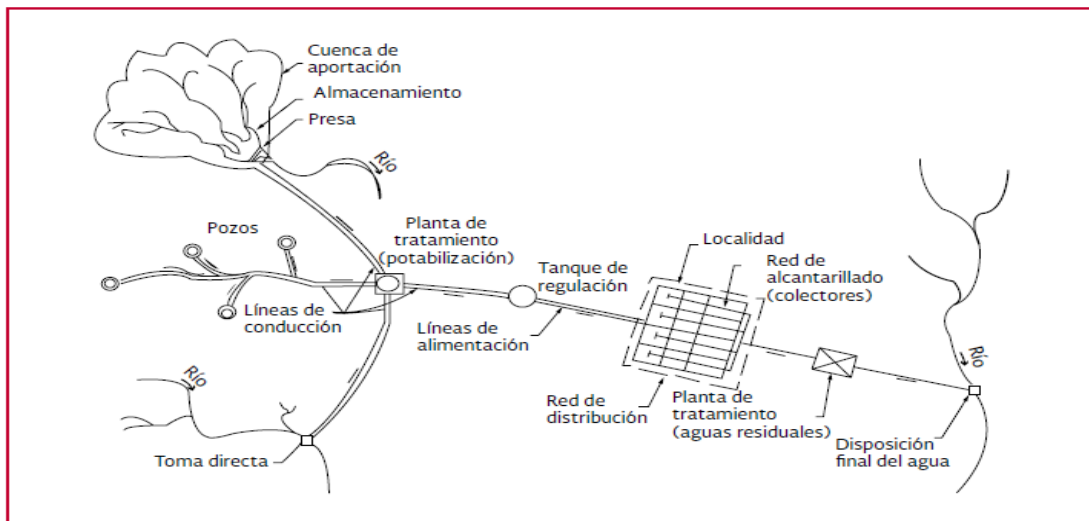
Olivos (2014), en su tesis titulada: “Modelo técnico económico para la toma de decisiones de renovación de redes secundarias de agua potable en la zona Norte de Lima”, el **objetivo** es realizar un estudio técnico y económico para evaluar la viabilidad de renovar y/o rehabilitar en las redes secundarias, la **metodología** es cualitativa ya que se basa en la revisión de información que busca responder a las interrogantes planteadas, en el **resultado** para poder determinar si es necesario reemplazar las redes secundarias, se halló el porcentaje de ANF el cual represento el 40 al 50%, además se determinó que estas pérdidas ocurren en las redes secundarias representando un 80% y 20% en las conexiones domiciliarias. Finalmente, este autor **recomienda** que la Empresas Prestadoras de Servicio deben renovar las redes secundarias en un periodo de tres años por el tema económico.

Gutiérrez (2016), en su trabajo de investigación titulado: “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” tiene como **objetivo** en su investigación cuantificar el porcentaje de agua no facturado (ANF) en el abastecimiento de agua potable, la **metodología** de la investigación es cuantitativa ya que busca la recolección de datos y analizar para responder las preguntas de investigación, se logra determinar el volumen de ingreso a la población de Larapa mediante el uso de caudalímetro de ultrasonido (PT 878), se logra determinar el volumen de pérdidas de agua por defectos en las redes de distribución, debido a la presión. Para reducir el volumen de pérdidas, se **recomienda** realizar la renovación de tuberías de manera parcial ya que estas tienen una antigüedad mayor a 30 años, realizar un seguimiento mensual.

## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 La red de distribución

Es el conjunto de tuberías, válvulas e hidrante que transportan el agua del reservorio a las redes principales donde estas alimentan a las redes secundarias y luego se unen para abastecer a las conexiones domiciliarias. (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ,2012).



**Figura 2.** Configuración típica de un sistema de abastecimiento de agua en las ciudades urbanas

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2012, p.1

### 1.3.2 Fugas

Fugas, se refiere a la salida de agua no controlada en los elementos del sistema de distribución, provocadas por las roturas de las tuberías, uniones y válvulas (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ,2012).

Ochoa y Bourguett (2001) manifiesta que “Una fuga es un escape físico de agua en cualquier punto del sistema de agua potable; puede ocurrir en conducciones, tanques de almacenamiento, redes de distribución, conexiones domiciliarias y dentro de las casas de los usuarios”. (p.11)

### **1.3.2.1 Las fugas en las redes de distribución**

Las fugas generan desabastecimiento de agua potable en algunos países, siendo las principales causas la calidad de los materiales, el tiempo de vida útil y las presiones, estos problemas son difíciles de detectar ya que ocurren dentro o fuera de la superficie debido a ello se utilizan equipos tecnológicos.

Equipo de Control y Reducción de Fugas, viene trabajando desde hace 20 años con 5 equipos móviles, se realizó un recorrido mensual de aproximadamente 250 km donde se detectaron 108mil 93 fugas. (Sedapal, 2015)

Las fugas en las redes de distribución de agua potable son predominantes y constante en las empresas prestadoras de servicio, a través del funcionamiento del servicio se puede determinar si es excelente o deficiente, teniendo en cuenta el volumen de agua que se fuga. Por ello es necesario saber el punto de ocurrencia de la fuga analizando el área de estudio. (Abarca,2012, p.14)

### **1.3.2.2 Clasificación de fugas**

Entre los tipos de fugas se tienen:

#### **Fugas Visibles**

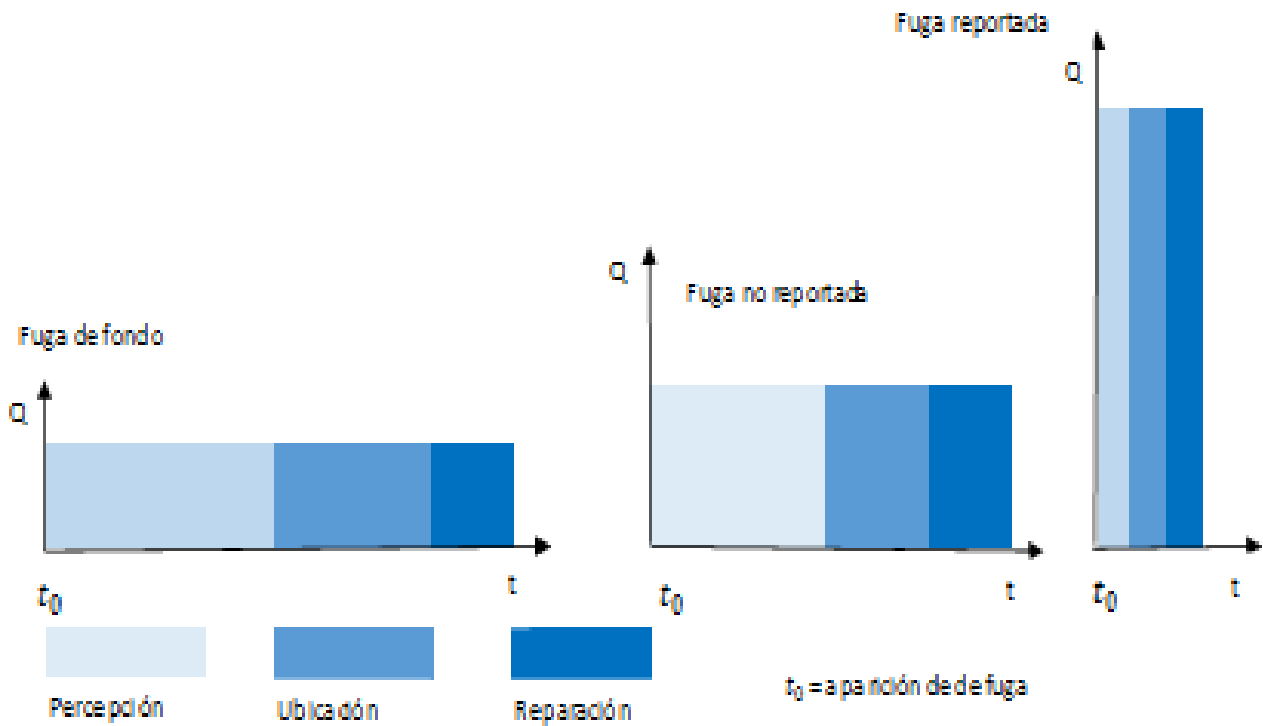
Este tipo de fugas se manifiesta en la superficie como grietas, ocasionadas por la ruptura imprevista de las tuberías de distribución, son detectadas fácilmente en la superficie. (Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011, p.50)

#### **Fugas no visibles**

Por lo general este tipo de fugas no ocurre en la superficie, por lo que pasa desapercibido ya que el cliente sigue contando con dicho servicio, ocurren en las tuberías principales y

secundarias, tienen caudales mayores a 250 l/h, puesto que se infiltran en el suelo no se visualiza en la superficie, la presencia de fugas se identifica analizando las mediciones de presión. (Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011, p.50)

|



**Figura 3.** Relación entre tasa de agua ( $Q$ ) y tiempo de fuga ( $t$ )  
 Fuente: Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011.p.51



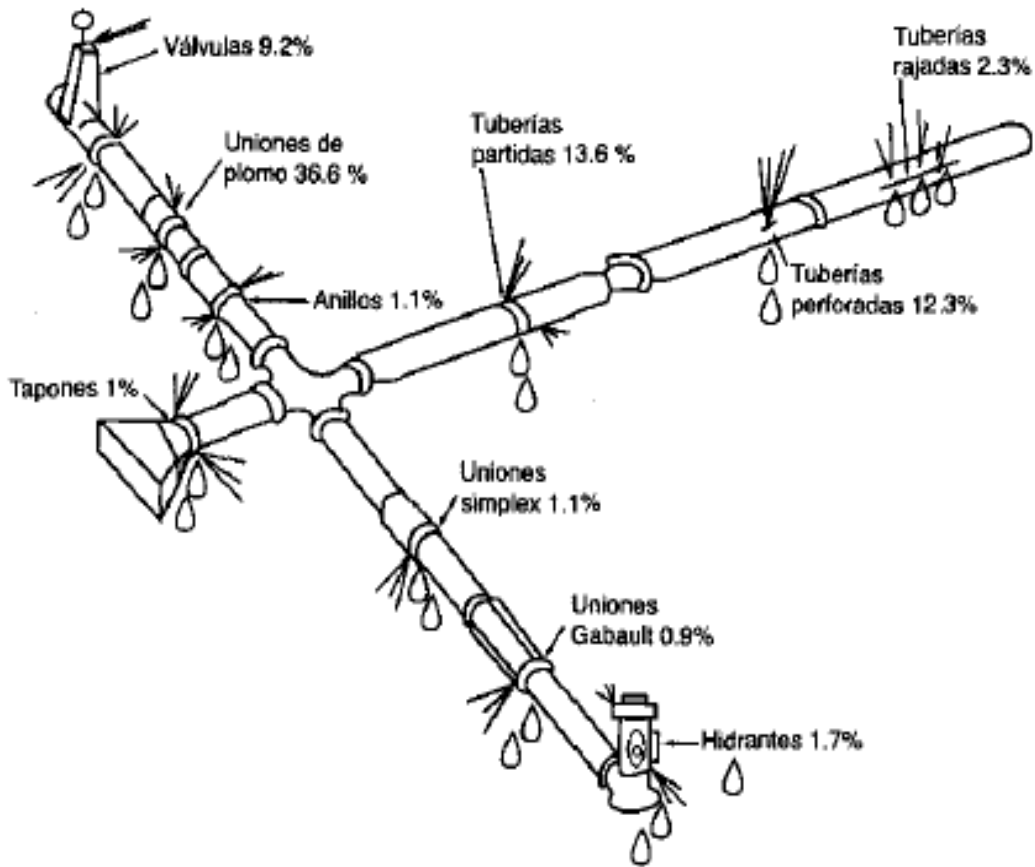
## Fugas en depósitos

Son fallas de la estructura, por agrietamiento en los reservorios, ocurren de manera esporádica.

## Fugas en conducciones

Ocurren en las redes principales y secundarias, sus caudales están en un rango de 250 ml hasta 10 l/s debido a la corrosión, mala instalación, tipo de material y el golpe de ariete debido a la alteración del sistema de operación provocando fugas. (Abarca ,2012).

*Figura 4.* Ubicación y frecuencia de fugas en redes principales y secundarias



Fuente: Reducción integral de pérdidas de agua potable, 2011, p12.

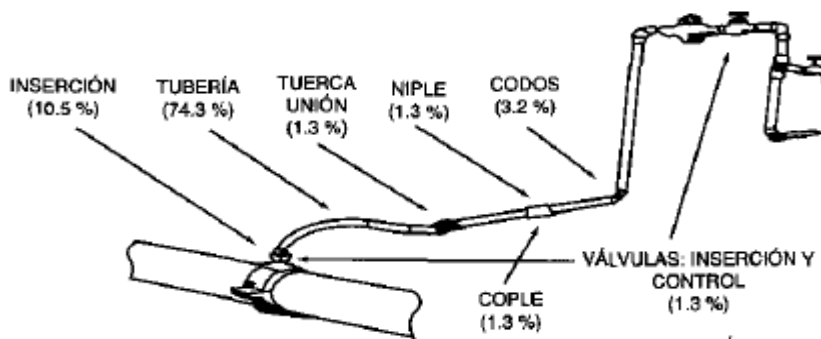
## Fugas en el cuadro del medidor

Por lo general se da por goteos, provocados por la mala instalación de accesorios o piezas sueltas.

### Fugas en cajas de válvula

Estas podrían ocurrir en la válvula reguladora de presión., se pierde un caudal de 200 ml hasta 1lt/s.

**Figura 5.** Ubicacion y Frecuencia de Fugas en la red domiciliaria  
**Fuente:** Reducción Integral de pérdidas de agua potable, 2011. p.13.



**Tabla 1.** Lugar de ocurrencia de fuga en red secundaria

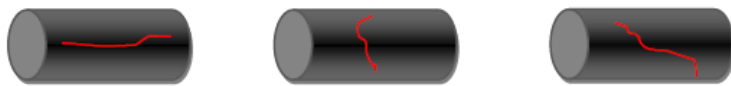
Fugas no visible	Año 2018
Caja a/ medidor	22
Caja d/ medidor	29
Corporation	74
Línea a/ caja	28
Línea d/ caja	9
Tubería	1
Válvula de red	1
	164

**Fuente:** Equipo de control y Reducción de Fugas.

### 1.3.2.3 Clasificación de las fugas por sus características físicas

Las fugas pueden ser clasificadas de acuerdo al punto de ocurrencia en el que se presentan, en tuberías o accesorios. Es por ello que su clasificación depende de su aspecto físico. Por ejemplo, en las tuberías rígidas, como el de acero y de PVC, se presentan principalmente tres tipos de fallas que son: fisura, picadura y rotura. (Ojeda, 2012, p.17)

Las fisuras pueden presentarse de forma longitudinal, transversal y combinada, debido al sentido de la fragmentación con respecto al tubo.



**Figura 6.** Fisuras en la tubería.

Mientras que las picaduras son orificios en el tubo, provocados por corrosión del material o por cualquier cuerpo duro que impacte al tubo. (Ojeda, 2012, p.17)



**Figura 7.** Orificio en la tubería.

Las roturas se deben al estallido o colapso de la tubería, dados mayormente por fuerzas de torsión o tensión.

Sin embargo, las fallas también se dan en los accesorios de las tuberías como en codos, uniones válvulas, etc.



**Figura 8.** Puntos de fallas típicos en accesorios

Es común que las fallas en las válvulas se den principalmente por desgastes en los interiores de la válvula.

#### **1.3.2.4 Causas que provocan las fugas:**

La elección del material depende de las características: como la resistencia a la corrosión, conducción, costo, mantenimiento, presión de las cargas dinámicas de (trafico) así como el transito hidráulico. La corrosión en las tuberías, disminuye la presión hidráulica, provocando rupturas y reduce la calidad del agua, influyen en la aparición de fugas, debido a sus propiedades se determinan la falla de la tubería, viéndose alteradas por efecto de la presión. (Gutiérrez, 2016.p.35).

Ya sea de manera provocada o por accidente el impacto ocasiona que las tuberías sufran fallas estructurales es decir la rotura o fisura de estas y en los accesorios como son las uniones que se desprendan o fisure la Unión con la tubería.

**Tabla 2.** causas Típicas de falla en las tuberías.

<b>Criterios de Fallo</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>Tipo de material</b>	Hierro fundido PVC vs.
<b>Dimensiones de la tubería</b>	Longitud, diámetro, y la forma.
<b>Fabricación</b>	Defectos e irregularidades.
<b>Edad de la Tubería</b>	La vida útil y el año de instalación
<b>Fuerzas externas</b>	Carga de los edificios, la cobertura del suelo, la nieve y el tráfico.
<b>Fuerzas internas</b>	La presión y de flujo dentro del sistema de tuberías.
<b>Las variaciones climáticas</b>	La expansión y contracción debido a los cambios de temperatura.
<b>Medio Ambiente suelo</b>	Alcalinidad, acidez y contenido de humedad.
<b>Ubicación</b>	En relación con otras estructuras de servicios públicos o fallas sísmicamente activos.

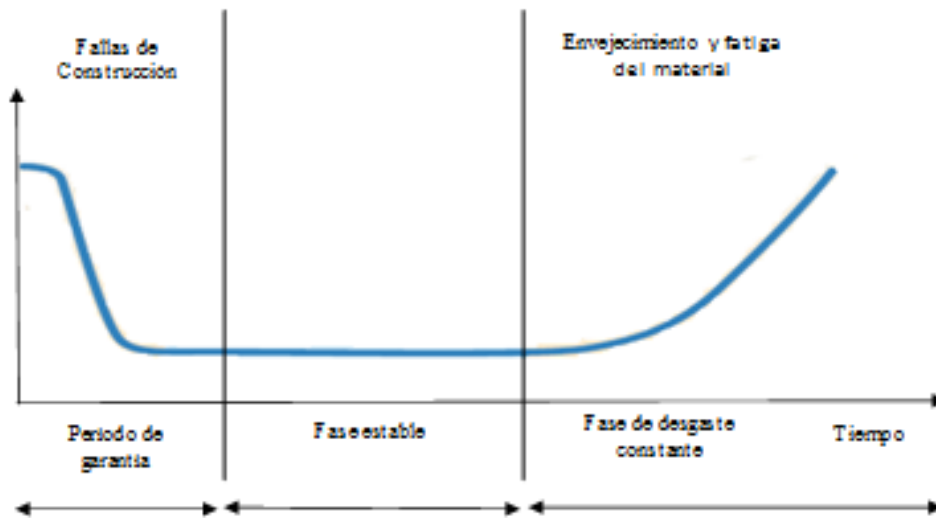
Fuente: Predecir el rendimiento fallo red individual de agua, 1996.

### **1.3.3 Antigüedad de la Tubería**

Durante este tiempo la tubería sufre fallas, presentándose al inicio de la construcción o al final (corrosión, desgaste de material), por consiguiente, mientras estas sean más antiguas más probabilidad de fugas. Ministerio de vivienda y construcción (2014). Señala que las instalaciones de redes de distribución en lima superan los 80 años de antigüedad y estas siguen operando, superando lo proyectado.

Las tuberías con el paso del tiempo sufren corrosión externa e interna, el cual aumentan estas con el paso de los años, por el cual mientras más antiguas sean estas tuberías mayor incidencia de fugas se presentarán. (Gutiérrez, 2016, p.51)

**Figura 9.**Comportamiento Típico de la tasa de falla en la tubería.



Fuente: Guía para la reducción de pérdidas de agua, 2011, p.131.

### 1.3.4 Presión

Los cambios imprevistos de presiones en la red de distribución ocasionan fallas en la tubería, estas se producen cuando las válvulas se abren y cierran durante el tiempo de operaciones en la red de distribución de agua potable. (Olivos ,2014 p.107)

#### 1.3.4.1 Gestión de presiones

Es una estrategia que permite, controlar las fugas de una manera más activa, que tiene como propósito disminuir el índice de fugas de agua en la red de distribución, con esto se reduce la presencia de roturas o rajaduras.

Las instalaciones hidráulicas en pésimas condiciones y las presiones elevadas, ocasionan nuevas pérdidas de agua, pero al disminuir la presión se perjudica la población, cuando se incrementa la presión se incrementa también el caudal de fuga.

La presión estática no será mayor a 50 m en cualquier punto de la red. en condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. (RNE.0S .50)

Si se considera la gestión de presiones, se reduciría las fugas, se tendría presiones de servicio más estables que evitarían que la red de distribución soporte esfuerzos, lo cual debilita la infraestructura del sistema.

El precio de una eficiente gestión de presiones se debe considerar las siguientes características de la red como la edad del sistema de distribución, material de la tubería, el tipo de unión entre las tuberías, condición del terreno. (Abarca, 2012, p 65)

#### **1.3.4.2 Relación entre caudal de fuga y presión de servicio**

Diversos estudios realizados por la INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA), indican que hay una relación entre la presión y fugas en red de distribución.

Estos estudios también refieren que la presión, no solo influye en el caudal que sale de una fuga sino también en la aparición de fuga

Hay una relación significativa entre la presión versus fuga esto se puede representar con una función potencial.

$$Q \text{ fuga} = CH^x \quad (\text{e.c .1})$$

$$C = A.C* \sqrt{2g} \quad (\text{e.c .2})$$

Q fuga: es el gasto de las fugas

C: constante

H: carga hidráulica m.c.a

X: exponente que puede variar entre 0.5 y 2.5 dependiendo de la flexibilidad del material los tipos de red y fuga en ella.

G: aceleración de la gravedad

Velocidad de un orificio puede expresarse en:

$$V = C_d (2gH^{0.5}) \quad (\text{e.c. } .3)$$

Para cada tipo de fuga, coeficiente de descarga ( $C_d$ ), puede variar según el flujo (laminar, turbulento, transición), ya que de esto depende el número de Reynolds, la velocidad, viscosidad y el diámetro hidráulico.

El caudal que escapa por las fugas depende del orificio.

$$L = V \times A = C_d A (2gH^{0.5})$$

El área de la fuga varía con la presión y el tiempo que tarda en ubicarse.

El caudal varía dependiendo de la fuga en  $P^{2.0}$  -  $P^{2.5}$ .

El caudal de fuga que varía en  $P^{N1}$ , donde  $N1$  es igual a un exponente que depende del tipo de fuga varia de 0.5 y 2.5.

$$\frac{Q1}{Q0} = \left(\frac{P1}{P0}\right)^{N1}$$

Donde:

$Q1$  es el caudal de fuga después de la reducción de presión;

$Q0$  es el caudal de fuga antes de la reducción de presión;



P1 es la presión después de implementar su reducción,

PO es la presión antes de implementar su reducción.

En Japón se realizaron estudios para determinar el índice de fugas en un rango de 0.65 a 2.12 con un promedio de 1.15, esta fue utilizado durante 20 años.

Es decir que N1 depende del tipo de material de la tubería en una zona determinada, las fugas aceptables son las fugas de fondo ya que estas representan un caudal mínimo, esto generalmente ocurre en las juntas y uniones no resulta beneficio repararlas ya que el costo es mucho mayor al volumen que representa dicha pérdida. (Ojeda, 2012, p 20)

Durante estos últimos años las principales entidades a nivel mundial han investigado sobre el comportamiento de las redes de distribución de agua potable, llegando a la conclusión que la gran cantidad de pérdidas de agua se debe a la presencia de fugas, para disminuir las pérdidas de agua es necesario controlar las presiones en las redes de distribución. (Porrás, 2014, p.26).

### **1.3.5 Tipos de materiales en agua potable**

Diversos materiales se han empleado en la construcción de los sistemas de redes de abastecimiento de Agua Potable. Si bien es cierto, en cada época aparece un material preeminente, no sólo en las nuevas instalaciones de redes sino también en las renovaciones.

En los siguientes párrafos se detallará los diversos tipos de tuberías utilizadas en la red de distribución. (Olivos, 2014. p52)

#### **1.3.5.1 Tuberías de Asbesto Cemento**

En la actualidad genera gran expectativa la tubería de asbesto cemento, puesto que entre el 35% a 40% de tuberías se han empleado mayormente en las redes secundarias de Lima y Callao, mientras que en la zona de Lima Norte I aproximadamente el 88.8% de longitud de red es de

tubería de asbesto cemento. Con este alto porcentaje son frecuentes las fallas en redes, nuevas conexiones a emplear o realizar la renovación en las tuberías.

### **Características físicas fundamentales**

La tubería de fibrocemento se fabrica de la mezcla del cemento portland, fibras de amianto y agua. Se coloca una capa delgada de mezcla de (0.1 a .2 mm) que va enrollada de forma continua encima de la barra de acero, así mismo la longitud coincide con la del tubo que se esta prevista a fabricar. Posteriormente estos tubos van a hacer sumergidos con agua durante varios días, en donde después serán almacenados al aire libre. Adquiriendo así, el endurecimiento conveniente para resistir una presión que será semejante al doble de la presión del servicio.

### **Desventajas de la Tubería de Asbesto Cemento**

Sin embargo uno de los problemas que se presenta en estas tuberías es que en la fabricación de este material se usaba el amianto que era utilizado como fibra de refuerzo, motivo por el cual no se utiliza actualmente ya que originan problemas a la salud, en donde han realizado intentos de sustitución del amianto o llamado también asbesto, por fibras como celulosas, fibras de vinílicas o de vidrio el cual sus resultados fueron pocos exitosos.

El problema del asbesto es generado principalmente debido a la inhalación de amianto, y no por migración de fibras que están en contacto con el agua. Por ello indica que no resulta necesario cambiar las tuberías de manera urgente, si no de manera paulatina, puesto que para renovar estas tuberías resulta ser costoso y sería una gran inversión en Lima. (Porrás,2012, p.46).

#### **1.3.5.2 Tuberías de Concreto**

Sedapal en afines de los años 70 implemento la tubería de concreto especialmente en la red primaria, por ello se emplearon en grandes diámetros, presiones medias y altas.

Uno de los problemas principales de este tipo de tubería es que el fallo se da de manera repentina y catastrófica. (Olivos, 2014, p.52)

### **1.3.5.3 Tuberías de Acero**

Este tipo de tuberías han sido utilizados desde el siglo XIX, mientras que en EE. UU se utilizó a mediados de ese siglo, mientras que en España se fabricó en el año 1926.

Sin embargo, la desventaja de este tipo de tubería es la corrosión, puesto que el hierro se oxida con gran facilidad. (Olivos, 2014, p.46).

### **1.3.5.4 Tuberías de Polietileno**

Es obtenido por el procedimiento de polimerización del etileno. Actualmente este material tiene una alta producción a nivel mundial (aproximadamente 60 millones de t/año), el cual es más barato, siendo uno de los plásticos más usuales.

El problema de este tipo de tubería actualmente, se debe a la separación de la capa de polietileno, en un periodo de funcionamiento de aproximadamente de 10-15 años. (Olivos, 2014, p.64).

### **1.3.5.5 Tuberías de Policloruro de vinilo**

Este tipo de tubería son termoplásticos, son de tres tipos PVC-U (no plastificante), PVC-P (plastificado) y PVC-M (modificado).

Actualmente en el Perú existen normas para la industria de tuberías en el tema de presión y la aplicación en función del diámetro, por Ejm:

- En  $DN < 63\text{mm}$  Diámetro Nominal
- Para  $\geq DN 63\text{ mm}$  NTP ISO -4422:003

El deterioro de este tipo de tubería se debe a factores ambientales como las radiaciones de PVC, para evitar estos daños se emplean materiales estabilizadoras como el estaño (en Norteamérica), o el calcio y el Zinc (Europa). El otro factor es debido a factores funcionales como son las presiones internas del agua, deterioro del material, esfuerzos a compresión, tracción y flexión, etc.). Siendo el periodo de vida útil de 50 años, según el estudio que se realizó en Reino Unido en tuberías de PVC.

### **1.3.5.6 Tuberías de Polipropileno**

Este tipo de tubería es un polímero termoplástico, en donde es parcial cristalino. Este tipo de material se aplica en: redes de agua potable, Industrias de alimento, industrias de la minería.

Las ventajas de este material es que son altamente resistentes al medio externo, son resistentes a la exposición de rayos solares (rayos Uv), resistentes también a la corrosión, son capaces de resistir a altas presiones, es altamente resistente a zonas sísmicas. Las tuberías de polipropileno superan los 50 años.

En este tipo de tuberías los accesorios o conexiones se utilizan el método fittings es decir por medio de termo fusión. Este material posee grandes beneficios, siendo amigable con el medio ambiente, disminuyendo los problemas de fugas, rupturas y fatiga. (Janampa, Ying y Oswar, 2013, p.25).

### **1.3.6 Métodos de detección de fugas en la red de distribución**

Estos métodos son utilizados para determinar las pérdidas reales de agua.

**1.3.6.1 Método de Sectorización;** es una técnica utilizada para el control y detección de fugas, consiste principalmente en dividir las redes en varias sub redes, sectores o Distritos Hidrométricos (DHM), este método permite conocer el estado de la red, su funcionamiento para

detectar la presencia de fugas en cada sector establecido y un mayor volumen de fuga, utilizada en etapa nocturna.

El presente método resulta ser más eficiente al detectar las fugas, localizarlas y tomar medidas para su rehabilitar o reparación, optimizando el funcionamiento de este recurso (Porrás, 2014).

Para el diseño de Distritos Hidrométricos (DHM), es necesario un conocimiento profundo del sistema de red de agua donde interviene dos factores:

- Económicas: puesto que, al colocar mayor cantidad de válvulas, los costos serán altos para emplear este método.
- Físicas: Para la elección de los sectores se deben emplear planos que especifiquen las características topográficas, diámetro de las tuberías, y topografía de la zona a estudiar, depende de esto se elegirá los sectores a estudiar.

### **1.3.6.2 Método de Localización de Fugas**

Al detectar la existencia de fugas mediante el método de Sectorización, se limita el sector o distrito hidrométrico a estudiar, para luego ubicar donde se produce la fuga, por medio de aparatos acústicos, como el correlador y el geófono. (Vivano, 2012)

El presente método de detección y localización de fugas se basará en la relación de intensidad y frecuencia de ruido. Los equipos para detectar la localización de fugas son los siguientes:

Geófono: Instrumento que se encarga de transmitir los sonidos de la fuga, utilizado para detectar los ruidos que se esparce a través del suelo, para ello se utiliza un micrófono donde se obtendrá el sonido de la fuga, para luego ser transmitido por los auriculares mediante señal acústica, por medio de un micro amperímetro se podrá visualizar por el display digital el nivel de ruido. (Medina, 2009)

Correlador: Es un equipo electrónico que transmite la onda acústica por medio de la tubería de agua, para detectar de forma precisa la distancia donde se ubica la fuga. Para el correcto funcionamiento del correlador se utilizará dos sensores que estarán en contacto con la tubería, el cual captará el ruido para transmitir a la unidad central. (Medina, 2009).

### **1.3.7 Balance Hídrico**

Este método permite cuantificar el volumen que se pierde, en las redes de abastecimiento el cual representa las pérdidas operativas y comerciales es una herramienta de auditoría que ayuda a dar un diagnóstico sobre las pérdidas de volumen de agua. (Gutierrez, 2016, p.55).

LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DEL AGUA (IWA), sirve como base para disminuir el índice de pérdida de agua.

**Tabla 3.** Balance Hídrico

Volumen de entrada al sistema Q1			Agua facturada exportada	
		consumo autorizado facturado	consumo facturado no medido	Agua Facturada
	consumo autorizado	$Q_{AF}$	consumo facturado medido	
			consumo no facturado medido	
		consumo autorizado no facturado	consumo no facturado no medido	
		$Q_{AUNF}$		
			consumo no autorizado	
	Pérdidas de agua	Perdidas aparentes	Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	Agua no Facturada
		$Q_A$		
		Perdidas reales	Fugas en las tuberías de aducción y distribución	
	$Q_P$	$Q_{PR}$		
		Fugas y reboses en tanques de almacenamiento		
		Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente		

Fuente: AWWA/IWA, EPA 2010

### 1.3.7.1 Agua No facturada.

Es la diferencia entre el volumen de caudal ingresado o inyectado en el sistema de distribución y el consumo que se factura cada mes. (Gutiérrez, 2016, p.167)

### **1.3.8 Modelación de redes**

Este software waterCAD, permite realizar una simulación hidráulica, que permite brindar soluciones en el mejoramiento de la red de distribución de Agua Potable, construcción y operación.

Además, simula la red por cada elemento como son las tuberías, nodos, válvulas de control, bombas e grifos hidrantes. (Porras, 2012, p.92).

## **1.4 Formulación del problema**

En base a la realidad problemática se plantea los siguientes problemas de investigación:

### **1.4.1 Problema general**

- ¿De qué manera influye el análisis de fugas en redes secundarias en la mejora de la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo influye la presión en la mejora de la red de distribución de agua potable San Martin de Porres, 2018?
- ¿Cómo afecta el material de la tubería en la red de distribución de agua potable, San Martin de Porres, 2018?
- ¿Cómo la antigüedad de la tubería afecta la red de distribución de agua potable, San Martin de Porres?

### **1.4.2 Justificación**

El presente proyecto de investigación analiza las fugas en redes secundarias de agua potable, por medio de datos recopilados del Área de Control y reducción de Fugas Sedapal, para mejorar así la red de distribución de agua potable en el Sector 210, San Martín de Porres, 2018.



**En cuanto a la práctica:** Nos permitirá conocer el estado actual de la tubería, y analizar las fugas en redes secundarias, para proponer una solución que se podría implementarse en el mismo sector o en otros sectores, puesto que las fugas generan grandes pérdidas de volumen de agua, pérdidas económicas tanto para el poblador como para la empresa prestadora de servicio.

**En cuanto a la sociedad:** Beneficia a la población ya que permite abastecer de este recurso a una mayor población a un menor costo, ya que este líquido le cuesta hasta 12 veces abasteciéndose de los camiones cisternas mientras que si contara con servicio conexión directa gastaría menos.

**Económico:** Permite conocer el volumen de agua que se pierde, el cual representa un gasto económico, puesto que este líquido es procesado mediante tratamientos químicos para el consumo humano.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

**HG:** Si se reduce las fugas en redes secundarias se mejorará significativamente la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018

### **1.5.2 Hipótesis específicos**

- La presión influye en la mejora de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.
- El cambio de material de la tubería mejorara de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.
- La antigüedad de la tubería afecta significativamente la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

- Determinar si el análisis de fugas en redes secundarias influye en el mejoramiento de la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Determinar si la presión influye en la mejora de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.
- Determinar si el material de la tubería influye en la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.
- Determinar si la antigüedad de la tubería afecta la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres.

## II. MÉTODO

## **2.1 Diseño de investigación**

### **Diseño**

Este trabajo de investigación es no experimental, ya que no existe manipulación de las variables, a su vez es explicativo puesto que se requiere de un análisis teórico e involucra una explicación teórica del fenómeno, y correlacional que es la explicación de los fenómenos, la relación que existe entre las dos variables no necesariamente causa – efecto del estudio de investigación.

Al respecto Hernández, Fernandez y Baptiste (2014), manifiesta que en: “El diseño no experimental, no se manipulan las variables de la investigación, observando el fenómeno tal y como se muestra, es decir en su estado natural para después analizarlo” (p.152).

Según Hernández, Fernandez y Baptiste (2014) señala que: “El diseño de investigación transversal permite la recolección de datos en un solo momento, tiempo único teniendo como propósito realizar la descripción de variables, analizando su incidencia e interrelación en un momento dado”. (p.154).

Según Bernal (2010) “El diseño correlacional tiene como función describir la relación entre dos o más variables en un periodo determinado” (p.13).

### **Tipo**

Según Ortiz (2016) “Mediante la investigación aplicada se busca conocer el problema de investigación, enfocándose en la solución de problemas, con el fin de beneficiar a la población antes que el desarrollo de un conocimiento universal” (p.38).

Se aplica este tipo de investigación ya que existen problemas de abastecimiento de agua provocado por las fallas en las redes de distribución ocasionando fugas lo cual genera que el

servicio sea restringido, busca solucionar los problemas para beneficiar a la población que no cuente con este servicio.

### **Enfoque**

El enfoque en la presente investigación es cuantitativo ya que se apoya en datos estadísticos empleando la recolección de datos pudiendo contestar las preguntas de la investigación, probando así la hipótesis, describiendo e interpretando los fenómenos por medio de la observación para obtener los resultados.

Gómez (2009) “Este tipo de método es llamada tradicional, se basa en la obtención de datos estadísticos para contestar las preguntas y probar las hipótesis de investigación” (p.70).

### **Alcance**

Permite delimitar la investigación, debido a ello es tipo explicativo y descriptivo. Explicativo por que busca conocer las causas y efectos de los eventos o fenómenos, basados en la teoría explicar el porqué de la ocurrencia del fenómeno.

Hernández, Fernández y Baptiste (2014) señala: “Los alcances de tipo explicativo no sólo se enfoca en describir los fenómenos o conceptos, puesto que busca responder las causas de los fenómenos que se presenta” (p.95). Descriptivo ya que se describirá las definiciones de variables, examinando el fenómeno a medir y a estudiar, mediante la recolección de información se guiará de la pregunta de investigación probando así la hipótesis (Bernal, 2010).

## **2.2 Variables, Operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

**Variable Independiente:** Análisis de Fugas.

**Variable Dependiente:** Mejorar la red de distribución.

### **2.2.2 Operacionalización de las variables**

Señala como se va a evaluar las variables, identificar las dimensiones e indicadores, así como el planteamiento del problema de investigación, objetivos e hipótesis.

Tabla 4.Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<b>Variable independiente</b> <b>Análisis de fugas</b>	Una fuga es un escape físico de agua en cualquier punto del sistema de agua potable, pueden ser provocados principalmente por el tipo de material, antigüedad de la tubería, presión, movimiento de suelo, etc. ( Ochoa y Bougett, 2001 p.11)	Las fugas en las redes de distribución de agua potable son predominantes y constante en las empresas prestadoras de servicio, a través del funcionamiento del servicio se puede determinar si es excelente o deficiente, teniendo en cuenta el volumen de agua que se fuga. (Abarca, 2012, p.14)	Presión (Ojeda, 2012, p.20)	m.c.a ( Ojeda, 2012, p.20)	Reporte Sedapal	Escala de Razón
			Material ( Olivos, 2014, p.52)	HDPE (Jananmpa, Yingy Oswar, 2013, p.52)	Reporte Sedapal	Escala de Razón
				Pvc	Reporte Sedapal	
				Ac (Porras, 2012, p.46)	Reporte Sedapal	
Antigüedad ( Gutierrez, 2016, p.51)	Años	Reporte Sedapal	Escala de Razón			
<b>Variable dependiente</b> <b>Red de Distribución</b>	Una red de distribución es el conjunto de tuberías, válvulas e hidrante que transportan el agua del reservorio a las redes principales donde estas alimentan a las redes secundarias y luego las unen para abastecer a las conexiones domiciliarias. (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2012).	Esta compuesto por estructuras, equipos e instalaciones que tiene por finalidad transportar el agua desde la fuente de abastecimiento, hasta los puntos de consumo en condiciones adecuadas de calidad, cantidad, presión y continuidad de servicio.	Metodología IWA ( Gutierrez, 2016, p.55)	Balance Hidrico (ANF) ( Gutierrez, 2016, p.55)	Norma Técnica IWA	Escala de Razón
			Modelación de la red ( Porras, 2012, p.52)	Gestión de Presión ( Abarca, 2012, p.65)	Reporte Sedapal	
				Presión ( Ojeda, 2012, p.20)	R.N.E OS 0.50 WATERCAD V8i	Escala de Razón
Material de la tubería ( Gutierrez, 2016, p.51)	R.N.E OS 0.50 WATERCAD V8i					

Fuente: Propia

## **2.3 Población y Muestra**

### **Población**

Ñaupá, Mejía, Novoa y Villagómez (2014) indica que: “La población o universo es el conjunto de objetos, elementos o sujetos que se pretende estudiar”(p.242).

La población está conformada por la red secundaria de agua potable del Distrito de San Martín de Porres Sector 210.

### **Muestra**

Hernández, Méndez, Mendoza y Cueva (2017) “Es el subconjunto o parte representativa de la población a estudiar, obteniendo así la recolección de información, para la obtención de resultados”.

Por otro lado, Bernal (2010), indica que “El tamaño de la muestra se ve limitado debido al costo o tiempo disponible que se dará a la investigación” (p.161).

La red secundaria de agua potable ubicada en el Distrito de San de Porres Sector 210, está conformada por la tubería Asbesto Cemento con 44,225.63 m, de PVC con 9,544.51 m y de Hierro Dúctil con 30.01 m. de longitud.

Se toma como muestra la tubería de Asbesto Cemento de longitud 44,225.63 m., ya que es la sección más crítica por mayor longitud y antigüedad de la tubería.





## **2.4 Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica e instrumento de recolección de datos**

#### **Técnica**

En la investigación, para la obtención de buenos resultados se apoya en las siguientes técnicas:

En la metodología se han encontrado temas relacionados a la investigación la cual se basa en la búsqueda de información teórica (libros, artículos, revistas, tesis, etc.). Se solicitó información al Área de Equipo de Control y Reducción de Fugas (Sedapal), para evaluar el análisis de fugas en las redes secundarias de agua potable como reportes de fugas del año 2015 a 2018, plano de la zona de estudio.

#### **Instrumento**

Los instrumentos empleados en la presente investigación son:

- Tesis nacionales e internacionales, libros, artículos referencias bibliográficas de las mismas que fueron como aportes en la elaboración del proyecto de investigación.
- Plano del Sector 210 del distrito de San Martín de Porres. Donde se pudo obtener las características de la red secundaria de agua potable.

Con la información obtenida por el Área de Equipo y Control de Reducción de Fugas, se procesó la información en hoja de cálculo del Software MS Excel 2013 para determinar que en el Distrito de San Martín de Porres Sector 210 se da la presencia de mayor incidencia de fuga, una vez determinado el lugar se procesa la información para determinar el análisis de fugas, y de acuerdo a ello se aplica el Programa ARCGIS V.10.6.1 para exportar los datos a las redes secundarias de agua potable al Programa WaterCAD versión V8i, para determinar el comportamiento hidráulico de la red.

## **Validez y confiabilidad**

Hernández, Méndez, Mendoza y Cueva (2017) indica que: “La validez del contenido se obtendrá mediante la opinión del juicio de expertos del tema de investigación” (p.298). Los instrumentos a utilizar en la ficha de reporte de análisis de fuga serán validados por el juicio de expertos (Ingenieros que cuentan con experiencia en el tema a tratar en la investigación), además el Programa ARCGIS V.10.6.1 permitió determinar las características de la red y la topografía de la red, mientras que en el Programa Watercad V8i se usa para evaluar las condiciones hidráulicas y controlar el estado de la red.

### **2.5 Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos para la presente investigación es cuantitativo, puesto que se desarrolla en base a teorías y recolección de datos obtenidos a través del Programa como hoja de cálculo del Software MS Excel 2013, ARCGIS V.10.6.1 y Watercad V8i.

Según Hernández, Fernandez y Baptiste (2014) afirma que: “En el método cuantitativo se utilizarán programas estadísticos, para realizar el análisis de datos y representarlos por medio de gráficos, cuadros, etc., permitiendo así obtener resultados verídicos” (p.272).

### **2.6 Aspectos éticos**

En este proyecto de investigación se respetará el derecho de identidad del autor, por medio de citas. Así mismo la información brindada por la empresa Sedapal, serán obtenidas por medio de cartas autorizadas de la Universidad César Vallejo dirigidas a la Empresa prestadora de Servicio (SEDAPAL) en el cual nos brindará la información correspondiente, dando mayor confiabilidad y veracidad a la obtención de resultado.

### **III. ANALISIS RESULTADOS**

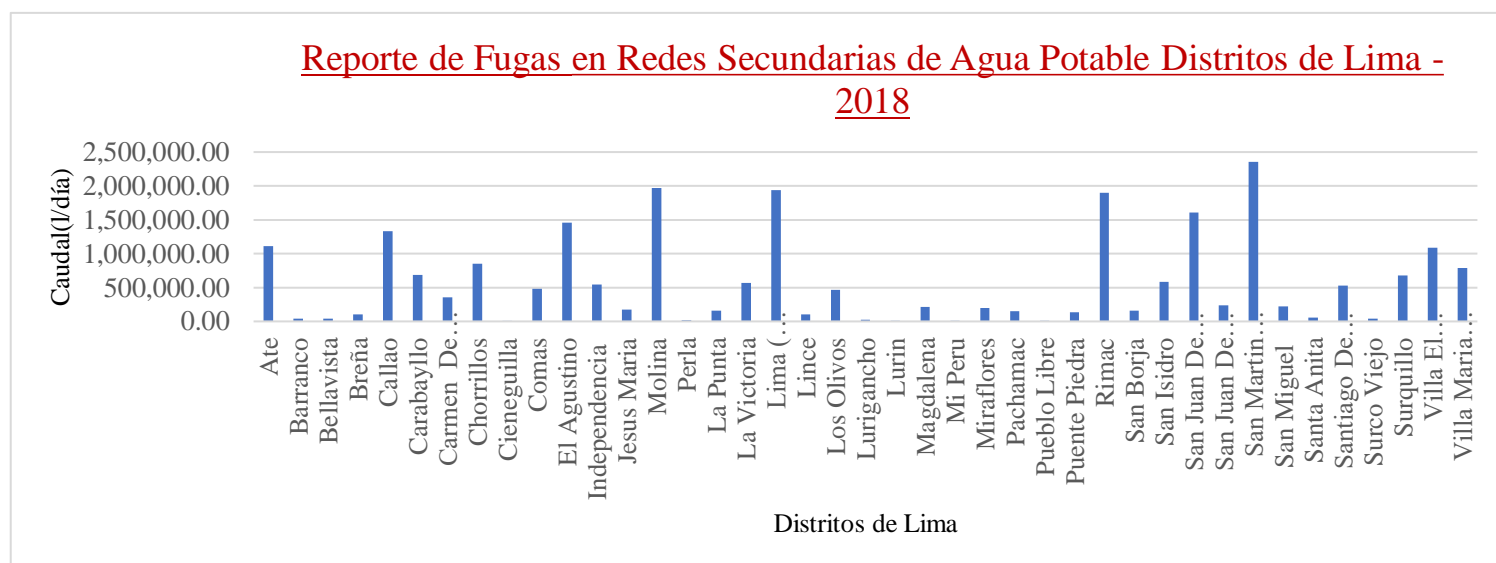
### 3.1 Análisis de fugas en redes secundarias del Sector 210 Distrito de San Martín

#### de Porres

#### 3.1.1. Ubicación para determinar el lugar de estudio.

Mediante el reporte de fugas del período 2018 de los distritos de Lima, brindado por la Empresa Sedapal del Área de Control y Reducción de Fugas, se procesará los datos para determinar en qué distrito se produce la mayor incidencia de fuga.

**Tabla 5.** Fugas en redes Secundarias de Agua Potable en el Distrito de Lima – 2018.



Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** De acuerdo a información obtenida por parte de Sedapal, se puede observar que en el año 2018 la zona con mayor incidencia de fuga es el distrito del San Martín De Porres con una pérdida de fuga de 2, 359,000.00 (litros/día) seguido de la Molina con una pérdida de 1, 973,000.00 (litros/día).

- Sedapal (Área de Equipo de Control y Reducción de fugas), para tener un mejor control de fugas, se divide en sectores los distritos, para determinar en qué sector se produce el mayor porcentaje de fuga.

**Tabla 6.** Sectores del Distrito de San Martín de Porres donde se produce mayor porcentaje de fuga.

Sectores del Distrito de San Martín de Porres	Caudal (l/día)	Porcentaje de fuga
Sector 80	14,000.00	0.61%
Sector 82	1,000.00	0.04%
Sector 86	115,500.00	5.01%
Sector 201	64,000.00	2.78%
Sector 204	58,000.00	2.52%
Sector 206	422,500.00	18.32%
Sector 207	44,000.00	1.91%
Sector 208	101,000.00	4.38%
Sector 209	374,000.00	16.22%
Sector 210	816,000.00	35.39%
Sector 211	264,000.00	11.45%
Sector 212	5,000.00	0.22%
Sector 254	23,000.00	1.00%
Sector 256	4,000.00	0.17%

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** Se observa que en el Distrito de San Martín de Porres el Sector con mayor porcentaje de fuga es el Sector 210 con 35.39%, perdiendo 816,000.00 (litros/día).

#### **Ubicación del lugar de estudio del Proyecto de Investigación-2018:**

- **Distrito:** San Martín de Porres.
- **Sector:** 210 conformado por:
  - 251 manzanas y 6,757.00 viviendas.

#### **3.1.2 Análisis de fugas relacionado con el tipo de Material y la Antigüedad de la tubería.**

La red secundaria de agua potable del Sector 210 del Distrito de San Martín de Porres, está conformado por los siguientes materiales: Asbesto Cemento, Pvc, y Hierro dúctil.

**Tabla 7.**Material de Asbesto Cemento en el Sector 210 San Martin de Porres

<b>Distrito San Martín de Porres Sector 210</b>					
<b>Material</b>	<b>Longitud(m)</b>	<b>% de longitud de tubería</b>	<b>Año de instalación</b>	<b>Condición</b>	<b>Antigüedad</b>
<b>Asbesto Cemento</b>	13,882.95	25.80%	1969	malo	49
	137.88	0.26%	1976	regular	42
	25.90	0.05%	1978	malo	40
	277.42	0.52%	1980	regular	38
	3,468.36	6.45%	1982	regular	36
	182.07	0.34%	1983	malo	35
	1,198.79	2.23%	1986	regular	32
	1,957.59	3.64%	1988	regular	30
	2,421.24	4.50%	1989	regular	29
	7,027.35	13.06%	1990	regular	28
	1,801.70	3.35%	1991	regular	27
	2,511.83	4.67%	1992	regular	26
	1,655.77	3.08%	1994	regular	24
	1,665.47	3.10%	1995	regular	23
	33.21	0.06%	1996	regular	22
	4,507.64	8.38%	1997	regular	21
	37.59	0.07%	1999	regular	19
	75.32	0.14%	2001	regular	17
	698.00	1.30%	2002	regular	16
659.55	1.23%	2013	regular	5	
	44,225.63	82.19%			

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 8.** Material de Hierro Dúctil en el Sector 210 San Martin de Porres.

<b>San Martín de Porres - 2018</b>					
<b>Material</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>% de longitud de tubería</b>	<b>Año de instalación</b>	<b>Condición</b>	<b>Antigüedad</b>
<b>Hierro Dúctil</b>	38.01	0.07%	2002	regular	16
	38.01	0.07%			

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 9.**Material de Pvc en el Sector 210 San Martin de Porres.

<b>San Martin de Porres – 2018</b>					
<b>Material</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>% de longitud de tubería</b>	<b>Año de instalación</b>	<b>Condición</b>	<b>Antigüedad</b>
<b>PVC</b>	167.46	0.31%	1969	malo	49
	18.35	0.03%	1989	regular	29
	181.25	0.34%	1991	regular	27
	182.16	0.34%	1992	regular	26
	294.09	0.55%	1994	regular	24
	127.53	0.24%	1995	regular	23
	3,928.79	7.30%	1996	regular	22
	77.49	0.14%	1997	regular	21
	733.40	1.36%	1999	regular	19
	1,302.36	2.42%	2000	bueno	18
	1,526.50	2.84%	2002	bueno	16
	770.16	1.43%	2004	bueno	14
	234.97	0.44%	2013	bueno	5
	9,544.51	17.74%			

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 10.**Longitud de Redes Secundarias de Agua Potable por antigüedad y material de la tubería.

<b>Material</b>	<b>LONGITUD DE TUBERIA POR ANTIGÜEDAD ( m)</b>			<b>Total</b>
	<b>&lt; 10 Años</b>	<b>10 - 25 años</b>	<b>25 - 50 años</b>	
<b>A.C</b>	659.55	8,673.00	34,893.08	44,225.63
<b>PVC</b>	234.97	8,760.32	549.22	9,544.51
<b>Hierro Dúctil</b>	0	38.01	0	38.01

Fuente: Elaboración Propia.



**Interpretación:** Se observa que en el Sector 210 del Distrito de San Martín de Porres cuenta con una longitud de tubería de Asbesto Cemento de 44,225.63 m, de Pvc con una longitud de 9,544.51 m, y Hierro Dúctil de 38.01 m. El material predominante es la tubería de Asbesto Cemento con 82.19% de longitud de red, mientras que la Tubería de Pvc cuenta con 17.74 % de longitud, y existe un mínimo porcentaje de tubería de Hierro Dúctil de 0.07%.

La tubería de Asbesto Cemento de longitud 34, 893.08 m tiene una antigüedad de 25 a 50 años que representa el 64.84 % de la red secundaria.

Se concluye que en el Sector 210 presenta mayor incidencia de fuga y roturas debido al material y a la antigüedad de la tubería.

### **3.2 Mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.**

#### **3.2.1 Balance Hídrico**

Es necesario realizar el balance hídrico para cuantificar las pérdidas de volumen de agua e implementar medidas preventivas de reducción.

A continuación, se presenta el Balance Hídrico del año 2016, 2017 y 2018 del Sector 210 San Martín de Porres.

**Tabla 11.** Balance Hídrico, Sector 210 Año 2016.

<b>Balance Hídrico - Sector 210 – Año 2016</b>			
Volumen Distribuido	Consumo Autorizado Facturado	Agua Facturada	61.40%
	164618.50 m3	164618.50 m3	
268113.42 m3	Consumo Autorizado no Facturado	Agua No Facturada	38.60%
	82.80 m3		
	Perdidas comerciales	103494.92 m3	
	14706.63 m3		
	Pérdidas Operativas		
	88705.50 m3		

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 12.** Balance Hídrico, Sector 210 Año 2017.

<b>Balance Hídrico - Sector 210 - 2017</b>			
Volumen Distribuido	Consumo Autorizado Facturado	Agua Facturada	63.25%
	169582.83 m3	169582.83 m3	
268114.00 m3	Consumo Autorizado no Facturado	Agua No Facturada	36.75%
	78.82 m3		
	Perdidas comerciales	98531.17 m3	
	14001.28 m3		
	Pérdidas Operativas		
	84451.07 m3		

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 13.** Balance Hídrico, Sector 210 Año 2018.

<b>Balance Hídrico - Sector 210 - 2018</b>			
	Consumo Autorizado Facturado	Agua Facturada	
	179671.50	179671.50	68.00%
Volumen Distribuido	m3	m3	
	Consumo Autorizado no Facturado	Agua No Facturada	
	67.64		
264220.25	m3		
m3	Perdidas comerciales	84548.75	32.00%
	12014.38	m3	
	m3		
	Pérdidas Operativas		
	72466.73		
	m3		

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2.1.1 Volumen Distribuido del Año 2016-2018.

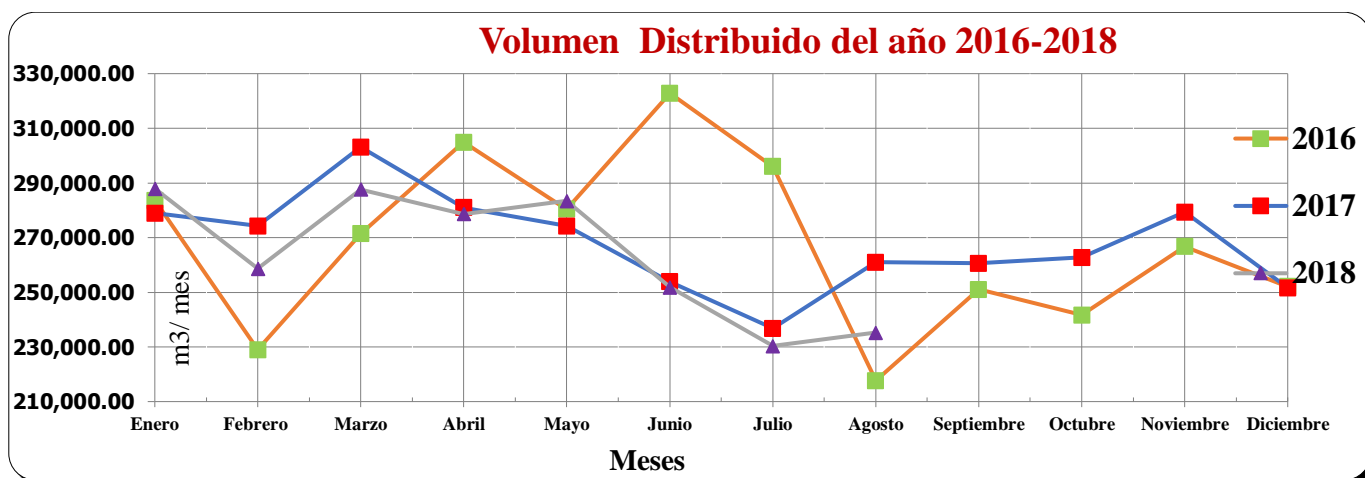
A continuación, se presentará mediante cuadros estadísticos el Agua Distribuido, el ANF (Agua no Facturado) del año 2016 hasta 2018.

**Tabla 14.** Volumen distribuido del año 2016 al 2018, del Sector 210 San Martín de Porres.

**Volumen Distribuido Año 2016-2018 Sector 210 (m<sup>3</sup>/mes)**

Meses	2016 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)	2017 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)	2018 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)
<b>Enero</b>	283,660.00	278,916.00	287,949.00
<b>Febrero</b>	228,996.00	274,264.00	258,686.00
<b>Marzo</b>	271,396.00	303,127.00	287,589.00
<b>Abril</b>	304,913.00	281,005.00	278,662.00
<b>Mayo</b>	280,404.00	274,209.00	283,407.00
<b>Junio</b>	322,807.00	253,853.00	251,859.00
<b>Julio</b>	296,011.00	236,828.00	230,382.00
<b>Agosto</b>	217,691.00	261,007.00	235,228.00
<b>Septiembre</b>	250,994.00	260,554.00	-
<b>Octubre</b>	241,686.00	262,720.00	-
<b>Noviembre</b>	266,702.00	279,309.00	-
<b>Diciembre</b>	252,101.00	251,576.00	-
<b>Promedio Mensual</b>	268,113.42	268,114.00	264,220.25
<b>Promedio Anual</b>	3,217,361.00	3,217,368.00	2,113,762.00

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la Figura xxx, se puede visualizar que en el año

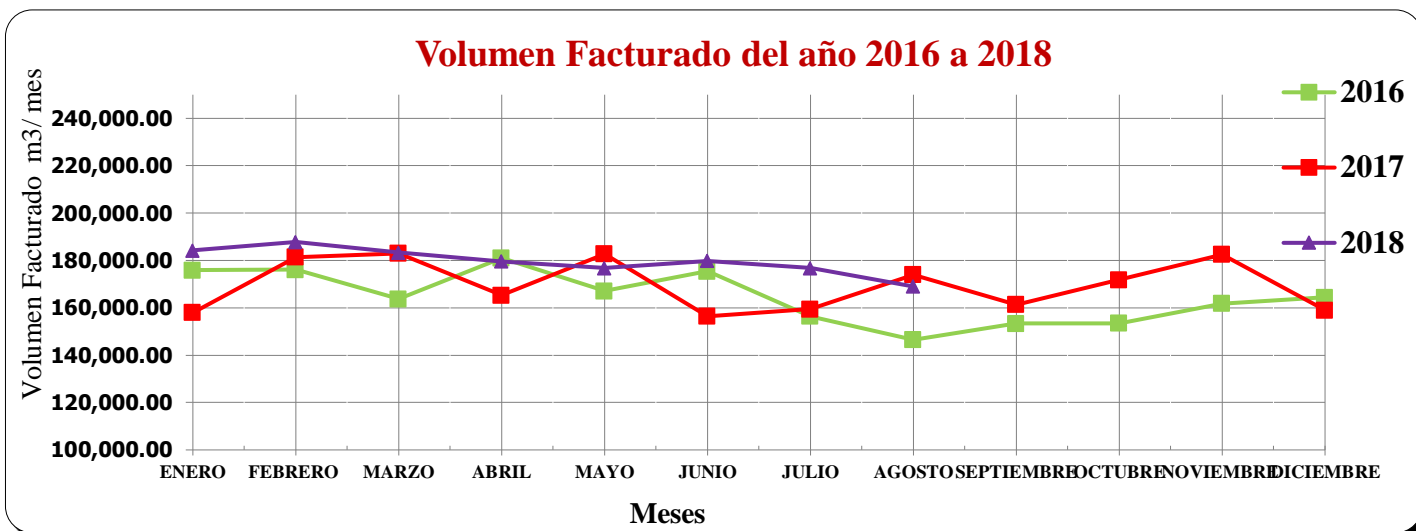
2016 el mayor volumen de agua distribuido se da en el mes de Junio con un

volumen de 322,807.00 m<sup>3</sup>/mes, mientras que en el año 2017 el mayor volumen de agua se da en el mes de Marzo con 303,127.00 m<sup>3</sup>/mes, y en el año 2018 el pico más alto de agua que se distribuye se da en el mes Marzo con 287,589.00 m<sup>3</sup>/mes.

### 3.2.1.2 Volumen Facturado del año 2016-2018 Sector 210.

Tabla 15. Cuadro del Volumen facturado del año 2016 al 2018, del Sector 210 San Martín de Porres.

Volumen Facturado Año 2016-2018 Sector 210 ( m <sup>3</sup> / mes)			
Meses	2016 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)	2017 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)	2018 Volumen (m <sup>3</sup> /mes)
<b>Enero</b>	175,930.00	157,934.00	184,203.00
<b>Febrero</b>	176,101.00	181,431.00	187,815.00
<b>Marzo</b>	163,786.00	182,975.00	183,330.00
<b>Abril</b>	181,030.00	165,280.00	179,580.00
<b>Mayo</b>	167,121.00	182,752.00	176,745.00
<b>Junio</b>	175,457.00	156,427.00	179,887.00
<b>Julio</b>	156,425.00	159,455.00	176,787.00
<b>Agosto</b>	146,503.00	173,983.00	169,025.00
<b>Septiembre</b>	153,334.00	161,338.00	-
<b>Octubre</b>	153,499.00	171,816.00	-
<b>Noviembre</b>	161,779.00	182,551.00	-
<b>Diciembre</b>	164,457.00	159,052.00	-
<b>Promedio Mensual</b>	164,618.50	169,582.83	179,671.50
<b>Promedio Anual</b>	1,975,422.00	2,034,994.00	1,437,372.00



**Fuente:** Elaboración propia.

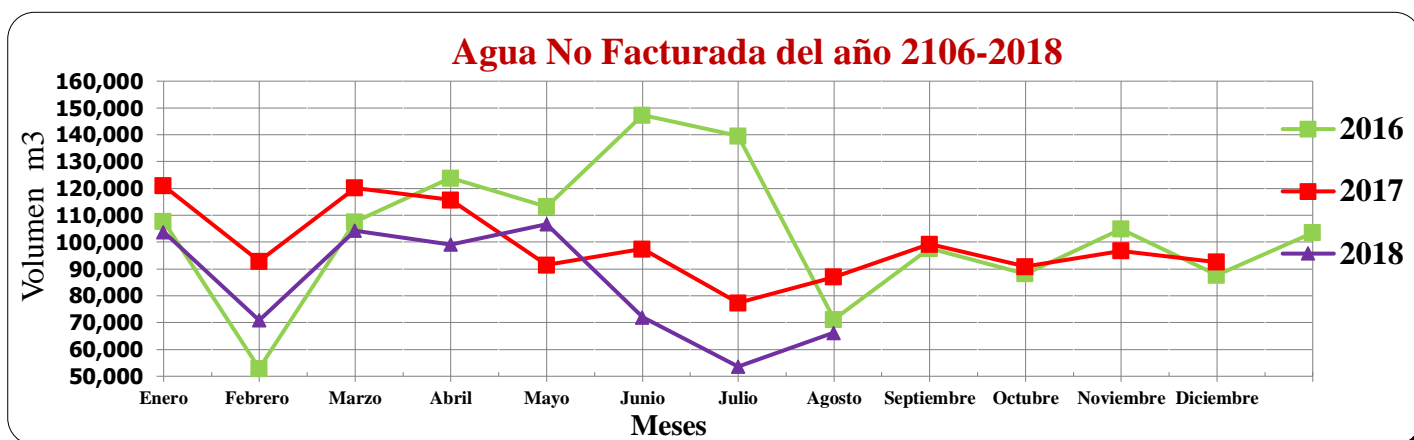
**Interpretación:** De acuerdo a la Figura xxx, se puede visualizar que en el año 2016 el mayor volumen de agua facturada se dio en el mes de Abril con un volumen de 181,030.00 m³/mes, mientras que en el año 2017 el mayor volumen de agua facturada se da en el mes de Marzo con 182,975.00m³/mes, y en el año 2018 el pico más alto de agua facturada se da en el mes de Febrero con 187,815.00 m³/mes.

### 3.2.1.3 Volumen de Agua ANF.

El agua no facturada es el resultado del Volumen Distribuido de los años 2016,2017 y 2018, menos el Volumen Facturado de los años 2016,2017 y 2018.

Tabla 16. A.N.F del año 2016 al 2018.

A.N.F del año 2016-2018 Sector 210 (m3/mes)			
Meses	2016 Volumen (m3/mes)	2017 Volumen (m3/mes)	2018 Volumen (m3/mes)
Enero	107,730.00	120,982.00	103,746.00
Febrero	52,895.00	92,833.00	70,871.00
Marzo	107,610.00	120,152.00	104,259.00
Abril	123,883.00	115,725.00	99,082.00
Mayo	113,283.00	91,457.00	106,662.00
Junio	147,350.00	97,426.00	71,972.00
Julio	139,586.00	77,373.00	53,595.00
Agosto	71,188.00	87,024.00	66,203.00
Septiembre	97,660.00	99,216.00	-
Octubre	88,187.00	90,904.00	-
Noviembre	104,923.00	96,758.00	-
Diciembre	87,644.00	92,524.00	-
Promedio Mensual	103,494.92	98,531.17	84,548.75



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Finalmente el Agua no Facturada del año 2016 representa el 38.60 % del Volumen promedio mensual distribuido que es el 268,113.42 m<sup>3</sup> /mes, en el año 2017 el Agua no Facturada representa el 36.75 % del Volumen promedio mensual distribuido

que es el 286,114.00 m3/mes, mientras que en el año 2018 el Agua no Facturada representa el 47.99 % del Volumen Promedio mensual distribuido que es el 264,220.25 m3/mes.

### 3.2.2 Modelación de Red con tubería de Asbesto Cemento diseñado para en un periodo de 0 a 25 años.

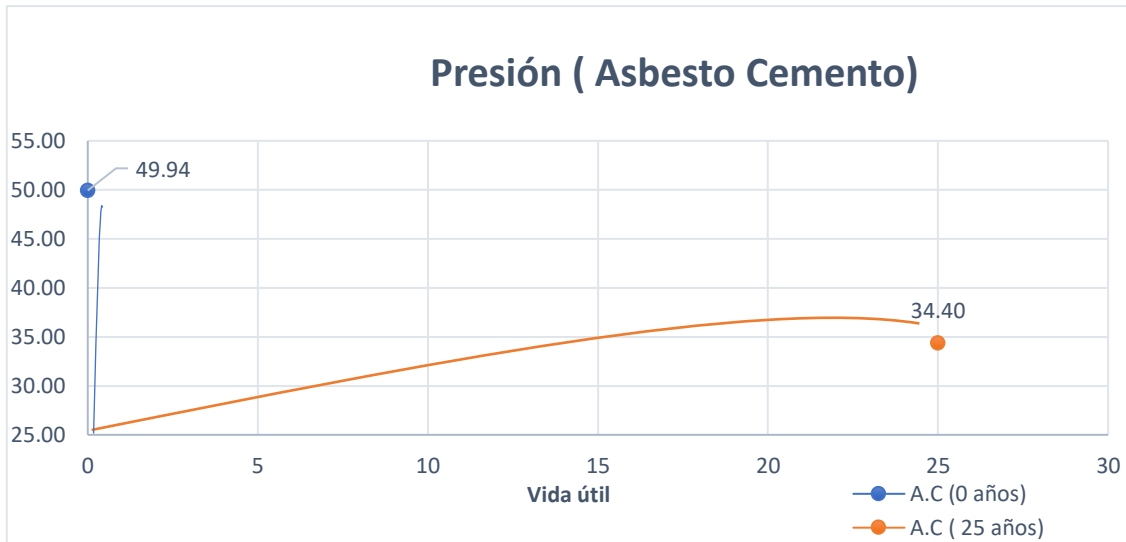
#### 3.2.2.1 Modelación de Red relacionado con la Presión

En el siguiente cuadro se mostrará cómo se comporta hidráulicamente la tubería Asbesto Cemento.

**Tabla 17.**Comparativo de Presión de Tubería de Asbesto Cemento de un periodo de 0 años y 25 años.

<b>Comparativo de Presión – Asbesto Cemento</b>						
<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Demand (L/s)</b>	<b>Hydraulic Grade (m)</b>	<b>A.C</b>	<b>A.C</b>
					<b>( 0 años)</b>	<b>( 25 años)</b>
					<b>Pressure (m H2O)</b>	<b>Pressure (m H2O)</b>
30	J-1	61.73	0.4105	111.39	49.6	32.3
31	J-2	62.17	0.0155	111.35	49.1	31.8
33	J-3	62.11	0.759	106.94	44.7	25.5
107	J-52	75.1	0.5305	119.38	44.2	30.5
109	J-53	52.99	1.4045	104.25	51.2	30.7
110	J-54	52.61	0.055	104.31	51.6	31.1
112	J-55	51.63	0	110.09	58.3	40.5
121	J-61	74.82	0.0605	119	44.1	30.2
123	J-62	71.51	0	111.74	40.1	23
124	J-63	71.93	0.1195	111.74	39.7	22.6
293	J-165	50.32	0.186	104.76	54.3	34.1
295	J-166	64.47	0.508	109.61	45.1	27
297	J-167	62.13	0.427	108.33	46.1	27.5
298	J-168	62.12	0.4215	108	45.8	27
300	J-169	60.02	1.316	99.35	39.3	16.6
1126	J-500	77.6	0.982	122.67	45	32.7
1136	J-501	82.36	1.0125	122.91	40.5	28.3
1138	J-502	59.11	0.8215	122.59	63.4	51
1140	J-503	65.45	2.08	107.13	41.6	22.4
1245	J-516	74.62	0	149.72	74.9	74.8
<b>Presión promedio:</b>					<b>49.94</b>	<b>34.40</b>





**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** Se observa los resultados comparativos de la simulación en el programa WaterCAD de tuberías de asbesto cemento en un periodo de (0 – 25 años), se visualiza que la presión varía en ambos casos, dando como resultado que las tuberías antiguas disminuyen la presión en un 31.11% de respecto a las tuberías nuevas.

### 3.2.2.2 Modelación de Red relacionado con la Pérdida de carga

En el siguiente cuadro se muestra el comportamiento hidráulico la tubería Asbesto Cemento.

**Tabla 18.** Comparativo de Pérdida de carga con material de Asbesto Cemento de un periodo de (0 a 25 años).

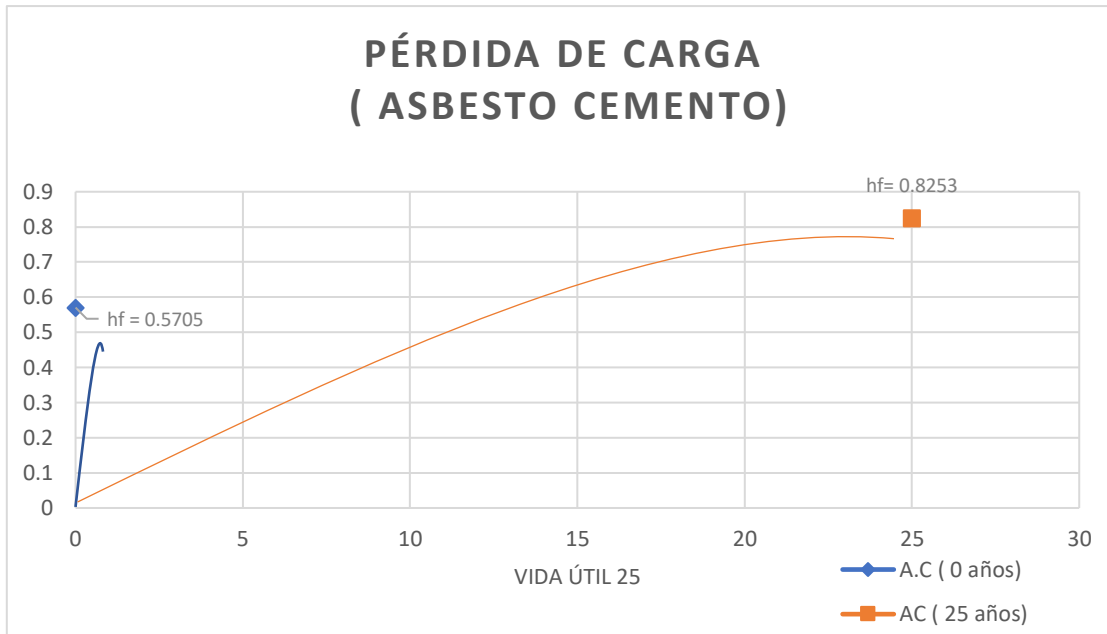
**Comparativo Perdida de Carga**

Asbesto Cemento ( 0Años )						Asbesto Cemento (25 años )			
ID	Hazen-Williams C	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Headloss (m)	Hazen-Williams C	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Headloss (m)
29	110	5.41	0.69	0.008	0.04	90	0.66	0.011	0.06
1064	110	3.70	0.47	0.004	0.42	90	0.47	0.006	0.62
311	110	5.40	0.69	0.008	0.23	90	0.66	0.011	0.31
32	110	3.02	0.38	0.003	0.01	90	0.38	0.004	0.01
192	110	1.97	0.25	0.001	0.02	90	0.25	0.002	0.03
227	110	2.50	0.32	0.002	0.04	90	0.32	0.003	0.06
35	110	7.21	0.92	0.014	0.04	90	0.92	0.02	0.05
279	110	1.28	0.16	0.001	0.01	90	0.16	0.001	0.02
447	110	8.49	1.08	0.019	0.72	90	1.08	0.028	1.04
1196	110	2.95	0.38	0.003	0.51	90	0.38	0.004	0.75
825	110	14.17	0.8	0.007	0.35	90	0.83	0.011	0.53
859	110	14.58	0.83	0.007	0.37	90	0.83	0.011	0.55
1070	110	12.01	1.53	0.036	3.76	90	1.53	0.053	5.45
1003	110	5.72	0.73	0.009	0.73	90	0.72	0.013	1.04
1043	110	1.89	0.24	0.001	0.15	90	0.24	0.002	0.22
1142	110	7.59	0.97	0.016	2.84	90	0.97	0.023	4.11
1034	110	4.74	0.6	0.007	0.57	90	0.6	0.009	0.83
1041	110	4.80	0.61	0.007	0.61	90	0.61	0.01	0.89
1230	110	1.03	0.13	0	0.01	90	0.13	0.001	0.02
1104	110	1.52	0.19	0.001	0.09	90	0.19	0.001	0.14
1186	110	1.81	0.23	0.001	0.19	90	0.23	0.002	0.27
1242	110	105.78	2.15	0.024	11.07	90	2.16	0.034	16.06
1244	110	248.25	2.58	0.022	4.4	90	2.58	0.032	6.38
1249	110	142.47	4.54	0.122	3.19	90	4.53	0.176	4.62
1246	110	248.25	2.58	0.022	3.88	90	2.58	0.032	5.62
1248	110	248.25	2.58	0.022	0.28	90	2.58	0.032	0.41

**Hf promedio =**

**0.57**

**0.83**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** El programa Watercad simula la pérdida de carga que se genera en las redes secundarias con tuberías de A.C, ya que con el paso del tiempo estas tiende a disminuir su rugosidad. En el sector 210 de San Martín de Porres se puede visualizar que el incremento en la pérdida de carga respecto al original se incrementa en un 44.6%

### 3.2.3 Modelación de Red con material HDPE y Asbesto Cemento

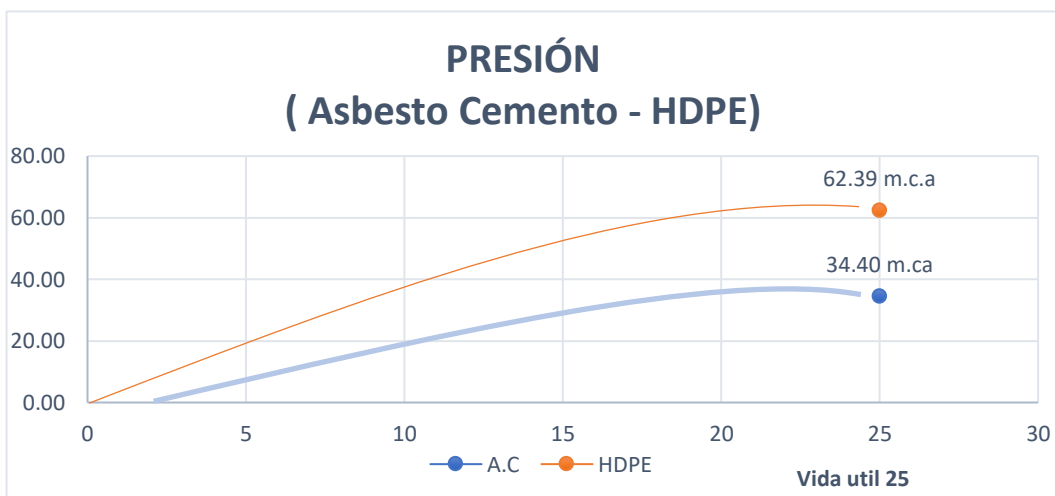
#### 3.2.3.1 Comportamiento hidráulico de Presión con tuberías HDPE y Asbesto

**Cemento,**

En el siguiente cuadro se muestra el comportamiento hidráulico con tubería de Asbesto Cemento y HDPE

Tabla 19. Comparativo de Presión con material de Asbesto Cemento y HDPE en un mismo periodo de tiempo (25 años).

Comparativo de Presión ( A.C - HDPE)							
Asbesto Cemento ( 25 Años)					HDPE ( 25 Años)		
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
30	J-1	61.73	0.4105	94.08	32.3	125.29	63.4
31	J-2	62.17	0.0155	94.02	31.8	125.26	63
33	J-3	62.11	0.759	87.63	25.5	122.42	60.2
34	J-4	62.15	0.259	87.62	25.4	122.42	60.1
569	J-309	70	0.4535	100.5	30.4	128.18	58.1
570	J-310	67.41	0.533	99.82	32.3	127.9	60.4
572	J-311	66.7	0.4295	93.46	26.7	125.01	58.2
574	J-312	69.89	0.3495	99.12	29.2	127.53	57.5
575	J-313	69.52	0.915	98.13	28.6	127.09	57.5
577	J-314	54.78	0.7525	95.81	40.9	125.9	71
581	J-315	74.78	0.2905	102.14	27.3	128.86	54
583	J-316	57.28	0.2915	87.84	30.5	122.51	65.1
584	J-317	55.44	0.6585	87.76	32.3	122.48	66.9
663	J-356	68.87	0.7655	101.46	32.5	128.59	59.6
682	J-365	74.73	0.7515	125.71	50.9	139.28	64.4
684	J-366	68.72	1.0825	93.59	24.8	125.07	56.2
1138	J-502	59.11	0.8215	110.26	51	132.47	73.2
1140	J-503	65.45	2.08	87.9	22.4	122.54	57
1147	J-504	90	0.8305	113.84	23.8	134.05	44
1151	J-505	81.01	0.5755	114.99	33.9	134.55	53.4
1245	J-516	74.62	0	149.59	74.8	149.82	75
<b>Presión promedio:</b>					<b>34.40</b>		<b>62.39</b>



Fuente: Elaboración propia.

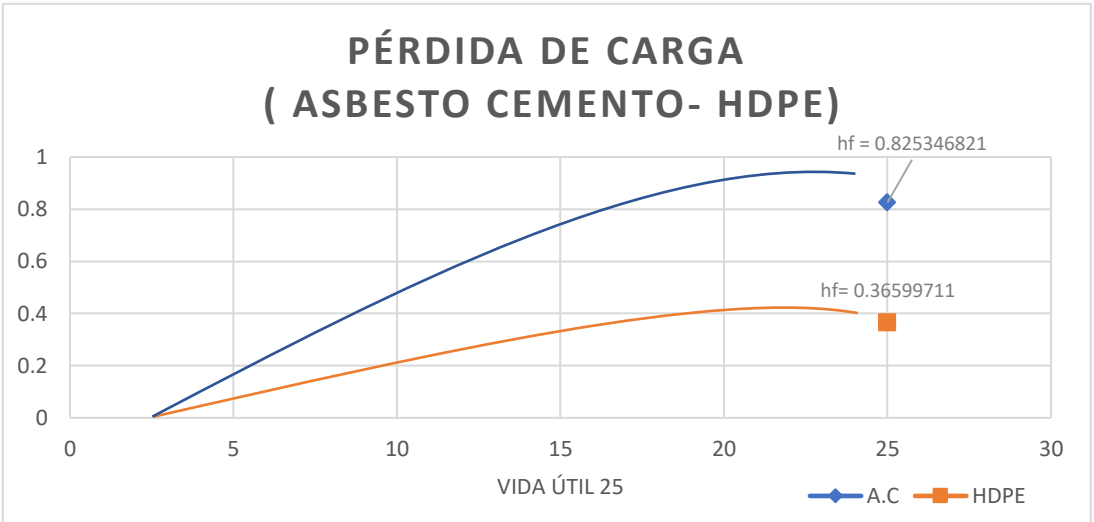
**Interpretación:** En el programa WaterCAD se simula las redes secundarias con tuberías de HDPE y A.C, del sector 210 de San Martin de Porres se puede visualizar que las tuberías de HDPE resisten presiones de 62.39 m.c.a, mientras que las de Asbesto Cemento resisten una presión 34.40.

### 3.2.3.2 Comportamiento hidráulico de Pérdida de carga con tuberías HDPE y Asbesto Cemento,

En el siguiente cuadro se muestra el comportamiento hidráulico con tubería de Asbesto Cemento y HDPE.

**Tabla 20.**Comparativo de Pérdida de carga con material de Asbesto Cemento y HDPE en un mismo periodo de tiempo (25 años).

<b>Comparativo Pérdida de carga (A.C - HDPE)</b>									
<b>Asbesto Cemento (estado actual)</b>					<b>HDPE (estado actual)</b>				
<b>ID</b>	<b>Start Node</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss (m)</b>	<b>Material</b>	<b>Hazen-Williams C</b>	<b>Velocity (m/s)</b>	<b>Headloss (m)</b>
1064	J-1	A.C	90	0.47	0.62	HDPE	140	0.48	0.28
311	J-2	A.C	90	0.66	0.31	HDPE	140	0.67	0.14
863	J-32	A.C	90	1.39	2.3	HDPE	140	1.41	1.04
198	J-37	A.C	90	1.37	0.69	HDPE	140	1.38	0.31
1037	J-37	A.C	90	0.39	0.38	HDPE	140	0.4	0.17
88	J-40	A.C	90	0.97	0.14	HDPE	140	0.97	0.06
91	J-42	A.C	90	0.71	0.08	HDPE	140	0.71	0.04
836	J-119	A.C	90	0.81	0.88	HDPE	140	0.81	0.39
898	J-142	A.C	90	1.27	2.01	HDPE	140	1.27	0.89
256	J-143	A.C	90	1.44	1.06	HDPE	140	1.45	0.47
1121	J-143	A.C	90	0.8	1.97	HDPE	140	0.8	0.88
1067	J-144	A.C	90	0.35	0.35	HDPE	140	0.35	0.16
1008	J-145	A.C	90	0.63	0.91	HDPE	140	0.63	0.4
288	J-162	A.C	90	0.31	0.08	HDPE	140	0.31	0.04
1015	J-163	A.C	90	0.2	0.13	HDPE	140	0.2	0.06
291	J-164	A.C	90	0.76	0.36	HDPE	140	0.76	0.16
1051	J-164	A.C	90	0.54	0.76	HDPE	140	0.54	0.34
1248	J-516	A.C	90	2.58	0.41	HDPE	140	2.58	0.18
<b>Hf promedio =</b>					<b>0.825347</b>	<b>0.365997</b>			



**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** En el programa WaterCAD se simula las redes secundarias con tuberías de HDPE y A.C, del sector 210 de San Martín de Porres se puede visualizar que las tuberías de HDPE tienen menor pérdida de carga 0.36599711, mientras que las de Asbesto Cemento tienen una pérdida de carga de 0.82534.

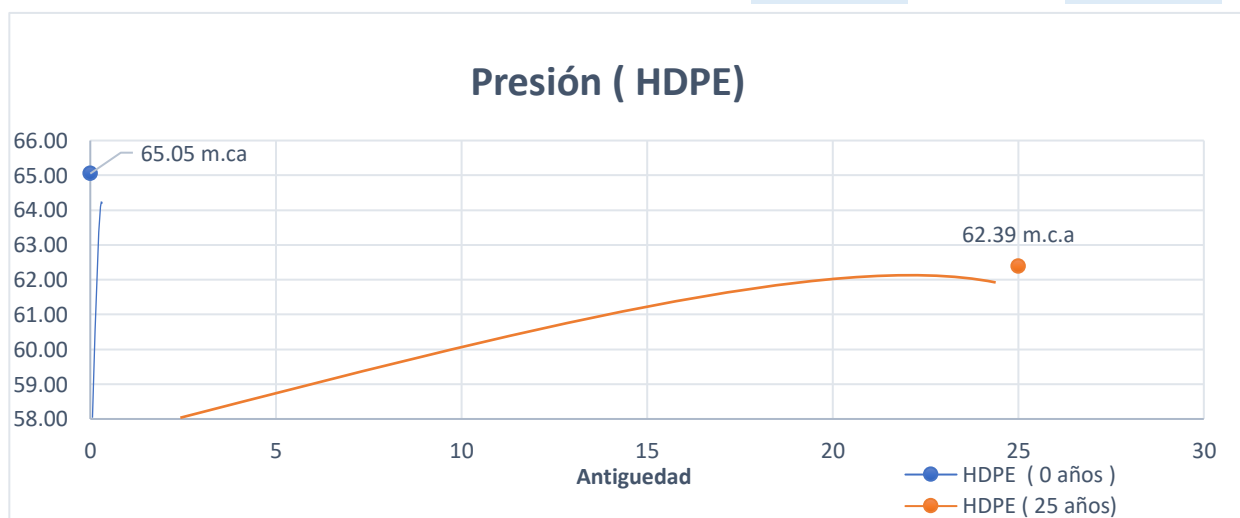
**3.3 Mejoramiento de la red de distribución con la implementación de tuberías HDPE**

**3.3.1 Comportamiento hidráulico de Presión con tuberías HDPE**

En el cuadro se muestra el comportamiento hidráulico con tubería de HDPE.

**Tabla 21.** Comparativo de Presión con material HDPE en un mismo periodo de tiempo de (0 a 25 años).

Comparativo Presión ( Tubería HDPE)							
HDPE ( Nuevo)				HDPE ( 25 AÑOS)			
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
30	J-1	61.73	0.4105	128.25	66.4	125.29	63.4
31	J-2	62.17	0.0155	128.23	65.9	125.26	63
33	J-3	62.11	0.759	125.73	63.5	122.42	60.2
34	J-4	62.15	0.259	125.73	63.4	122.42	60.1
36	J-5	74.39	0.0365	129.85	55.3	127.11	52.6
37	J-6	74.39	0	129.87	55.4	127.13	52.6
39	J-7	54.22	0.0395	124.04	69.7	120.5	66.2
57	J-19	75.17	0.0285	130.35	55.1	127.67	52.4
58	J-20	75.16	0.4525	130.29	55	127.6	52.3
60	J-21	55	0.1215	131.67	76.5	129.17	74
62	J-22	74.3	0.0625	130.28	55.9	127.59	53.2
63	J-23	74.39	0	130.36	55.9	127.68	53.2
68	J-26	73.74	0.034	132.09	58.2	129.64	55.8
69	J-27	73.83	0.2745	131.93	58	129.47	55.5
71	J-28	70.12	0.1235	136.53	66.3	134.69	64.4
238	J-132	75.6	0.119	139.52	63.8	138.09	62.4
711	J-380	70.2	1.0315	132.8	62.5	130.46	60.1
712	J-381	67.75	0.356	132.56	64.7	130.19	62.3
716	J-382	60.07	0.533	127.68	67.5	124.64	64.4
720	J-383	70.01	1.005	131.04	60.9	128.46	58.3
721	J-384	70	0.5295	131.02	60.9	128.44	58.3
723	J-385	73.04	0.8505	139.46	66.3	138.03	64.9
<b>Presión Promedio:</b>					<b>65.046771</b>	<b>62.386497</b>	



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se observa los resultados de la simulación en el Watercad de tuberías de HDPE en un periodo de 0 a 25 años, se visualizar que la presión varia en ambos casos, pero en menor proporción las tuberías de HDPE con un periodo de 25 años disminuyen la presión en un 4.16 % de las tuberías nuevas.

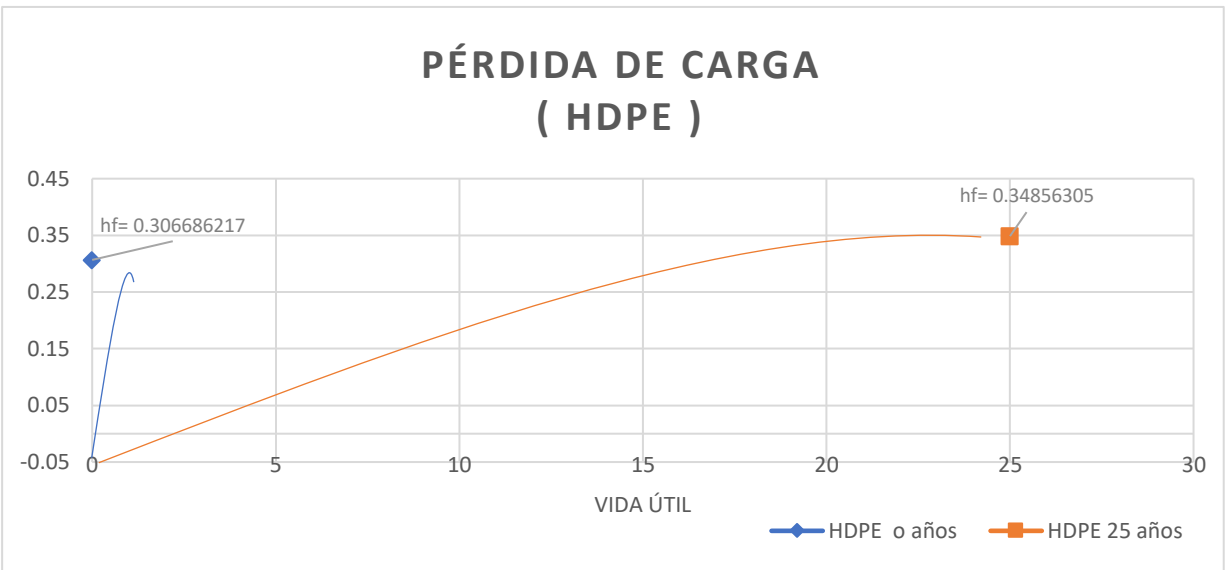
### 3.3.2 Comportamiento hidráulico de Pérdida de carga con tubería HDPE

El siguiente cuadro se muestra el comportamiento hidráulico con tubería HDPE.

**Tabla 22.**Comparativo de Pérdida de carga con material HDPE en un periodo de tiempo de (0 a 25 años).

Comparativo Pérdida de Carga								
HDPE ( 0 años)					HDPE (25años )			
ID	Start Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Headloss (m)	Material	Hazen-Williams C	Headloss (m)
29	J-1	100	HDPE	150	0.02	HDPE	140	0.03
1064	J-1	100	HDPE	150	0.24	HDPE	140	0.28
311	J-2	100	HDPE	150	0.12	HDPE	140	0.14
1119	J-18	100	HDPE	150	0.7	HDPE	140	0.8
56	J-19	100	HDPE	150	0.06	HDPE	140	0.07
59	J-21	100	HDPE	150	0.02	HDPE	140	0.02
727	J-158	100	HDPE	150	0.17	HDPE	140	0.2
1194	J-158	100	HDPE	150	0.5	HDPE	140	0.56
283	J-159	100	HDPE	150	0.2	HDPE	140	0.22
708	J-159	100	HDPE	150	0.32	HDPE	140	0.36
587	J-160	100	HDPE	150	0.03	HDPE	140	0.03
1212	J-336	100	HDPE	150	0.7	HDPE	140	0.8
623	J-337	100	HDPE	150	0.02	HDPE	140	0.02
1055	J-406	150	HDPE	150	0.28	HDPE	140	0.32
765	J-407	100	HDPE	150	0.18	HDPE	140	0.2
774	J-412	100	HDPE	150	0.02	HDPE	140	0.02
1249	J-514	200	HDPE	150	1.8	HDPE	140	2.04
1246	J-515	350	HDPE	150	2.18	HDPE	140	2.48
1248	J-516	350	HDPE	150	0.16	HDPE	140	0.18
<b>Hf promedio =</b>					<b>0.306686</b>			<b>0.348563</b>





**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** el programa Watercad simula la perdida de carga que se genera en las redes secundarias con tuberías de HDPE, ya que con el paso del tiempo estas tienden a disminuir su rugosidad. En el sector 210 de San Martin de Porres se puede visualizar que el incremento en la perdida de carga respecto al original se incrementa en un 11.34 %.

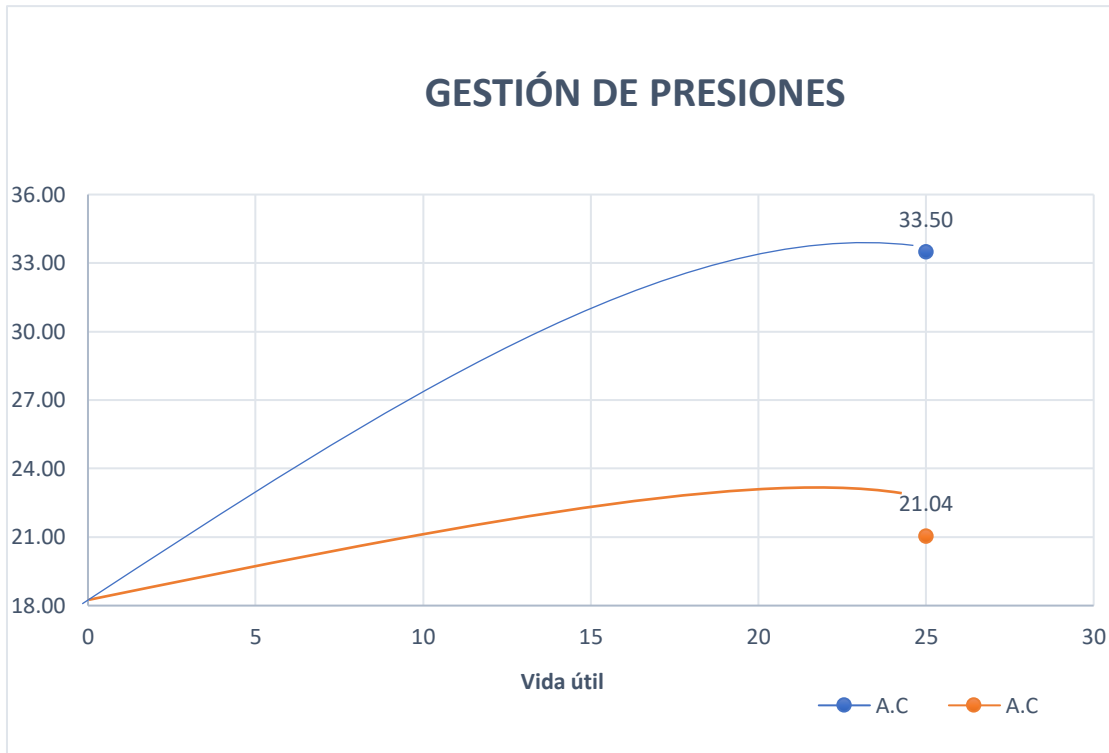
### 3.3 Mejoramiento de la red de distribución con la implementación de Válvula Reductora de Presión.

#### 3.3.1 Reducción de Fugas con la implementación de Gestión de Presiones.

En el cuadro se muestra el comportamiento hidráulico con tubería de HDPE.

Tabla 23.Comparativo de Presión con material HDPE en un mismo periodo de tiempo de (0 a 25 años).

Asbesto Cemento (Actual)			Gestion de presiones	
ID	Label	Pressure (m H2O)	Label	Pressure (m H2O)
30	J-1	32.3	J-1	17.6
31	J-2	31.8	J-2	17.1
33	J-3	25.5	J-3	10.7
34	J-4	25.4	J-4	10.6
48	J-13	27.3	J-13	13.4
55	J-18	47.5	J-18	31.8
57	J-19	24.2	J-19	10.8
58	J-20	24.1	J-20	10.6
60	J-21	47.7	J-21	32
62	J-22	24.9	J-22	10.6
153	J-81	46.9	J-81	35.2
155	J-82	40.6	J-82	27.6
171	J-93	38.4	J-93	25.9
173	J-94	43.7	J-94	38.3
174	J-95	42	J-95	29.5
176	J-96	45.5	J-96	33.7
177	J-97	45.5	J-97	33.8
212	J-117	40	J-117	25
1239	J-513	36.2	J-513	48.6
1245	J-516	45.1	J-516	42.3
Presión promedio:		33.5		21.04



**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** En el cuadro mostrado se puede determinar que con la implementación de las Válvulas Reductoras de Presión, se logró disminuir las presiones dentro de los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones OS. 050, a partir de ello se puede calcular la reducción del caudal de fuga (Q1).

- **Cálculo de Caudal de Fuga después de la Reducción de Presión:**

Antes de determinar el Caudal de Fuga (Q1), es necesario reducir el ANF (Agua no Facturada) por medio de la Gestión de Presiones.

El caudal de Fuga inicial representa un volumen de 72,446.73 m<sup>3</sup> /mes, a continuación, se realizará la Gestión de Presiones, para reducir las Pérdidas Operativas.

A continuación, se muestra la ecuación para determinar el Caudal de Fuga (Q1) del Sector 210 del Distrito de San Martín de Porres.

$$\frac{Q1}{Q0} = \left(\frac{P1}{P0}\right)^{N1}$$

Donde:

- Q1= Caudal de fuga después de implementar la Gestión de Presiones.
- Q0= 72,466.73 m3/mes (Caudal de fuga antes de la reducción de la Presión).
- P1= 21.04 m.c.a (Presión después de implementar la reducción).
- P0= 33.50 m.c.a (Presión antes de implementar la reducción de Presión).

Atraves de la ecuación se pudo determinar que el Q1 es igual a 45,523.98 m3/mes, por lo tanto, aplicando la Metodología de Gestión de Presiones, se halla que el Caudal de fuga disminuye en 26,942.75 m3/mes del Caudal de fuga inicial.

## **IV DISCUSIÓN**

González (2017), en la tesis: “Diseño, Aplicación y evaluación de una metodología de detección activa de pérdidas en redes de agua potable, se concluye que con la implementación de esta tecnología monitor se tiene un mejor control de la red, y la reducción de las perdidas reales y aparentes.

Los resultados obtenidos en la investigación coinciden, ya que tiene como finalidad reducir las pérdidas de caudal el programa WaterCAD versión v8i, simula la red el sector 210, permitiendo evaluar el estado actual, a través de la implementación de válvulas reductoras de presión, lograr reducir las presiones ya que existe una relación entre las presiones y el caudal de fuga.

Porras (2017), en su proyecto de investigación titulada: “Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías para mejorar distribución de agua potable – Sector San Carlos – La Merced”, Se concluye que, mediante la sectorización y la gestión de presiones, se disminuye un 40.5% de pérdida en la red de agua potable. Por lo tanto, permite tener un mejor control de las pérdidas ocasionado por fugas, esto permitirá distribuir el volumen de agua a la población, ampliar las horas de suministro.

El resultado que se obtiene coincide con la investigación ya que aplicando la gestión de presiones se logra, disminuir el A.N.F en 37.19 %.

Ojeda (2012), en su tesis titulada: “Metodología para la reducción de pérdidas en redes de agua potable y su puesta en práctica en la red de ciudad universitaria de la UNAM”, se concluye que se sectorizaron 5 subsectores (C, G, H, I Y J), donde se pudo determinar que en el sector H es donde se produjo el mayor porcentaje de fuga.

Los resultados obtenidos si coinciden con la investigación, ya que es necesario realizar el balance hídrico para tener un control del volumen de agua que se pierde, es necesario subdividir los sectores para tener un mejor control de la red y disminuir volumen el A.N.F, a partir del cual se lograra reducir el caudal de fuga.

## **V CONCLUSION**



Respecto al estudio de análisis de fugas en redes secundarias en el sector 210, San Martín de Porres:

Se concluye que se pierde un total de ANF de 84,548.75 m<sup>3</sup>/mes en términos económicos representa s/ 126, 823.125, de estas las pérdidas operativas (v fuga) representan el 85.71% del A.N.F.

Se logra disminuir el volumen de fuga, mediante la implementación de gestión de presiones, implementando las válvulas reductoras de presión en el modelamiento del programa Watercad v8i, las pérdidas operativas son de 72466.73 m<sup>3</sup> con esta implementación se reduce un caudal de 26942.7509 m que representa un 31.17 % de estas, ahorrando un costo de s/ 40 414.13 mensual.

Se concluye que la tubería de Asbesto Cemento que tiene una longitud de 44225.63 m representa el 82.19 % de la red, asimismo el 64.84% de estas tienen una antigüedad entre 25 a 50 años, esto ocasiona que disminuya su presión en un 31.11%, asimismo la pérdida de carga se incrementa en un 44.6%, respecto a las tuberías instaladas inicialmente, lo cual ocasiona que el desgaste de las tuberías origine roturas y fuga en las mismas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las Empresas Prestadoras de Servicio, deben implementar programas para el control y disminución de pérdidas, para reducir los índices de ANF (Agua no Facturada) y el caudal de fugas.

Se debe desarrollar la Gestión de Presión como se mostró en el presente estudio, ya que es una actividad importante para disminuir las fugas de agua en los sistemas de Distribución, puesto que mientras la presión aumenta en la red, este ocasiona que el caudal de fuga aumente.

Se debe implementar cuatro Válvulas Reductoras de Presión, en los puntos donde las presiones son mayores a lo indicado en el RNE, para el buen funcionamiento de la red de distribución, Sector 210, San Martín de Porres.

Se recomienda renovar las tuberías de Asbesto Cemento, por las tuberías de HDPE, ya que estas con el paso de los años mantienen una presión constante, y tienen menor pérdida de carga lo, cual se genera menor incidencia de fugas, es recomendable sustituirlas dentro de un período de 3 años por temas de costos.

## **VII. REFERENCIA**

barca,D. (2012).Técnicas de detección y localización de fugas de agua en redes de distribución (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja-Ecuador.

Borja Suarez, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Recuperado de <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.

Castañeda Galvis, Luis. (2015). Modelo de gestión para el mantenimiento de tuberías en redes de distribución de Agua Potable”. (Tesis de maestría). Universidad Manizales, ccadas, Colombia.

E.C. (30 de enero de 2018). San Isidro y Miraflores registran mayor consumo de agua al día. El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/sedapal-san-isidro-miraflores-registran-mayor-consumo-agua-potable-dia-noticia-493100>

Gutiérrez Baca, E. (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. sede cusco s.a. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil) universidad andina del Cusco, Cusco, Perú.

Hierro Espin, Javier. (2016). Diseño e implementación de un sistema de control de presiones y detección de posibles daños a la red de agua potable de EMAPA-I, en el sector de Juana Ataba lipa en la ciudad de Ibarra. (Tesis para el título de ingeniero electrónico y redes de comunicación) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Comisión Nacional del agua (2016). Manual de agua potable y alcantarillado y saneamiento. Recuperado <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>

MAVIN, K., (1996). “Predecir el rendimiento fallo de red individuales de agua.” Asociación de Investigación del Agua Urbana de Australia, Informe de Investigación N ° 11 4, Melbourne, Australia.

Medina, G. (2009). Políticas para el control activo de fugas (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja-Ecuador.

Ñaupá, H., Mejía, E., Novoa, E. & Villagómez, A. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C. P. & Cuevas, A. (2017). Fundamentos de investigación. Ciudad México, México: Mc Graw Hill.

Janampa, F., Sandoval, C., & Edilberto, O. (2013). Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema convencional (tuberías pvc) y el sistema de termofusión (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en región de Lima. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Sanitario) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Bernal, C.A. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá, Colombia: Pearson Education.

Gómez, M. (2009). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdova: Brujas.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptiste P. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc

Ministerio de Vivienda y Construcción (2014). Guía de Métodos para Rehabilitar o Renovar Redes de Distribución de Agua Potable. Recuperado en <http://viviendahuanuco.gob.pe/index.php/2012-07-11-07-21-04/normas/item/rm-n-019-2014-vivienda-aprueban-la-guia-de-metodos-para-rehabilitar-o-renovar-redes-de-distribucion-de-agua-potable>.

Mogollon, D. (2017). Estudio de la probabilidad de rotura en abastecimiento urbanos con ayuda de modelos estadísticos e hidráulicos. estrategia de renovación de activos. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia –España.

Nervera, C. (2013). Modelo de Evaluación de Riesgos para la rehabilitación de tuberías y sustitución en un sistema de distribución de agua. (Tesis para Maestría). Universidad de California Polytechnic State University, San Luis Obispo, EE.UU.

Niebel, D. (2011). Guía para la reducción de las pérdidas de agua. Giz. Suiza. Recuperado de <https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2011-es-guia-reduccion-perdidas-agua-resolucion-baja>

Olivos, O. (2014). Modelo técnico económico para la toma de decisiones de renovación de redes secundarias de agua potable en la zona norte de Lima. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Sanitario) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Informe del Agua. Recuperado de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ortiz, V. (2004) estrategia y organización para detección de fugas. centro mexicano de capacitación en agua y saneamiento. México.

Porras, O. (2014). Reducción de pérdidas de caudal en red de tuberías -para mejorar distribución de agua potable sector San Carlos - la merced. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico) universidad nacional del centro del Perú, Junín, Perú.

Ramírez, 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 obtener el título de Ingeniero Civil) universidad técnica Federico santa maría departamento de obras civiles Valparaíso - Chile, Valparaíso –Chile.

Rebollo, J.M. (2014). MF0606\_2: *Replanteo de redes de distribución de agua y saneamiento*. Málaga, España: ic editorial.

Saldarriaga, J., Ochoa, S., Moreno, M., Romero, N., Y Cortés, O. (2010). Renovación priorizada de redes de distribución utilizando el concepto de potencia unitaria. *Revista de Ingeniería*, 31(7), 7-15

Salkind, N. (1998). Metodología de Investigación (pp. 1-15). Mexico: prentice Hall

Sandoval, M. (2017,26 de octubre).la escasez del agua en España: el reto de la sostenibilidad hídrica. Idencity.Recuperado de <https://www.idencityconsulting.com/la-escasez-del-agua-espana-reto-la-sostenibilidad-hidrica/>

200,000 litres of water saved per day following the repair of 11 large leaks on public water network in mountmellick. (2017). (). London: Global Data Ltd. Retrieved from ProQuest Central  
Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1874695117?accountid=3740>



## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de consistencia

**MATRIZ**

**Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>			
¿De qué manera influye el análisis de fugas en redes secundarias en la mejora de la red distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018?	Determinar si el análisis de fugas en redes secundarias influye en el mejoramiento de la red distribución de agua potable, -San Martín de Porres,2018.	Si se reduce las fugas en redes secundarias se mejorara significativamente la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.			
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
¿Cómo influye la presión en la mejora de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018?	Determinar si la presión influye en la mejora de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres-2018.	La presión influye en la mejora de la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres-2018.		Presión en la red	m.c.a
¿Cómo afecta el material de la tubería en la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018?	Determinar si el material de la tubería influye en la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres-2018?	El cambio de material de la tubería mejorara la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres-2018.	Análisis de Fugas	Material de la tubería	Pvc Asbesto cemento HDPE
				Antigüedad de la tubería	Años
			<b>Variable Dependiente</b>		
¿Cómo la antigüedad de la tubería afecta la red de	Determinar si la antigüedad de la tubería afecta la red de	La antigüedad de la tubería afecta significativamente la	Mejorar la red de distribución	Gestión de presiones	m.c.a

---

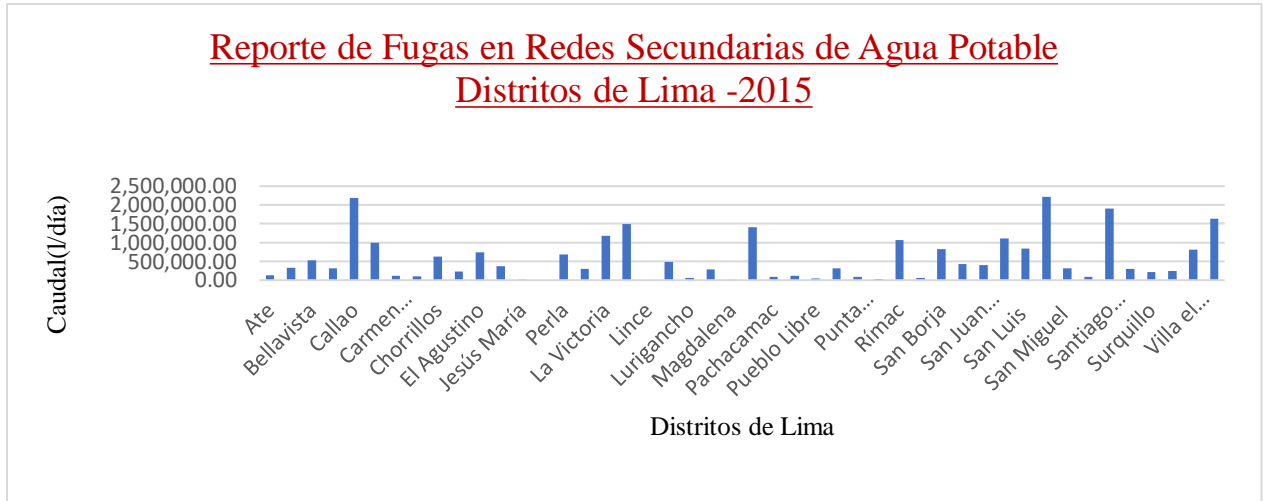
distribución de agua potable, San Martin de Porres?	distribución de agua potable, San Martin de Porres.	red de distribución San Martín de Porres-2018.
--	--	---

---

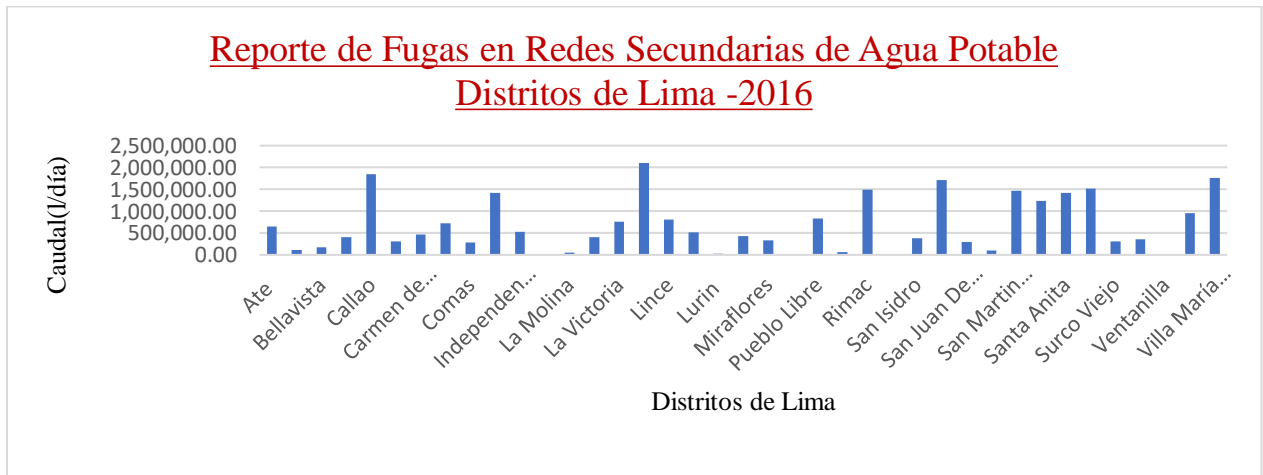
Balance Hídrico	ANF(m3)
-----------------	---------

---

## REPORTE DE FUGAS A NIVEL LIMA

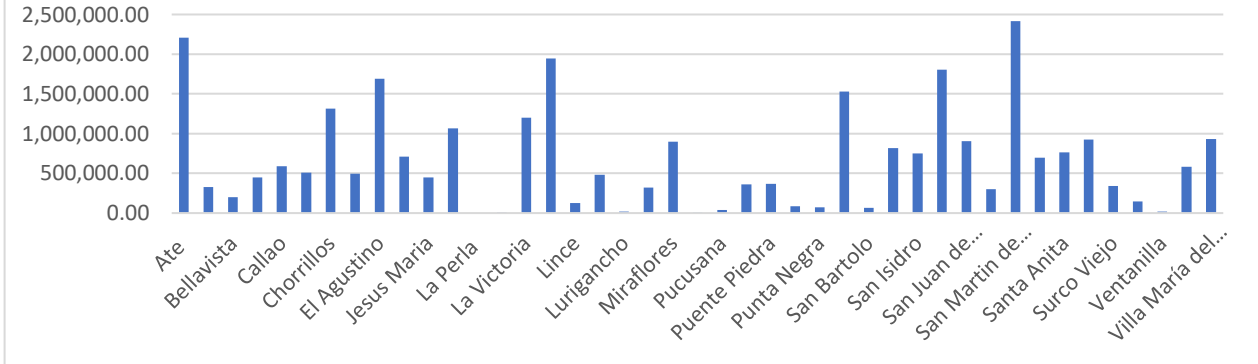


**Interpretación:** De acuerdo a información obtenida por parte de sedapal, se puede observar que en el año 2015 la zona con mayor incidencia de fuga es el distrito del callao seguido de San Luis.



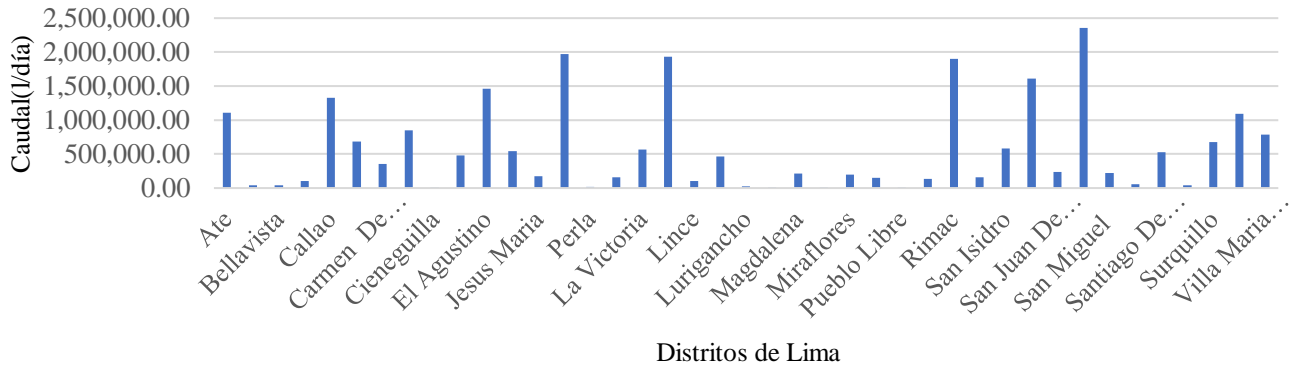
**Interpretación:** De acuerdo a información obtenida por parte de sedapal, se puede observar que en el año 2016 la zona con mayor incidencia de fuga es el distrito del Lima Cercado seguido de Villa María del Triunfo.

**Reporte de Fugas en Redes Secundarias de Agua Potable**  
**Distritos de Lima -2017**



**Interpretación:** De acuerdo a información obtenida por parte de sedapal, se puede observar que en el año 2017 la zona con mayor incidencia de fuga es el distrito del San Martín De Porres seguido de Ate.

**Reporte de Fugas en Redes Secundarias de Agua Potable Distritos de**  
**Lima -2018**



**Interpretación:** De acuerdo a información obtenida por parte de sedapal, se puede observar que en el año 2018 la zona con mayor incidencia de fuga es el distrito del San Martín De Porres seguido de Lima (Cercado)

## ANEXO FOTOGRÁFICO



Estos Equipos móviles de sedapal, realizan un recorrido diario de 4.59 km por día.



Geófono: Es un equipo acústico, que permite identificar la presencia de fuga a través del sonido.



Se coloca como primer punto en el grifo hidrante, y el segundo punto será en la caja medidor que pertenezca a la misma red.



Se pudo verificar que ocurría una pequeña fuga en la caja medidor



Quando se procese la información, brinda como resultado la ubicación de la posible fuga, a través de barras estadísticas.

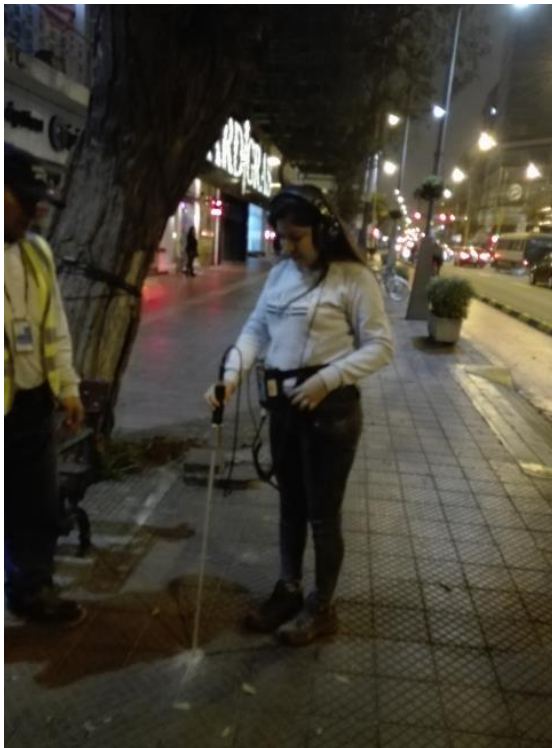


Sensor de superficie (pata de elefante): Está diseñado para detectar las fugas atreves del sonido.





Multifuncional : Cumple la misma función que el correlador pero este tiene mas alcance ya que puedes conectar más puntos en una misma línea de conducción.



Se acompañó al Área de Equipo de Control y Reducción de Fuga, se busca la ubicación de la fuga ya que se reportó una filtración en el semisótano de un establecimiento.



Se observa el pozo de agua que se formó, producto de la fuga en la red de tubería



Personas Capacitadas para el trabajo a realizar.



En esta zona, el pavimento se encuentra húmedo ya varios días, debido a esto se reportó a sedapal, un grupo de trabajadores vinieron a inspeccionar.



Como se observa en la imagen , la tubería es de asbesto cemento también se puede visualizar que las uniones se encuentran deterioradas esta red tiene una antigüedad de 30 años.





Se reportó que la falla estaba en las uniones.



Esta Tubería de Asbesto cemento será reemplazado por tubería de PVC con sus uniones.



FICHA DE REPORTE DEL ESTADO DE LA RED SECUNDARIA SECTOR 210 SAN MARTIN DE PORRES

Tipo de Red analizada : Red secundaria de Agua Potable

Ubicación de la Red: Sector 210 San Martín de Porres

UBICACIÓN.



TIPO DE MATERIAL DE LA RED SECUNDARIA.

San Martín de Porres - 2018					
Material	Longitud	% de tubería	Año de instalación	Condición	Antigüedad
Asbesto Cemento	13,882.95	25.80%	1969	malo	49
	137.88	0.26%	1976	regular	42
	25.90	0.05%	1978	malo	40
	277.42	0.52%	1980	regular	38
	3,468.36	6.45%	1982	regular	36
	182.07	0.34%	1983	malo	35
	1,198.79	2.23%	1986	regular	32
	1,957.59	3.64%	1988	regular	30
	2,421.24	4.50%	1989	regular	29
	7,027.35	13.06%	1990	regular	28
	1,801.70	3.35%	1991	regular	27
	2,511.83	4.67%	1992	regular	26
	1,665.77	3.08%	1994	regular	24
	1,665.47	3.10%	1995	regular	23
	33.21	0.06%	1996	regular	22
	4,507.64	8.38%	1997	regular	21
	37.59	0.07%	1999	regular	19
	75.32	0.14%	2001	regular	17
	698.00	1.30%	2002	regular	16
	659.55	1.23%	2013	regular	5
44,225.63	82.19%				

San Martín de Porres - 2018					
Material	Longitud	% de tubería	Año de instalación	Condición	Antigüedad
PVC	167.46	0.31%	1969	malo	49
	18.35	0.03%	1989	regular	29
	181.25	0.34%	1991	regular	27
	182.16	0.34%	1992	regular	26
	294.09	0.55%	1994	regular	24
	127.53	0.24%	1995	regular	23
	3,928.79	7.30%	1996	regular	22
	77.49	0.14%	1997	regular	21
	733.40	1.36%	1999	regular	19
	1,302.36	2.42%	2000	bueno	18
	1,526.50	2.84%	2002	bueno	16
	770.16	1.43%	2004	bueno	14
	234.97	0.44%	2013	bueno	5
	9,544.51	17.74%			

San Martín de Porres - 2018					
Material	Longitud	% de tubería	Año de instalación	Condición	Antigüedad
HIERRO DUCTIL	38.01	0.07%	2002	Exc.	16
	38.01	0.07%			

Longitud de la tubería de acuerdo al tipo de Material.

Tipo de Material	Longitud del Material (m)	Porcentaje de Material
Asbesto Cemento	44,225.63 m	82.19%
Pvc	9544.51 m	17.74%
Hierro Ductil	30.01 m	0.07%

Datos para el modelamiento de la red, del sector 210 San Martin de Porres (tuberías Asbesto Cemento).

Material	Hazen-Williams Coefficient tubo ( 0 años)	Hazen-Williams Coefficient tubo ( aprox 25 años)
	- c -	- c -
Concreto	100-140	90
PVC	150	140
HDPE	150	140

Properties - Junction - J-33 (78)

Property Search

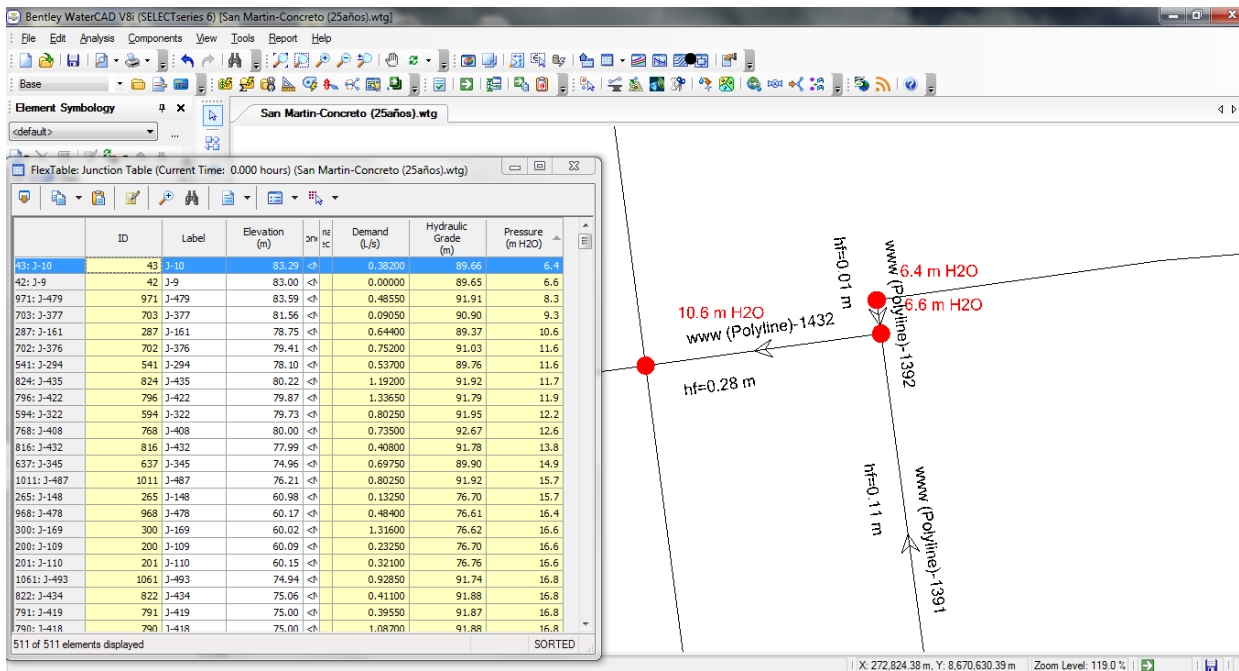
- <General>
  - ID: 78
  - Label: J-33
  - Notes: <Collection: 0 items>
  - GIS-IDs: <Collection: 0 items>
  - Hyperlinks: <Collection: 0 items>
- <Geometry>
  - X (m): 273.087.30
  - Y (m): 8.670.934.09
- Active Topology
  - Is Active?: True
- Demand
  - Demand Collection: <Collection: 1 item>
  - Unit Demand Collection: <Collection: 0 items>
  - Customer Meter Demands: <Collection>
  - Customer Meter Unit Dem: <Collection>
- Fire Flow
  - Specify Local Fire Flow Cf: False
- Operational
  - Controls: <Collection>
- Physical
  - Elevation (m): 50.00
  - Zone: <None>
  - Emitter Coefficient (L/s/m 0.000): 0.000
- Pressure Dependent Demand
  - Use Local Pressure Deper: False
- Transient (Initial)
  - Vapor Volume (Initial) (L): 0.0
- Water Quality
  - Age (Initial) (hours): 0.000
  - Concentration (Initial) (mg. 0.0): 0.0
  - Is Constituent Source?: False
  - Trace (Initial) (%): 0.0
- Results
  - Label: <Collection>

• Pérdida de carga ( headoss)

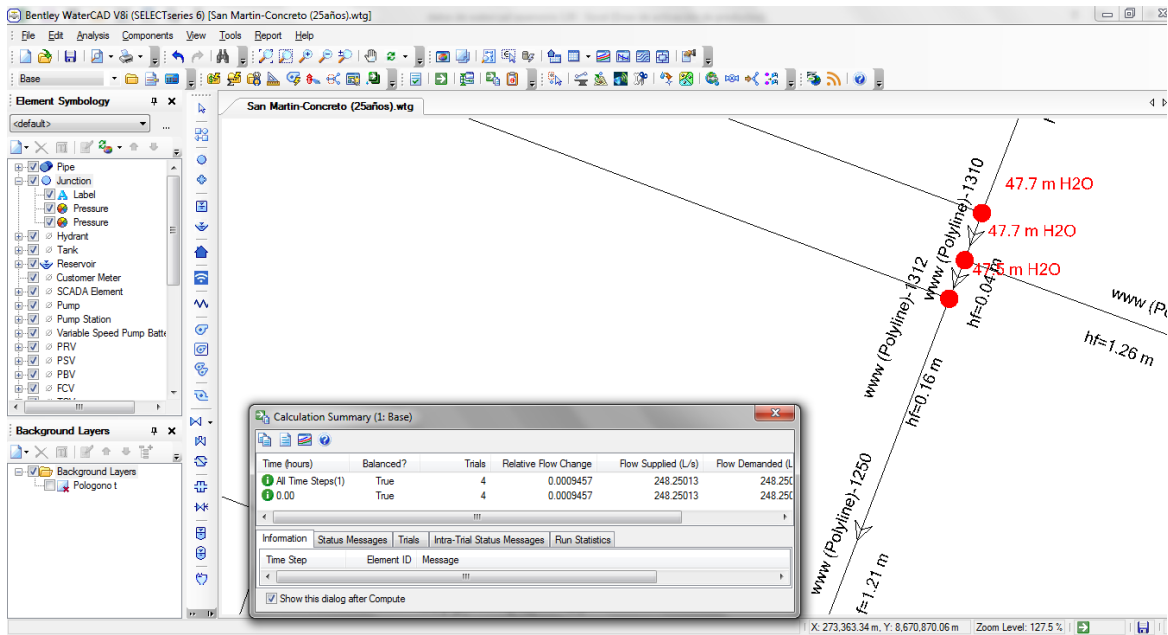
FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (San Martin-Concreto (25años).wtg)

Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	azen-William C	Has Check Valve?	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Headloss (m)
1244: P-13	J-514	J-515	350.0	Concreto	90.0	248.25013	2.58	0.032	6.38
1246: P-14	J-515	J-516	350.0	Concreto	90.0	248.25013	2.58	0.032	5.62
1248: P-15	J-516	R-3	350.0	Concreto	90.0	248.25013	2.58	0.032	0.41
1240: P-11	J-291	J-513	200.0	Concreto	90.0	105.78755	3.37	0.102	3.92
1242: P-12	J-513	J-514	250.0	Concreto	90.0	105.78755	2.16	0.034	16.06
1166: www (Po	J-250	J-80	200.0	Concreto	90.0	32.84365	1.05	0.012	1.72
103: www (Po	J-50	J-51	100.0	Concreto	90.0	29.02341	3.70	0.271	1.86
638: www (Pol	J-17	J-298	150.0	Concreto	90.0	24.36268	1.38	0.027	1.26
604: www (Pol	J-327	J-18	150.0	Concreto	90.0	22.53157	1.28	0.024	1.21
210: www (Pol	J-116	J-117	100.0	Concreto	90.0	20.80242	2.65	0.146	2.75
202: www (Pol	J-111	J-112	100.0	Concreto	90.0	20.48586	2.61	0.142	2.41
185: www (Pol	J-19	J-50	150.0	Concreto	90.0	19.75597	1.12	0.018	0.26
751: www (Pol	J-112	J-116	100.0	Concreto	90.0	19.05764	2.43	0.124	6.05
752: www (Pol	J-39	J-253	100.0	Concreto	90.0	18.28351	2.33	0.115	5.61
859: www (Pol	J-436	J-450	150.0	Concreto	90.0	14.70945	0.83	0.011	0.51
786: www (Pol	J-117	J-417	100.0	Concreto	90.0	14.50108	1.85	0.075	3.76
538: www (Pol	J-200	J-293	100.0	Concreto	90.0	14.36643	1.83	0.074	3.22
459: www (Pol	J-241	J-250	100.0	Concreto	90.0	14.01272	1.78	0.070	2.66
438: www (Pol	J-124	J-241	100.0	Concreto	90.0	13.90072	1.77	0.069	2.54
222: www (Pol	J-123	J-124	100.0	Concreto	90.0	13.78872	1.76	0.068	1.34
981: www (Pol	J-253	J-123	100.0	Concreto	90.0	13.44322	1.71	0.065	4.76
94: www (Poly	J-44	J-45	100.0	Concreto	90.0	13.42540	1.71	0.065	0.42
576: www (Pol	J-121	J-314	100.0	Concreto	90.0	13.40700	1.71	0.065	2.92
818: www (Pol	J-392	J-306	100.0	Concreto	90.0	11.66556	1.49	0.050	2.51
1207: www (Po	J-417	J-275	150.0	Concreto	90.0	11.40482	0.65	0.007	1.42
256: www (Pol	J-143	J-144	100.0	Concreto	90.0	11.32096	1.44	0.047	1.06
322: www (Pol	J-181	J-182	100.0	Concreto	90.0	10.92092	1.39	0.044	1.25
304: www (Pol	J-36	J-118	100.0	Concreto	90.0	10.61584	1.35	0.042	1.12
61: www (Poly	J-22	J-23	100.0	Concreto	90.0	10.17850	1.30	0.039	0.26
111: www (Pol	J-55	J-56	100.0	Concreto	90.0	10.15853	1.29	0.039	0.28
88: www (Pol	J-143	J-144	100.0	Concreto	90.0	9.66564	1.27	0.037	1.01

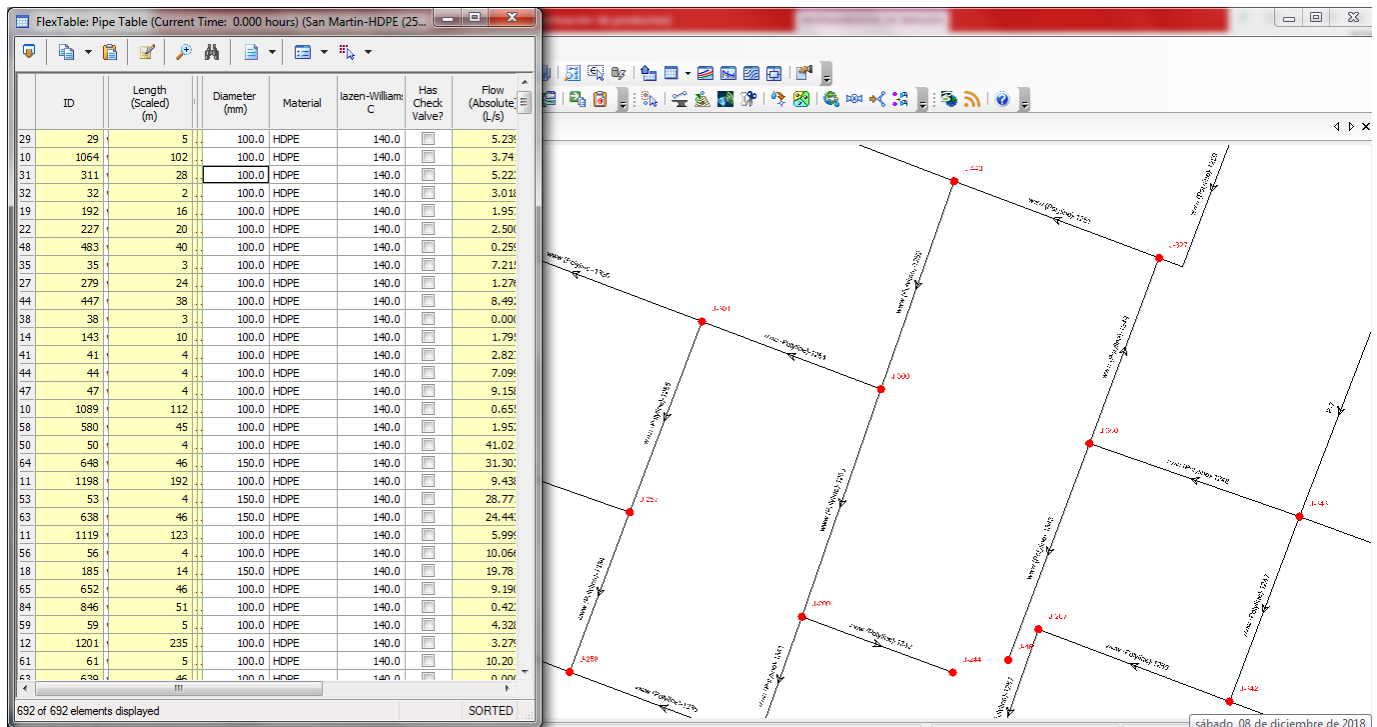
- Presión



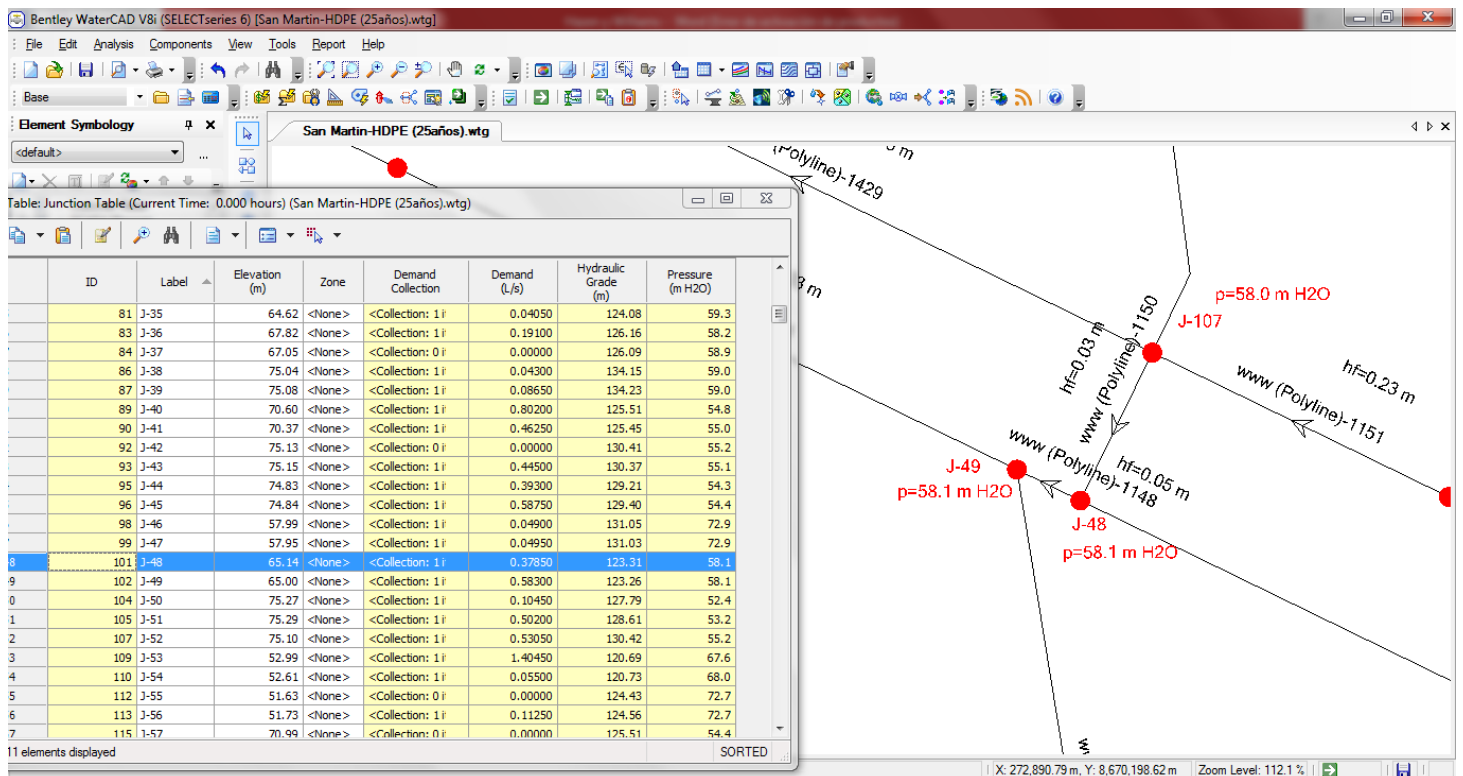
- El programa procesa la información sin ningún problema.



## Modelamiento con tubería HDPE (25 años)

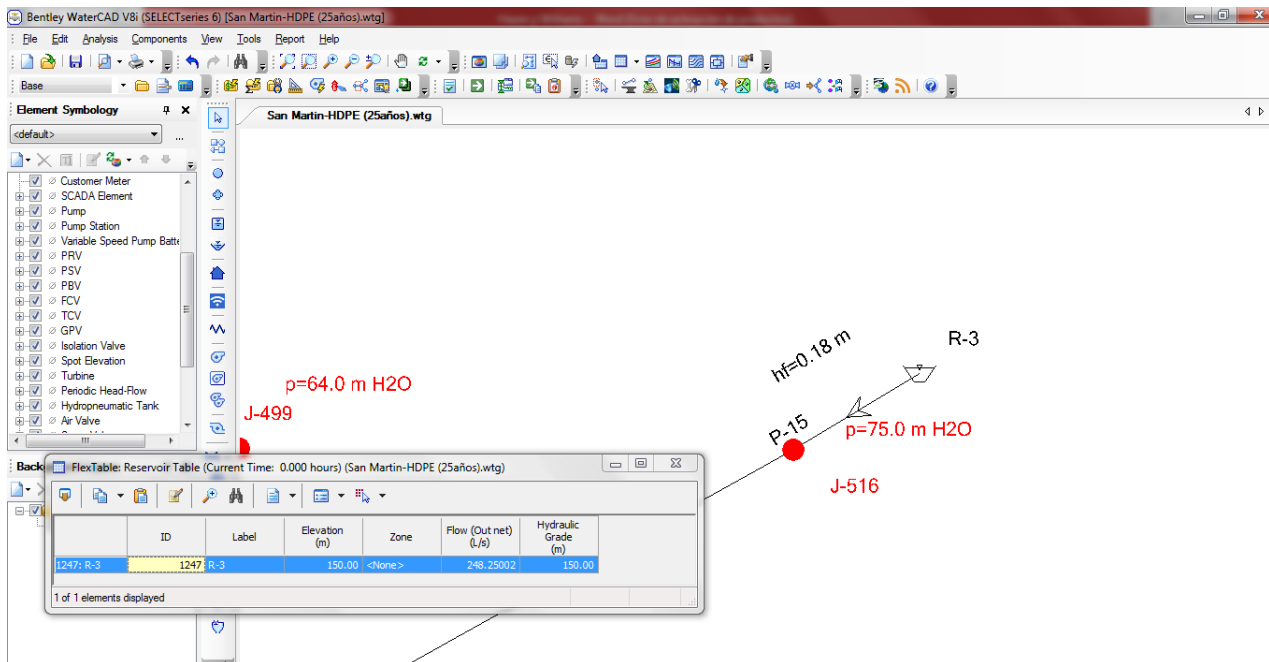


- Presión ( Tubería HDPE)

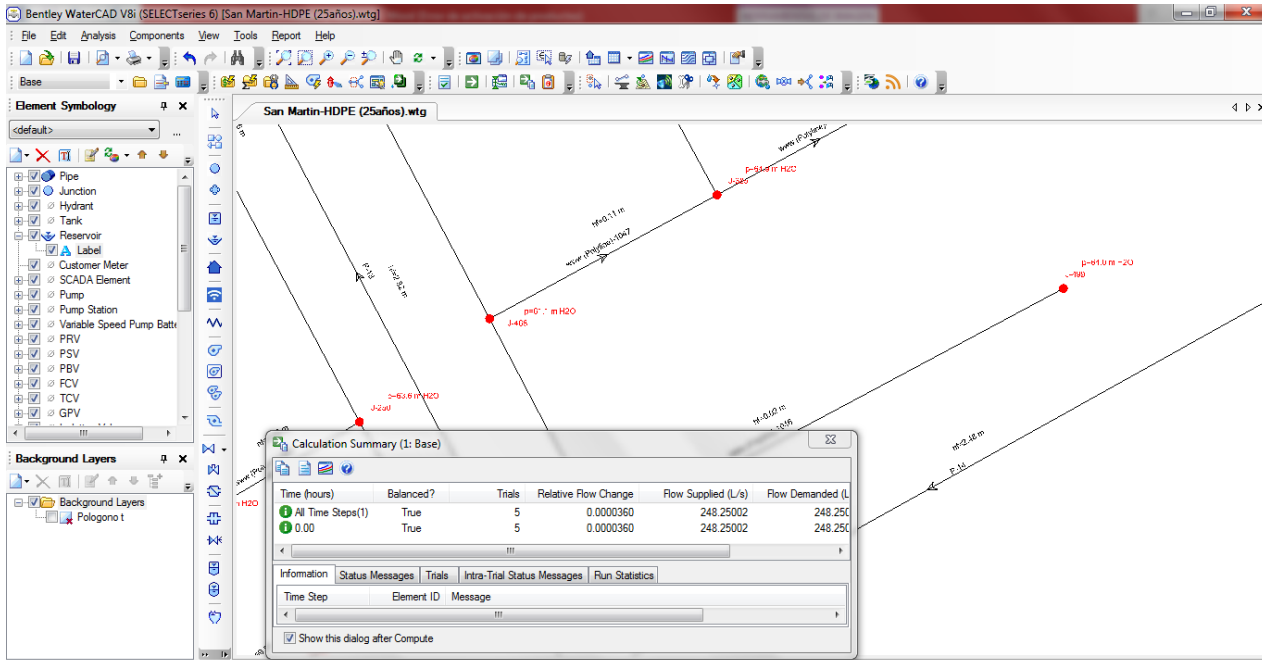




- Ubicación del reservorio



- Procesa la información correctamente.





## Equipamientos Hidráulicos “San Roque” E.I.R.L

### RUC 20521488396

FABRICACION Y SUMINISTRO DE ACCESORIOS PARA INSTALACIONES  
HIDRAULICAS CON NORMAS DE SEDAPAL EN ACERO

[rubendaviran@gmail.com](mailto:rubendaviran@gmail.com)

<b>COTIZACION</b>
<b>013-2017</b>

**OBRA: VILLA SALVADOR**

**REFERENCIA: SUMINISTRO E INSTALACION DE UNA CAMARA REDUCTORA**

<b>RUC</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>CONTACTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>CIUDAD</b>
		RICARDO PICHO	10-dic-2018	LIMA
<b>TLF</b>	<b>DIRECCION</b>	<b>E-MAIL</b>	<b>DESCUENTO</b>	<b>F. PAGO</b>
			0%	A CONVENIR

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
1	VALVULA COMPUERTA DE 80 MM BB	3	UND	130.00	390.00
2	VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 80 MM BB	1	UND	900.00	900.00
3	VALVULA DE AIRE DE 25 MM	1	UND	90.00	90.00
4	YEE FILTRO DE 80 MM BB	1	UND	190.00	190.00
5	TEE DE 80 MM x 80 MM BB	2	UND	95.00	190.00
6	CODO DE 80 MM x 90º BB	2	UND	70.00	140.00
7	UNION MAXIFIT DE 80 MM	2	UND	50.00	100.00
8	BRIDA P/SOLDAR Y EMPERNAR DE 80 MM	12	UND	15.00	180.00
9	TUBO DE ACERO SCH-40 DE 80 MM	4	MT	18.00	72.00
10	PERNO DE 5/8 x 3" CON TUERCA	152	UND	1.00	152.00
11	REDUCCION DE 100 MM A 80 MM BB	2	UND	55.00	110.00
12	UNION ADAPTADOR DE 1000 MM	2	UND	65.00	130.00
13	EMPAQUETADURA DE LONA DE 80 MM	18	UND	1.00	18.00
14	MARCO Y TAPA DE H.D 0.60 CON SEGURO	1	UND	220.00	220.00
15	ESCALERA MARINERA	1	UND	40.00	40.00
16	MANOMETRO DE 0 A 200 PSI CON ACCESORIO	2	UND	40.00	80.00
17	MANO DE OBRA POR INSTALACION	1	UND	550.00	550.00

\* VALIDEZ DE LA OFERTA 15 DIAS.  
 \* ENVIAR ORDEN DE COMPRA  
 \* FORMA DE PAGO: MATERIALES 50% ADELANTO Y 50% CONTRA ENTREGA  
 \* MANO DE OBRA 20% ADELANTO, RESTANTE SEGÚN VALORIZACION

<b>SUBTOTAL</b>	3,552.00
<b>DSCTO</b>	-
<b>NETO</b>	3,552.00
<b>I.G.V 18%</b>	639.36
<b>TOTAL</b>	<b>4,191.36</b>

SON: \*\*\*\*\* CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y UNO CON 36/100 DOLARES AMERICANOS \*\*\*\*\*

**NºCta Banco Continental**

Soles : 0174 - 0100013069

Dolares: 0174 - 0100013077

**DETRACCION**

**NºCta Banco de la Nacion**

00-059-020056



ANIXTER JORVEX S.A.C

ANIXTER JORVEX S.A.C.

AV. TINGO MARIA 311  
BREÑA  
LIMA LIMA  
CENTRAL: 417-0202 FAX: 431-9324  
www.jorvex.com

R.U.C. N° 20545135184

Factura Electrónica

N° F701-00028772

SEÑOR(ES) PROBINVERS CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L

RUC 20507981519

DIRECCIÓN MZ N LT.16I PARCELA 2 PQ INDV.E.S.-LIMA PE

ORDEN DE COMPRA SIN OC 26-04-18

FECHA: 30/04/2018

Condiciones de Pago PREPAY

Vendor: DL - -

Código de Cliente: 251053

Código AR: 49N007544

Orden de venta No: 49N07127

Gula de remisión: 733-0025031

ITEM	CODIGO	CANTIDAD / UNID	DESCRIPCION	P. UNITARIO	VALOR VENTA
1	PE-P100-A17-006	100 MT	PE-P100-A17-006 TUBO HDPE PE100 110MM ISO4427 SDR-17 PN-10 AZUL(P)	5.5600	556.00

SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS 08/100 DOLARES AMERICANOS

S.E.U.O

Designado AGENTE DE RETENCION, no sujeto a retención del 3% del IGV de acuerdo al Inc. b) Art. 5° de la R.S. 033-2014/SUNAT

CARGO INTERCOMPAÑIA	SUB-TOTAL	IGV 18%	TOTAL
US\$ 0.00	US\$ 556.00	US\$ 100.08	US\$ 656.08

CARTA DE SOLICITUD INFORMACIÓN – AREA DE CONTROL Y REDUCCION DE FUGAS..

**CARCO**

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
BOGAS DE PLATA

**“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”**

San Juan de Lurigancho, 29 de Mayo de 2018

**CARTA N° 009-2018/CP.ING CIVI. LIMA ESTE**

**Ing. Liliana Gamarra León**  
**EQUIPO CONTROL Y REDUCCION DE FUGAS-SEDAPAL**  
**SEDAPAL**

**Presente.-**

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez, presentarle a la alumna **HUANCAHUARI ARIMANA, ROSAURA DIANA**, identificado con código de Matrícula N° **6500092087**, quien se encuentra cursando el IX ciclo de estudios en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus Lima Este.

El estudiante está realizando su tesis titulado: **“EVALUACION E IDENTIFICACION DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE FUGAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCION”**, para lo cual, se requiere información para realizar el proyecto de investigación.

Esperando contar con su apoyo a la Formación Profesional de nuestros estudiantes, quedo con Usted.

Atentamente,



**MG. JAIME ESPINOZA SANDOVAL**  
Coordinador de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil  
UCV – Lima Este





**UCV.EDU.PE**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

**CARTA N° 025-2018/CP.ING CIVIL.LIMA ESTE**

**ING.LILIANA GAMARRA LEON**  
EQUIPO DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE FUGAS

**Por el presente.-**

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente y a la vez, presentarle a nuestras alumnas **MONTERO LEÓN, MELISA MISHEL Y HUANCAHUARI ARIMANA DIANA**, que se encuentran cursando el X Ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Campus Lima Este.

Asimismo, las estudiantes solicitan información como parte del desarrollo de su tesis, titulada **“ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE, COOP. AMA QUELLA 1 ERA ETAPA – SECTOR 210-SAN MATÍN DE PORRES, 2018”**:

- Planos de Red de Distribución y Ubicación.
- Expediente Técnico.
- Estadística de Agua no Facturada

Ubicado en:

- Cooperativa Amaquilla 1era Etapa, con dirección en: Calle Palma, clemente 492 k – 19.
- Distrito: San Martín de Porres
- SECTOR: 210

Adjunto los datos de nuestras alumnas: Montero León, Melisa con Correo Electrónico monteroleonmelisa@gmail.com, Celular: 933641969 y Huanahuari Arimana, Diana con Correo Electrónico diana.huancahuari@gmail.com, Celular: 982522402.

Esperando contar con su apoyo a la Formación Profesional de nuestros estudiantes, quedo ante Usted.

Atentamente



**MG. ING. JAIME ESPINOZA SANDOVAL**

Coordinador de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil UCV Lima Este

**CARGO**

**SEDAPAL**

MESA DE PARTES-COP-LA ATARJEJA

**27 SET. 2018**

**RECIBIDO**

Hora: 11:00 N° Exp: 141815

Recibido por: .....





SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA



ISO 9001:2008  
ISO 14001:2004  
OHSAS 18001:2007  
www.tuv.com  
ID 9108633240

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Carta N° 409 -2018-ECRF

Lima, 05 de octubre de 2018

Señor  
Jaime Espinoza Sandoval  
Coordinador de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil  
Universidad Cesar Vallejo – Lima Este  
Av. Del Parque 640  
San Juan de Lurigancho

Asunto : Información para desarrollo de tesis titulada "ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE, COOP. AMA QUELLA 1 ERA ETAPA – SECTOR 210 - SAN MARTIN DE PORRES, 2018".

Referencia : Su Carta N° 025-2018/CP.ING CIVIL.LIMA ESTE Reg. N° 141815

De nuestra consideración:

En atención a lo solicitado en la comunicación de la referencia, recibida en nuestras oficinas el 27.09.2018, comunicamos que se entregó el día de hoy a las alumnas MONTERO LEÓN, MELISA MISHEL y HUANCHAUARI ARIMANA DIANA en CD en formato ArcGIS 10.3 y 10.5.1 copia del catastro de las redes de agua y estadísticas del Agua No facturada recepcionadas y administradas por SEDAPAL correspondiente a la zona de interés.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi especial estima.

Atentamente,

Liliana Gamarra León  
Jefa Equipo Control y Reducción de Fugas

c.c.: Arch.

\\\\1.1.201.58\\compartido\CARTAS RESPUESTA\64129.doc

Elaborado por:

Enrique Cadenas A.  
Ficha 1-12976

**OFICINA PRINCIPAL LA ATARJEJA:**  
Autopista Ramiro Prialé 210- El Agustino- Central Telefónica 317 3000  
**Consultas e Informes : Aquafono 317 8000**

[www.sedapal.com.pe](http://www.sedapal.com.pe)

**CENTROS DE SERVICIOS**  
**Comas:** Av. Victor Andrés Belaúnde Oeste Cuadra 5 – Urb. El Retablo  
**Callao:** Av. Guardia Chalaca N° 1131  
**Breña:** Av. Tingo María N° 600 - Cercado  
**San Juan de Lurigancho:** Av. Próceres de la Independencia N° 3105 - Canto Grande  
**Ate Vitarte:** Av. Nicolás Ayllón N° 2309  
**Surquillo:** Av. Angamos Este N° 1450  
**Villa El Salvador:** Av. Separadora Industrial N° 300 Ter. Sector

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 2

Yo, Maria Ysabel Garcia Alvarez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

“Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018”, de la estudiante Huancahuari Arimana, Rosaura Diana.

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha 13 de Diciembre 2018



Firma

Maria Ysabel Garcia Alvarez

DNI:21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 2

Yo, Maria Ysabel Garcia Alvarez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018", de la estudiante Montero Leon, Melisa Mishel constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha 13 de Diciembre 2018



*Maria Ysabel Garcia Alvarez*

Firma

Maria Ysabel Garcia Alvarez

DNI:21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES

Rosaura Diana Huancabuar Arimama

Melisa Mishel Montero Leon

ASESOR

Dra. Marín Ysabel García Alvarcz

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ



*Handwritten signature*

**Resumen de coincidencias**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**21 %**

Coincidencias

1	Entregado a Universidad...	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
3	repositorio.uincp.edu.pe	2 %
4	cybertesis.uni.edu.pe	2 %
5	Entregado a Universida...	1 %
6	dispace.utpl.edu.ec	1 %
7	riunet.upv.es	1 %
8	hdl.handle.net	1 %
9	repositorio.urjig.edu.pe	<1 %
10	docplayer.es	<1 %
11	elpais.com	<1 %



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 2

Yo Rosaura Diana Huancahuari Arimana, identificado con DNI No 44634778, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018 "; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

FIRMA

Rosaura Diana Huancahuari Arimana

DNI: 44634778

FECHA: 13 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	--	---

Yo Melisa Mishel Montero Leon, identificado con DNI No 77212203, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Análisis de fugas en redes secundarias para mejorar la red de distribución de agua potable, San Martín de Porres, 2018 "; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33



FIRMA

Melisa Mishel Montero Leon

DNI: 77212203

FECHA: 13 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADA:

ROSAURA DIANA HUANCAHUARI ARIMANA

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS PARA MEJORAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SAN MARTÍN DE PORRES, 2018

PARA OBTENER EL TITULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (DOCE)



---

DRA. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADA:

**MELISA MISHEL MONTERO LEON**

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS DE FUGAS EN REDES SECUNDARIAS PARA MEJORAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SAN MARTÍN DE PORRES, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (DOCE)



---

DRA. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ