



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



---

**“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN  
PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A.”**

---

**Presentado por:**

**Cahuana Enriquez, Bryan Rommel**

**Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero civil**

**Asesor: Mgt. ING. Carlos Luna  
Loayza**

**CUSCO – PERÚ  
2019**



## Dedicatoria

*A Dios, por permitirme dado la suficiente sabiduría con el cual pude concluir la presente investigación, por no abandonarme a lo largo de este trayecto académico y haberme acompañado a realizar una de mis metas*

*A mis padres, Cledia Enriquez Marquez, Tiburcio Ccahuana Chahua de los cuales me siento profundamente orgulloso, quienes me impulsaron a alcanzar esta meta en mi vida profesional y pusieron día a día su esfuerzo en cada instante de mi vida, a encarrilarme a ser una buena persona, porque nada de esto sería posible sin ustedes, lo amo con lo más profundo de mi ser.*

*A mis hermanos y hermanas, por ayudarme en todo, en los momentos más difíciles del trayecto de mi vida que siempre me apoyaron y dieron consejos, por inculcarme buenos pensamientos para las decisiones tomadas en mi vida, los amo.*

*A mi abuela, Valeriana Márquez Quispesivana quien desde pequeño siempre estuvo a mi lado y haberme dado buenos consejos, te amo*

*A mis amigos, quienes siempre estuvieron ahí para aconsejarme, impulsarme, a darme ánimos para la realización de esta investigación y por muchas cosas más gracias los aprecio sinceramente.*

**Bryan Rommel Cahuana Enríquez**



## **Agradecimientos**

*A mi casa de estudios, la Universidad Andina del Cusco, que me dio la formación académica y los valores inculcados para poder ser una persona al servicio de la sociedad.*

*A mi asesor, Mgt. Ing. Carlos Luna Loayza, por su apoyo incondicional por su paciencia y guía que me brindo durante el desarrollo de la presente investigación.*

*A la EPS SEDACUSCO S.A. por brindarme la información necesaria y los equipos de ingeniería que hizo posible el desarrollo de esta investigación*

*Al personal técnico que me capacito para el uso de los instrumentos de ingeniería.*

*A todos ellos muchas gracias por que fueron parte fundamental para culminar esta investigación.*

*Muchas gracias por todo.*

**Bryan Rommel Cahuana Enríquez**



## Resumen

La presente tesis titulada: “Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.” el objetivo principal es analizar y determinar el porcentaje de volumen de pérdida de Agua No Contabilizada (ANC) del sistema de abastecimiento de agua potable de la Zona III, en sus dos componentes que son: pérdidas operativas (fugas visibles y fugas no visibles) y pérdidas comerciales (micromedición, clandestinaje y hurto).

Para el desarrollo de esta investigación, se ejecutó la recolección de datos necesarios de toma de lectura de caudales de ingreso hacia la Zona III, toma de presiones dentro de la Zona III, para la recolección de datos de pérdidas operativas de agua se dio inicio a la auscultación en las cajas de registro de los usuarios para situar la fuga, luego se desarrolló la correlación para detectar las fugas en las redes, acometidas y abrazaderas, posteriormente se realizó la puntualización de las fugas detectadas y la respectiva exposición, los datos de pérdidas comerciales de agua fueron proporcionados por la EPS Sedacusco S.A. Para así poder determinar el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en la Zona III.

Para concluir el estudio se determinó el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada (ANC), en el sistema de abastecimiento de agua potable de la Zona III siendo como resultado un 22% del volumen de agua total distribuida en la Zona III.

**Palabras clave:** Agua No Contabilizada, ANC de pérdidas operativas, ANC de pérdidas comerciales, Fugas.



## Abstract

The present thesis is titled “Analysis and determination of non-accounted water for operational and commercial losses in the drinking water supply system zone III EPS Sedacusco S.A.”

The main objective is to analyze and determine the percentage of volume of non-accounted water loss (ANC) of the drinking water supply system of Zone III, in its two components which are: operational losses (visible leaks and non-visible leaks) and commercial losses (micromeditation, and clandestine theft).

For the development of this investigation, the collection of necessary data was taken to read the flow of income into Zone III, pressure taking within Zone III, for the collection of data on operational water losses, auscultation was initiated in the user registration boxes to locate the leak, then the correlation was developed to detect leaks in the networks, connections and clamps, subsequently, the puncturing of the leaks detected and the respective exposure were carried out, the data on commercial water losses were provided by EPS Sedacusco S.A. in order to determine the volume percentage of Water Not accounted for in Zone III.

To conclude the study, the percentage of volume of non-accounted Water (ANC) was determined in the drinking water supply system of Zone III, resulting in 22% of the total volume of water distributed in Zone III.

**Keywords:** Non-accounted Water, ANC of operating losses, ANC of commercial losses, Leaks.



## Introducción

A partir de que el ser humano empezó a consumir el agua tratada o comúnmente denominada agua potable, esto llevó a un problema ascendente del mal uso del agua así generando pérdidas considerables al cual se le designo Agua No Contabilizada, el cual se determina como la diferencia entre el volumen producido menos el volumen contabilizado en lo concerniente a pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

El desarrollo de la investigación tiene lugar en la ciudad del Cusco, que consiste en analizar y determinar el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada, la que contempla dos tipos de pérdidas que son: pérdidas operativas y comerciales que se tiene en el sistema de abastecimiento de agua potable de la Zona III.

Las pérdidas operativas son aquellas pérdidas de agua potable que no llegan al consumidor, perdiéndose en los componentes y etapas del sistema de abastecimiento de agua potable.

Las pérdidas comerciales son las que se da por el error de la medición de los medidores, el hurto y clandestinaje de agua potable.

Para la localización de las fugas se utilizó el Radio Registrador y Correlador ZONESCAN 820 el cual es un instrumento de ingeniería para detectar específicamente ruidos producidos por fuga de agua, utilizando pequeños e inteligentes registradores que se distribuyen a lo largo de la red de distribución para luego recaudar los datos de las posibles fugas, posteriormente puntualizar con el geófono acústico y finalizar con la exposición de las fugas de agua potable determinando el volumen de pérdida.



**Índice general**

Dedicatoria.....i

Agradecimientos.....ii

Resumen.....iii

Abstract.....iv

Introducción.....v

Capítulo I..... 1

1. Planteamiento del Problema..... 1

1.1 Identificación del Problema..... 1

1.1.1 Descripción del problema..... 1

1.1.2 Formulación interrogativa del problema ..... 2

1.2 Justificación e Importancia de la Investigación ..... 3

1.2.1 Justificación técnica ..... 3

1.2.2 Justificación social ..... 3

1.2.3 Justificación por viabilidad ..... 3

1.2.4 Justificación por relevancia..... 3

1.3 Limitaciones de la Investigación..... 3

1.4 Objetivos de la investigación ..... 7

1.4.1 Objetivo General ..... 7

1.4.2 Objetivos Específicos..... 7

2. Marco Teórico..... 8

2.1 Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual ..... 8

2.1.1 Antecedentes a Nivel Nacional ..... 8

2.1.2 Antecedentes a Nivel Internacional..... 12

2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes..... 15

2.2.1 Dotación de agua ..... 15

2.2.2 Caudal promedio (Qprom) ..... 15

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



2.2.3 Caudal mínimo nocturno ..... 15

2.2.4 Agua No Contabilizada (Agua No Facturada) ..... 16

2.2.5 Pérdidas operativas..... 18

2.2.6 Pérdidas comerciales ..... 19

2.2.7 Fugas.....20

2.2.8 Métodos para el control de fugas no visibles ..... 28

2.2.9 Definiciones relacionadas con las redes..... 31

2.2.10 Sistemas de abastecimiento de agua..... 31

2.2.11 Sectorización ..... 33

2.2.12 Balance hídrico..... 34

2.2.13 Equipos de detección sónica..... 34

2.3 Hipótesis..... 41

2.3.1 Hipótesis general ..... 41

2.3.2 Sub hipótesis ..... 41

2.4 Definición de las Variables ..... 42

2.4.1 Variables Independientes ..... 42

2.4.2 Variables Dependientes..... 42

2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables ..... 43

3. Metodología ..... 44

3.1 Metodología de la Investigación ..... 44

3.1.1 Enfoque de la investigación ..... 44

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación ..... 44

3.1.3 Método de investigación ..... 44

3.2 Diseño de la Investigación ..... 45

3.2.1 Diseño metodológico..... 45

3.2.2 Diseño de Ingeniería..... 46

3.3 Población y Muestra ..... 47

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





3.3.1 Población..... 47

3.3.2 Muestra..... 47

3.3.3 Criterios de inclusión ..... 48

3.4 Instrumentos ..... 49

3.4.1 Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos ..... 49

3.4.2 Instrumentos de Ingeniería ..... 53

3.5 Procedimientos de Recolección de Datos ..... 56

3.5.1 Medición del caudal de ingreso a la Zona III ..... 56

3.5.2 Medición de presiones en la Zona III..... 59

3.5.3 Búsqueda de datos de ANC de pérdidas operativas ..... 64

3.5.4 Búsqueda de datos de ANC de pérdidas comerciales ..... 83

3.6 Procedimientos de Análisis de datos ..... 85

3.6.1 Procesamiento de la medición del caudal de ingreso a la zona III..... 85

3.6.2 Procesamiento de la medición de presiones en la zona III..... 87

3.6.3 Procesamiento de datos de ANC de pérdidas operativas ..... 89

3.6.4 Procesamiento de datos de ANC de pérdidas comerciales..... 99

4. Resultados ..... 110

4.1 Resultado de la medición del caudal de ingreso a la zona III ..... 110

4.2 Resultado de la medición de presiones en la zona III ..... 110

4.3 Resultados de ANC de pérdidas operativas ..... 111

4.4 Resultados de ANC de pérdidas comerciales..... 112

4.5 Resultado total del Agua No Contabilizada ..... 113

4.6 Balance hídrico de la zona III..... 115

5. Discusión..... 116

5.1 Contraste de Resultados con Referentes del Marco Teórico..... 116

5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación..... 116

5.3 Comentario de la Demostración de la Hipótesis ..... 117

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



5.4 Aporte de la Investigación.....	117
Glosario.....	118
Conclusiones.....	119
Recomendaciones.....	121
Referencias.....	122
Anexo 1.....	124
Anexo 2.....	131
Anexo 3.....	136
Anexo 4.....	137



**Índice de figuras**

Figura N° 1: Ámbito geográfico de la Investigación..... 1

Figura N° 2: Ámbito de la Zona de la Investigación ..... 2

Figura N° 3: Banco de medidores inoperativo de la EPS Sedacusco ..... 5

Figura N° 4: Medidor de caudalímetro portátil de la EPS Sedacusco..... 5

Figura N° 5: Fecha de caducidad del equipo Medidor de caudalímetro portátil de la EPS Sedacusco..... 6

Figura N° 6: Vista Gráfica de las Pérdidas Operativas ..... 19

Figura N° 7: Fuga Visible en la superficie ..... 21

Figura N° 8: Fuga no visible..... 21

Figura N° 9: Clasificación de las figuras..... 25

Figura N° 10: Fallas en tuberías principales..... 27

Figura N° 11: Fugas en toma domiciliaria..... 27

Figura N° 12: Auscultación de fugas en conexiones ..... 29

Figura N° 13: Auscultación de fugas por tramos ..... 30

Figura N° 14: Sistema de abastecimiento de agua potable..... 31

Figura N° 15: Sectorización de redes de distribución ..... 33

Figura N° 16: Geófono Mecánico ..... 35

Figura N° 17: Operación del Geófono Eléctrico ..... 36

Figura N° 18: Geófono con micrófono de suelos ..... 38

Figura N° 19: Geófono con Varilla Electrónica Acústica ..... 38

Figura N° 20: Geófono Combinado..... 39

Figura N° 21: Geófono de Bolsillo..... 39

Figura N° 22: Operación del Correlador de fugas ..... 40

Figura N° 23: Componentes del Sistema..... 41

Figura N° 24: Manómetro..... 53

Figura N° 25: Odómetro de Rueda ..... 54

Figura N° 26: Cámara fotográfica CANON T5i ..... 54

Figura N° 27: Caudalímetro Ultrasónico PT878 ..... 55

Figura N° 28: Geófono Digital Acústico ..... 55

Figura N° 29: Zonescan 820 ..... 56

Figura N° 30: Instalación del Caudalímetro Ultrasónico PT878 en el punto de ingreso ..... 57

Figura N° 31: Limpieza de la caja de registro ..... 59

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 32: Colocación del manómetro en la tubería ..... 60

Figura N° 33: Medición de la presión en PSI..... 60

Figura N° 34: Medición de presión en el interior del C.E.P. María Auxiliadora Cusco ..... 61

Figura N° 35: Medición de presión en la CL. Tecsecocha ..... 61

Figura N° 36: Medición de la presión en la CL. Pumacurco..... 62

Figura N° 37. Medición de la presión en la CL. Carmen Alto ..... 62

Figura N° 38: Cerrado de la válvula con la llave Tee ..... 65

Figura N° 39: Verificación de hermeticidad de la válvula con apoyo del personal técnico..... 65

Figura N° 40: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Amargura ..... 67

Figura N° 41: Lectura del Caudal Mínimo Nocturno entrada CL. Amargura ..... 67

Figura N° 42: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Asnoqchutun..... 68

Figura N° 43: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Asnoqchutun..... 68

Figura N° 44: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Tecsecocha ..... 69

Figura N° 45: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Tecsecocha ..... 69

Figura N° 46: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Choquechaka ..... 70

Figura N° 47: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Choquechaka ..... 70

Figura N° 48: Fuga visible en la superficie ..... 72

Figura N° 49: Auscultación en cajas de registro con geófono acústico ..... 73

Figura N° 50: Exposición de la fuga localizada ..... 74

Figura N° 51: Preparación de registradores (LOGGERS)..... 76

Figura N° 52: Creación de nuevo proyecto ..... 76

Figura N° 53: Programación inicial e incorporación de loggers ..... 77

Figura N° 54: Instalación de loggers en las cajas de registro ..... 77

Figura N° 55: Instalación de loggers en los grifos ..... 78

Figura N° 56: Instalación de loggers en la válvula..... 78

Figura N° 57: Geo referenciación de los loggers en Zones scan Smart (Tablet) ..... 79

Figura N° 58: Recolección de datos en Zones scan Smart ..... 79

Figura N° 59: Resultado de la fuga en Zone scan Smart..... 80

Figura N° 60: Cálculo de la distancia del tramo de sospecha de fuga..... 80

Figura N° 61: Exposición de fuga en abrazadera ..... 81

Figura N° 62: Exposición de fuga en acometida ..... 81

Figura N° 63: Diagrama de variaciones de caudales por día..... 87

Figura N° 64: Diagrama de presión máxima-mínima-promedio de la Zona III de abastecimiento del Cusco. .... 89

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 65: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en la cajas de registro..... 93

Figura N° 66: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en las redes .... 95

Figura N° 67: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en las Acometidas y Abrazaderas ..... 99

Figura N° 68: Resultado de presiones: Mínima - Máxima - Promedio ..... 110

Figura N° 69: Distribución en porcentaje de las Pérdidas Operativas ..... 111

Figura N° 70: Distribución en porcentaje de las Pérdidas Comerciales ..... 112

Figura N° 71: Distribución en porcentaje (%) del resumen de las pérdidas totales ..... 113

Figura N° 72: Distribución en porcentaje (%) de pérdidas operativas y comerciales ..... 114

Figura N° 73: Distribución en porcentaje (%) del Agua Contabilizada y Agua No Contabilizada..... 115

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

**Índice de tablas**

Tabla N° 1: Componentes del Caudal Mínimo Nocturno .....	16
Tabla N° 2: Porcentaje de Agua No Facturada (ANF) a nivel nacional.....	17
Tabla N° 3: Índice de Agua No Facturada por países .....	17
Tabla N° 4: Categorías Asociadas al Origen de las Fugas .....	23
Tabla N° 5: Características generales de fugas y roturas .....	24
Tabla N° 6: Cuadro de clasificación de fugas .....	26
Tabla N° 7: Terminología estándar para el balance hídrico de acuerdo con la "IWA" .....	34
Tabla N° 8: Cuadro de operacionalización de variables.....	43
Tabla N° 9: Determinación del tamaño de muestra.....	48
Tabla N° 10: Ficha de registro de: Hermeticidad de válvulas .....	49
Tabla N° 11: Ficha de registro de: Medición de presiones.....	50
Tabla N° 12: Ficha de registro de: Medición de caudales .....	50
Tabla N° 13: Ficha de registro de la prueba: Caudal Mínimo Nocturno.....	51
Tabla N° 14: Ficha de registro de: Fugas en caja de registro .....	51
Tabla N° 15: Ficha de registro de: Fugas en redes .....	52
Tabla N° 16: Ficha de registro de: Fugas en acometidas y abrazaderas.....	52
Tabla N° 17: Ficha de registro de : Fugas Visibles .....	53
Tabla N° 18: Toma de datos de los caudales de ingreso a la Zona III .....	58
Tabla N° 19: Recolección de la medición de presiones - primer día.....	63
Tabla N° 20: Recolección de la medición de presiones - segundo día.....	63
Tabla N° 21: Recolección de la medición de presiones - tercer día .....	63
Tabla N° 22: Cuadro de hermeticidad de válvulas .....	66
Tabla N° 23: Recolección de medición de la prueba de Caudal Mínimo Nocturno - CL. Asnocqchutun.....	71
Tabla N° 24: Cuadro de la Fuga visible .....	72
Tabla N° 25: Cuadro de fugas en cajas de registro - parte 1 .....	74
Tabla N° 26: Cuadro de fugas en cajas de registro - parte 2 .....	75
Tabla N° 27: Cuadro de fuga en Redes .....	82
Tabla N° 28: Cuadro de fugas en Acometidas y Abrazaderas .....	82
Tabla N° 29: Cuadro de datos de Micromedición .....	84
Tabla N° 30: Proceso de cálculo de conversión y promedio de presiones .....	88
Tabla N° 31: Clasificación de la fuga visible detectada.....	90

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Tabla N° 32: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en cajas de registro de la Zona III 92

Tabla N° 33: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en las redes de la Zona III..... 95

Tabla N° 34: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en Acometidas y Abrazaderas de la Zona III..... 98

Tabla N° 35: Procesamiento del volumen de pérdida de la Micromedición ..... 108

Tabla N° 36: Resultado del caudal de ingreso y volumen mensual a la Zona III..... 110

Tabla N° 37: Cuadro de resultados de volumen en Pérdidas Operativas ..... 111

Tabla N° 38: Cuadro de resultados de Pérdidas Comerciales ..... 112

Tabla N° 39: Cuadro de resumen de las pérdidas totales ..... 113

Tabla N° 40: Cuadro de pérdidas operativas y comerciales ..... 114

Tabla N° 41: Balance hídrico de la Zona III ..... 115

Tabla N° 42: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Lunes..... 124

Tabla N° 43: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Martes ..... 125

Tabla N° 44: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Miércoles. 126

Tabla N° 45: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Jueves..... 127

Tabla N° 46: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Viernes .... 128

Tabla N° 47: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Sábado..... 129

Tabla N° 48: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Domingo . 130

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

## Capítulo I

### 1 Planteamiento del Problema

#### 1.1 Identificación del Problema

##### 1.1.1 Descripción del problema

En la actualidad uno de los problemas fundamentales en las entidades prestadoras de servicio de agua potable en el mundo, así como en el Perú, es el elevado índice del Volumen de Agua No Contabilizada las cuales se generan en las redes principales, secundarias de aducción y en las conexiones domiciliarias, una preocupación mundial por el uso racional del recurso y su desarrollo sostenible. Estas pérdidas en el sistema de distribución de agua potable en lo habitual oscilan entre 50% a 30% del volumen de agua producida por la empresa, las pérdidas operativas en las redes de distribución y pérdidas comerciales en los micro medidores de agua, los factores causantes de estas fugas se deben a varios orígenes como corrosión de la tubería, tránsito pesado, presión de servicio, antigüedad de las tuberías entre otros. En la EPS Sedacusco S.A. el índice de Volumen de Agua No Contabilizada tiene un valor de 35.64% promedio acumulado para el mes de enero del 2018.

##### Ámbito geográfico

En la figura N° 01 se visualiza el ámbito geográfico en donde se desarrollará la presente investigación.



Figura N° 1: Ámbito geográfico de la Investigación

Fuente: Adaptado de Google, 2018

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



En la figura N° 2 se visualiza la zona de investigación, (zona III)

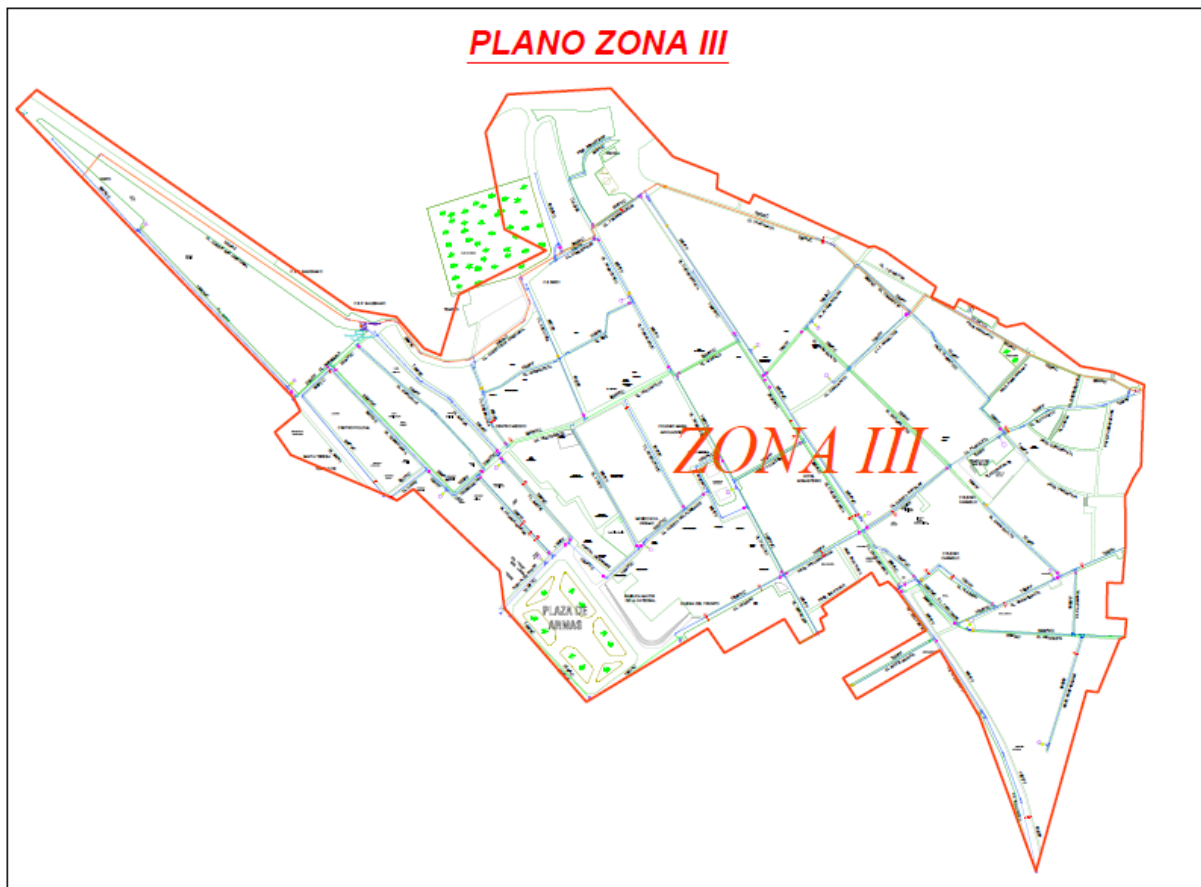


Figura N° 2: Ámbito de la Zona de la Investigación

Fuente: Adaptado plano E.P.S. Sedacusco S.A. (2018)

### 1.1.2 Formulación interrogativa del problema

#### 1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál es el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A.?

#### 1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problema Específico N°01.

¿Cuál es el porcentaje de ANC de pérdidas operativas del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III?

Problema Específico N°02.

¿Cuál es el porcentaje de ANC de pérdidas comerciales del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III?

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## **1.2 Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.2.1 Justificación técnica**

La presente investigación inicia con la idea de reducir y controlar el porcentaje de agua no contabilizada el cual tiene un porcentaje elevado y dar un uso apropiado al manejo del sistema de abastecimiento de agua potable, para este estudio se evaluará en sus dos componentes de pérdidas (pérdidas operativas y pérdidas comerciales), bajo los criterios del Manual del Departamento de Control de Pérdidas EPS Sedacusco.

### **1.2.2 Justificación social**

La investigación tiene como principal objetivo determinar el volumen de agua no contabilizada, las pérdidas tienen origen múltiple y comúnmente se clasifica en pérdidas operativas y comerciales, el estudio realizado es una metodología para optimizar la capacidad instalada en la EPS para así mejorar, extender la continuidad del servicio e incrementar la cobertura del servicio.

### **1.2.3 Justificación por viabilidad**

Se cuenta con una gran posibilidad de realizar los ensayos respectivos por cada etapa de la investigación en la zona III, tanto con la disponibilidad de los equipos y personal operativo capacitado por parte de la EPS Sedacusco, también se tendrá accesibilidad de registro de datos, se contará con personal técnico para la instrucción de los diversos equipos de medición para un manejo adecuado y efectivo.

### **1.2.4 Justificación por relevancia**

La investigación es relevante porque en la ciudad del Cusco actualmente tenemos un porcentaje de ANC del 35.64% en promedio acumulado para el mes de enero del 2018, el que se debe principalmente a pérdidas operativas en las redes de distribución y pérdidas comerciales por submedición de micro medidores. Por lo que el tema que se presenta es de vital importancia para la actualización de información de pérdidas del ANC y de esta manera promoviendo el estudio en zonas donde aún no se intervinieron.

## **1.3 Limitaciones de la Investigación**

### **a) Limitaciones de estudio**

- Analizar y determinar únicamente parámetros de Agua no Contabilizada de la Zona III.
- Determinar el porcentaje de volumen de pérdidas operativas
- Determinar el porcentaje de volumen de pérdidas comerciales

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Adquirir mediciones IN SITU de caudales.
- Adquirir mediciones IN SITU de presiones.
- Adquirir las mediciones IN SITU que son necesarios para la elaboración de la investigación entre los meses SETIEMBRE – DICIEMBRE del 2018.
- **Se analizó las pérdidas comerciales de acuerdo con la información del año 2018, proporcionada por la EPS Sedacusco S.A. Ya que no se puede realizar los ensayos por las siguientes limitantes:**
  - ✓ **La EPS Sedacusco no cuenta con un banco de medidores operativo, por lo cual no se puede realizar los ensayos.**
  - ✓ **El banco de medidores portatil de la EPS Sedacusco se encuentra descalibrado desde el año 2017, por consecuencia, su utilización en este estado tendría como resultado datos que no serían certeros.**
  - ✓ **Se requiere una autorización por parte de la gerencia de operaciones de la EPS Sedacusco, así como también la notificación a los usuarios propietarios de los predios a medir su consumo.**
  - ✓ **Se requiere autorización por parte de la municipalidad para la rotura y reposición de la vereda donde se instalará las unidades de medida patrón.**
  - ✓ **Se requiere personal técnico para la manipulación de las unidades de medida.**
  - ✓ **Se requiere unidades de medida para hacer los ensayos respectivos, el cual cuenta la EPS Sedacusco.**

En la figura N° 3, se puede visualizar el banco de medidores de la EPS Sedacusco, que se encuentra inoperativo, por consecuencia no se puede realizar los ensayos de pérdidas comerciales.



Figura N° 3: Banco de medidores inoperativo de la EPS Sedacusco

Fuente: Propia del autor

En la figura N° 4, se observa el equipo Medidor de caudalímetro portátil de la EPS Sedacusco el cual se encuentra descalibrado desde el año 2017.



Figura N° 4: Medidor de caudalímetro portátil de la EPS Sedacusco

Fuente: Propia del autor

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

En la figura N° 5, podemos observar que la fecha de caducidad de calibración del equipo Medidor de caudalímetro portátil, es hasta la fecha 12/04/2017.

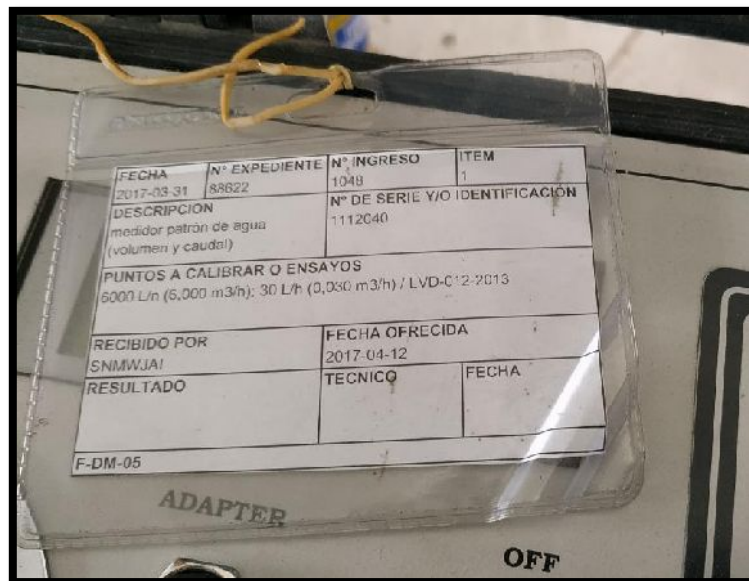


Figura N° 5: Fecha de caducidad del equipo Medidor de caudalímetro portátil de la EPS Sedacusco.

Fuente: Propia del autor

- El dato del porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada para el planteamiento de la hipótesis se obtuvieron de los registros de la EPS Sedacusco S.A. del 2018.

#### b) Limitaciones de orden geográfico

- Para la presente investigación se tomó en consideración para la búsqueda de fugas en redes, acometidas y abrazaderas, las calles comprendidas entre: Cuesta de Amargura, Tecsecocha, Choquechaka, Carmen Alto, Suecia, Tandapata, Pantac Calle y la Urbanización Sapantiana.

**c) Limitaciones técnicas**

- Para el análisis y determinación de volumen de ingreso a la zona de abastecimiento de la Zona III se trabajó con un tiempo de 21 horas para el cálculo de volúmenes mensuales, ya que el servicio en la zona no tiene una continuidad de 24 horas.
- Para el análisis del balance hídrico se trabajó con el volumen de Agua Contabilizada del mes de octubre del 2018.
- En la investigación para el tamaño de muestra en la prueba de auscultación de cajas en registro se estimó una precisión de 3% por la siguiente razón: se tomó un error de 3% con la meta de recoger datos de todas las categorías tarifarias y sea distributivo a la población.

**d) Limitaciones de Instrumentos**

- Uso del manómetro
- Uso del odómetro de rueda
- Uso de la cámara fotográfica
- Uso del caudalímetro ultrasónico integrado portátil PT878
- Uso del geófono acústico
- Uso del radio registrador y correlador ZONESCAN 820

**1.4 Objetivos de la investigación****1.4.1 Objetivo General**

Analizar y Determinar el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A.

**1.4.2 Objetivos Específicos**

Objetivo Especifico N°01.

Determinar el porcentaje de ANC de pérdidas operativas del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III.

Objetivo Especifico N°02.

Determinar el porcentaje de ANC de pérdidas comerciales del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





## Capítulo II

### 2 Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual

##### 2.1.1 Antecedentes a Nivel Nacional

###### 2.1.1.1 Título: “Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua. EPS EMFAPATUMBES S.A.”

- Autor: José Luis Apolo Marchán
- Procedencia: Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima – Perú.
- Año: 2004
- Reseña de la tesis:

El presente estudio se ha previsto solucionar el problema de pérdidas de agua de esta ciudad, dotándole de un proyecto adecuado al sistema de Reducción y Control de Pérdidas Agua Potable, para lo cual se tendrá que conformar un comité de evaluación y control, proyectándose a disminuir las pérdidas principalmente por: Pérdidas de aguas físicas y Pérdidas de agua no físicas.

El objetivo final del trabajo es orientar a la EPS EMFAPATUMBES S.A. en la implementación de un procedimiento sistemático y permanente: PROGRAMA GENERAL DE CONTROL DE AGUA NO CONTABILIZADA, con el objeto de alcanzar la disminución gradual de la pérdida, hasta unos topes en los cuales el esfuerzo efectuado, sea compatible con las inversiones realizadas para alcanzar dicha meta.

La anterior afirmación, deberá estar muy presente en la mente de quien haga las veces de Coordinador del programa y para ello se deberá tener un plan de evaluación periódica del mismo.

Conclusiones:

- Respecto al Área Piloto, el área piloto es un sector de abastecimiento representativo de la red de distribución operado por la EPS, que presenta las condiciones más adecuadas para desarrollar los métodos sistemáticos de reducción y control de fugas físicas de agua, por lo cual es de mucho interés implementaría y realizar maniobras de control y reducción de pérdidas por las fugas no visibles.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Estas acciones una vez de haber sido encaminadas en la EPS y luego de consolidarse un área de control de fugas, permitirá desarrollar estas mismas acciones en las futuras zonas de ampliación a ser sectorizadas.

- Respecto a la actualización del catastro comercial de usuarios, la actualización del catastro comercial permite a la EPS la exacta identificación y localización del cliente

En la actualidad un gran porcentaje de usuarios no es localizado de la forma sistemática como debería realizarse, esto hace difícil la ubicación de los usuarios inactivos que hacen uso del servicio o la debida ubicación de los predios en forma ordenada y sistematizada y aplicando el criterio profesional, permitiría la ubicación exacta del catastro comercial de usuarios

- Respecto a las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento, una política de control de pérdidas permite postergar grandes inversiones orientadas al aumento de volúmenes de producción.

Mejora la imagen de la empresa por cuanto mejora la calidad del servicio. Se recupera un volumen de agua que esta captada, tratada, almacenada y distribuida, y que ya tiene un costo de producción. Un nivel adecuado de pérdidas está por el orden **del 20 al 25%**

Si es muy cierto que actualmente el parque de medidores de EMFAPATUMBES, es precario, solo se lectura **520 medidores**, es decir el **5.13%** del total de conexiones activas que se facturan y que además no se cuenta con una política de mantenimiento, o la determinación del período óptimo de cambio de medidores, las pérdidas por error de medición pueden ser considerables.

Además, estas pérdidas pueden disminuirse si previamente a la implantación de la micromedición se optan políticas de adquisición de medidores, fijando las evaluaciones técnicas a las que deben someterse.

#### **2.1.1.2 Título: “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.”**

- Autor: Erick Felipe Gutiérrez Baca

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





- Procedencia: Universidad Andina del Cusco (UAC), Cusco – Perú
- Año: 2016
- Reseña de la tesis:

Tiene por objetivo analizar y determinar el porcentaje de pérdida de Agua No Facturada (ANF), que viene siendo un problema social por la escasez de este vital servicio de primera necesidad y problema económico activo de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento en su afán de reducir la cantidad de agua potable pérdida en la sub zona Larapa.

La investigación ha sido desarrollada en el departamento del Cusco, Provincia del Cusco, Distrito de San Jerónimo, Urbanización Larapa, en la zona “XI” Vilcanota, sub zona “XI-III” Larapa, denominado así por la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

El objetivo principal fue analizar y determinar el porcentaje de Agua No Facturada (ANF) en el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, mediante el cual poder determinar el funcionamiento actual del sistema de abastecimiento de agua potable. La metodología empleada consistió en realizar un inventario de pérdidas de agua en lo referente a pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

La recolección de datos necesarios como: tipos de tubería, lecturas de consumo de medidores existente instalados en campo y medidores de prueba, ubicación de puntos de fugas de agua en cajas de registro, puntos de fugas en acometidas y abrazaderas, puntos de fugas en redes de distribución, sectorización para la prueba de estanqueidad con el fin de determinar el porcentaje de Agua no Facturada (ANF), posteriormente se realizó el análisis de la situación actual del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Finalmente se determinó que el porcentaje de Agua No Facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa es del **69%** del volumen total de distribución en toda la red de distribución de agua potable sub zona Larapa.

Conclusiones:

- No se logró demostrar la hipótesis general que dice: **“El porcentaje de agua no facturada (ANF) total con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento**

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



**de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12, es del 41%”. De acuerdo al capítulo IV Resultados, se determinó el porcentaje de agua no facturada un total de 69%, por lo cual la hipótesis planteada no ha quedado demostrada resultando un valor superior en 28% de lo estimado en la hipótesis general.**

- No se logró demostrar la sub hipótesis N° 1 que dice: **“El porcentaje de pérdidas de agua Operacional en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12, es de 55% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF)”**. De acuerdo al capítulo “IV” Resultados, se determinó el porcentaje de pérdidas de agua operacional con un valor de **78.80%** resultando un valor superior a lo estimado en la sub hipótesis N° 1, en **23.80%**. Con un volumen de pérdida de agua operacional de **40803.264 m3/mes**
- No se logró demostrar la sub hipótesis N° 2 que dice: **“El porcentaje de pérdidas de agua Comercial en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12, es de 45% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF)”**. De acuerdo al capítulo “IV” Resultados, se determinó el porcentaje de pérdidas de agua operacional con un valor de **21.20%** resultando un valor inferior a lo estimado en la sub hipótesis N° 2, en **23.80%**. Con un volumen de pérdida de agua comercial de **10951.278 m3/mes**
- No se logró demostrar la sub hipótesis N° 3 que dice: **“El índice Pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12, es del 40%”**. De acuerdo al capítulo “IV” Resultados, se determinó el índice pérdidas con un valor de **69.00%** resultando un valor superior a lo estimado en la sub hipótesis N° 3, en **29.00%**.

Destacar que el índice de Pérdidas es un indicador de la eficiencia en la conducción del funcionamiento del sistema de distribución de agua potable en la sub zona Larapa administrados por la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## 2.1.2 Antecedentes a Nivel Internacional

### 2.1.2.1 Título: “Implementación del programa de reducción de pérdidas en la red de distribución del acueducto San Gil”

- Autor(es): Joan Andrés Uribe Gómez  
Mónica Paola Monsalve Monroy
- Procedencia: Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Bucaramanga – Colombia.
- Año: 2011
- Reseña de la tesis:

La optimización del servicio de acueducto refleja la gestión técnica y operativa de las empresas prestadoras del servicio. ACUASAN EICE ESP, Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de San Gil, presenta altos índices de pérdidas de agua, tanto técnicas como comerciales en la red de distribución, que se refleja en dificultades financieras y problemas de ineficiencia en la prestación del servicio público domiciliario de acueducto. La disminución de los niveles de pérdidas puede aumentar considerablemente los índices de calidad y rentabilidad de la prestación de este servicio público; por lo tanto invertir recursos en la realización de actividades de diagnóstico y obras de reparación y mitigación de daños y fraudes en la red de distribución del acueducto municipal de San Gil, permitirá reducir los niveles de pérdidas optimizando el recaudo y evitando que el usuario presente aumentos en tarifas derivados de inversiones posteriores.

El objetivo principal de las acciones proyectadas en el esquema de gestión operacional obedece a la necesidad de lograr la eficiencia en la administración de los recursos hídricos, desde el punto de vista ambiental, técnico y comercial, obteniendo como resultado la disminución del IANC mediante la identificación y búsqueda de soluciones a los eventos generadores de pérdidas de agua. Entre las estrategias propuestas se destaca la sectorización hidráulica de la red como herramienta fundamental en la optimización de los procesos operativos, se presentan los criterios generales para su implementación y se describe el procedimiento de materialización de las obras requeridas desde la fase de planeación.

Finalmente, se propone un Plan de Obras e Inversiones evaluado mediante la Metodología General Ajustada MGA desarrollada por el Departamento de Planeación Nacional, en donde se relacionan las obras y las acciones complementarias que debe ejecutar la entidad con el fin de asegurar la continuidad del proyecto y la consecución de las metas proyectadas en un horizonte

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



de 5 años, en procura de lograr la prestación óptima del servicio y la satisfacción de los usuarios, contemplados en los objetivos de calidad de la entidad.

Conclusiones:

- **La elaboración del programa de disminución de pérdidas en la red de distribución del acueducto municipal de San Gil, se constituye un punto de partida en la búsqueda de la disminución de los altos Índices de Agua No Contabilizada que presenta esta entidad.**
- Con el fin de alcanzar metas ambiciosas en esta dirección, resulta indispensable abordar el problema desde un punto de vista diferente del tradicional, del que se intuye que el aumento de la calidad del servicio y la ampliación de su cobertura están estrictamente ligados a la ejecución de inversiones en nuevas obras de infraestructura.
- Respecto al censo de usuarios y al modelo hidráulico del sistema, es claro que su validación y actualización debe ser considerado un proceso continuo e inacabado, que requiere de un total compromiso del personal responsable.
- Se concluye que la siguiente etapa en el proceso de disminución de pérdidas debe basarse en la metodología del control de presiones en la red y requiere del montaje de un modelo hidráulico confiable. Sin embargo, dadas las condiciones del sistema, es ambicioso proyectar el logro de un control de presiones total de sus redes de una manera súbita, por lo tanto, es necesario desarrollar el proceso de presurización de forma escalonada por sectores, siendo esta la función más importante del proceso de sectorización de la red que se adelanta actualmente y que se tiene proyectado continuar hasta cubrir la totalidad del Municipio.
- Los resultados de la evaluación de las obras y las acciones complementarias propuestas en el Plan de Obras e Inversiones con el fin de asegurar la continuidad del proceso de optimización operacional, arrojan resultados positivos que nos permiten ser optimistas en cuanto a la obtención de la meta de disminución del **12% del IANC** proyectada en un horizonte de 5 años y evidencian que el logro de los objetivos es posible, disponiendo de un porcentaje inferior al **10%** de los recursos que recibe la entidad anualmente vía tarifa y contando con la cooperación económica del Gobierno Departamental.
- **Las disminuciones de los IANC en la red de distribución se constituyen en una herramienta de mejora continua de la entidad y un indicador clave de gestión.**

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 2.1.2.2 Título: “Metodología para la reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de AA.PP. del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil”

- Autor: Stephenson Xavier Molina Arce
- Procedencia: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil – Ecuador.
- Año: 2016
- Reseña de la tesis:

El presente trabajo de tesis de grado realiza la documentación y evaluación de los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de agua potable del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil.

La metodología propuesta consiste en delimitar zonas de la red de distribución, de tal manera que mediante la medición del caudal suministrado a cada una de ellas se pueda obtener un indicador de pérdidas técnicas. Este indicador permite establecer un orden de prioridades para la aplicación de estrategias que influyen en las causas y efectos de los componentes de las pérdidas técnicas.

Siendo las estrategias aplicadas la sectorización operacional de la red de distribución, el control activo de fugas (detección y localización de fugas), la gestión de la presión (reducción y regulación de las presiones servicio), y la gestión de la infraestructura (mantenimiento y renovación de redes).

Conclusiones:

- **La metodología aplicada para la reducción de pérdidas técnicas en la red de distribución de AA.PP. del Suburbio Oeste de la ciudad de Guayaquil fue constituida por un conjunto de estrategias que influyeron en las causas y efectos de los componentes de las pérdidas técnicas.**
- Estas estrategias involucraron actividades para el diagnóstico y análisis de las pérdidas, y la implementación de soluciones a través de la detección, localización y reparación de fugas, y control de la presión.

Dedicando los mayores esfuerzos hacia los sectores donde la incidencia de las pérdidas técnicas era más alta. Lográndose por lo tanto resultados importantes a corto plazo; reduciendo el nivel de pérdidas técnicas al menor costo posible, y el tiempo de existencia de fugas a un mínimo viable desde Criterios técnicos y económicos.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de distribución de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## 2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes

### 2.2.1 Dotación de agua

Cantidad de agua por unidad de tiempo, necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas operativas y comerciales. (Gutiérrez E. F., 2016).

### 2.2.2 Caudal promedio ( $Q_{prom}$ )

El caudal promedio se define como el promedio de los caudales diarios registrados en un mes para el caudal de producción de agua potable, teniendo en cuenta la continuidad de servicio a la población de la zona III. (Arrocha R, 1979)

$$Q_{prom} = \left( \frac{\sum_{i=0}^{i=Hf} Q_{dia}}{N^{\circ} \text{ dias}} \right)$$

Donde:

Q prom: caudal medio expresado en (l/s).

Q día: caudal diario expresado en (l/s).

N.º días: número de días de un mes.

### 2.2.3 Caudal mínimo nocturno

La información que proporcionan los caudales mínimos nocturnos que son suministrados a la red de distribución de agua potable es valiosa, pues las variaciones de estos caudales a lo largo de periodos sucesivos de tiempo permiten revelar pérdidas escondidas en el sistema.

Pero los caudales nocturnos brutos no pueden ser correlacionados directamente con las pérdidas en el sistema de distribución, pues, estos incluyen los consumos nocturnos domésticos y no domésticos realizados por industrias, hospitales y servicios públicos; las cuales deben ser estimadas (Molina, 2009).

Caudal Mínimo Nocturno	Caudal entregado a los consumidores	Uso nocturno de consumidores	Uso doméstico
			Uso no doméstico
		Fugas de consumidores	Caudal nocturno correspondiente a fugas
	Pérdidas en la red de distribución		

Tabla N° 1: Componentes del Caudal Mínimo Nocturno

Fuente: Arregui de la Cruz F. Evaluación de las fugas de una red mediante la medición de caudales nocturnos, 2006.

#### 2.2.4 Agua No Contabilizada (Agua No Facturada)

Volumen de agua producida pero no facturada, es decir no cobrada a los clientes, se expresa como porcentaje del volumen de agua producida, comprende las pérdidas de agua por fugas en la red, submedición, deficiente asignación de consumos, consumos clandestinos y gasto en procesos como, por ejemplo: lavado de filtros de plantas de tratamiento de agua potable.

Mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora, este indicador permite identificar a aquellas Empresas Prestadoras que presentan pérdidas operacionales y/o comerciales que les conllevan a mayores costos operativos, es decir Mientras mayor sea esta proporción, la Empresa Prestadora estaría incurriendo tanto en pérdidas comerciales como operacionales, las pérdidas operacionales se deben a fugas en las redes de agua potable producto de la antigüedad y falta de mantenimiento; mientras que las pérdidas comerciales se deben al clandestinaje, la ausencia de micromedición y subregistro de la micromedición, etc. (SUNASS).

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

Donde:

- a) VPTA, es el volumen de producción total de agua potable durante el mes “i”
- b) VFTA, es el volumen facturado total de agua potable durante el mes “i”.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



c) t es el mes en el cual se hace la evaluación.

- En la siguiente tabla podemos observar la distribución de porcentaje de Agua No Facturada (ANF), donde la EPS Sedacusco tiene un porcentaje de ANF de 35.6%, el cual nos indica que estamos en un porcentaje aceptable en relación a las demás Empresas prestadoras de servicio de agua potable.

Tabla N° 2: Porcentaje de Agua No Facturada (ANF) a nivel nacional

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO	AGUA NO FACTURADA (ANF) (%)
EMUSAP AMAZONAS	36.02
SEDACAJ S.A.	25.7
EMAPAT S.R.LTDA	37.47
EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA	20.25
EMABA HUANCVELICA S.A.C.	49.97
SEDAPAL S.A.	30.78
SEDAPAR S.A.	30.18
SEDACUSCO S.A.	35.6
EPS CHAVIN S.A.	41.71
EMPSSAPAL S.A.	44.78
EPS MARAÑON S.R.L.	51.69

Fuente: Adaptado de Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

- En la siguiente tabla podemos observar el índice de Agua No Facturada por países.

Tabla N° 3: Índice de Agua No Facturada por países

RESULTADO DE ÍNDICE DE AGUA NO FACTURADA POR PAISES	
PAÍSES	AGUA NO FACTURADA (ANF)(%)
JAPÓN	3.78
MALASIA	19.30
ESTADOS UNIDOS	20.00
ARGENTINA	23.53
COLOMBIA	26.17
ECUADOR	30.31
BRASIL	32.87
PERÚ	36.00
PANAMÁ	42.27
PARAGUAY	43.25
URUGUAY	49.33
COSTA RICA	49.62

Fuente: Entes reguladores de los sistemas de agua potable (JICA, ADERASA)

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



#### 2.2.4.1 Índice de Agua No Contabilizada (IANC)

Según (Jimenez, 2003), es un indicador del porcentaje de pérdidas en un sistema de distribución de agua potable, utilizado para diagnosticar la eficiencia general de una empresa de agua potable.

La disminución del IANC es un objetivo de todas las empresas de agua potable, pero es imposible de conseguir, una regla comúnmente aprobada es definir un nivel aceptable de IANC de 0.15 (15%) aunque este valor es altamente específico de cada sistema de distribución. La norma real para decidir si hay un nivel aceptable de agua no contabilizada es una regla económica: el ahorro económico en la producción de agua al menos debe compensar el costo de reducción del agua no contabilizada.

El cálculo del Índice de Agua No Contabilizada puede ser realizado mediante una ecuación cuyos resultados pueden ser expresados en cifras porcentuales por constituir una forma de expresión estándar definida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

$$IANC = \frac{\text{Volumen producido} - \text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}} * 100$$

Donde:

Volumen producido: Volumen de agua (m<sup>3</sup>) que la entidad introdujo al sistema de distribución durante los últimos doce meses, medida a la salida de tanques de almacenamiento, menos desperdicios por mantenimiento.

Volumen Facturado: Volumen de agua (m<sup>3</sup>) que la empresa facturó durante los últimos doce meses.

#### 2.2.5 Pérdidas operativas

Llamadas también pérdidas técnicas de agua, ocurren en los sistemas de distribución de agua potable debido a la no estanqueidad de los mismos, es decir ocurren debido a roturas, mal acoplamiento de uniones, válvulas, empaquetaduras y demás elementos del sistema, estos flujos de agua no controlados constituyen un importante factor agravante de las pérdidas de agua potable debido a su naturaleza y su gran participación porcentual en las mismas, pues además de representar una pérdida efectiva de líquido, las fugas tienen reflejos sociales y económicos

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

importantes en la población, ya que se trata de agua captada, bombeada, tratada, almacenada, y distribuida, que se pierde debido a fallas en el sistema de abastecimiento en el instante en el que está lista para ser consumida. Si una tubería se rompe o presenta fugas durante la operación podrá tener inicialmente un defecto, haber sido dañada durante la instalación, estar deteriorada y fatigada. (Molina, 2009).

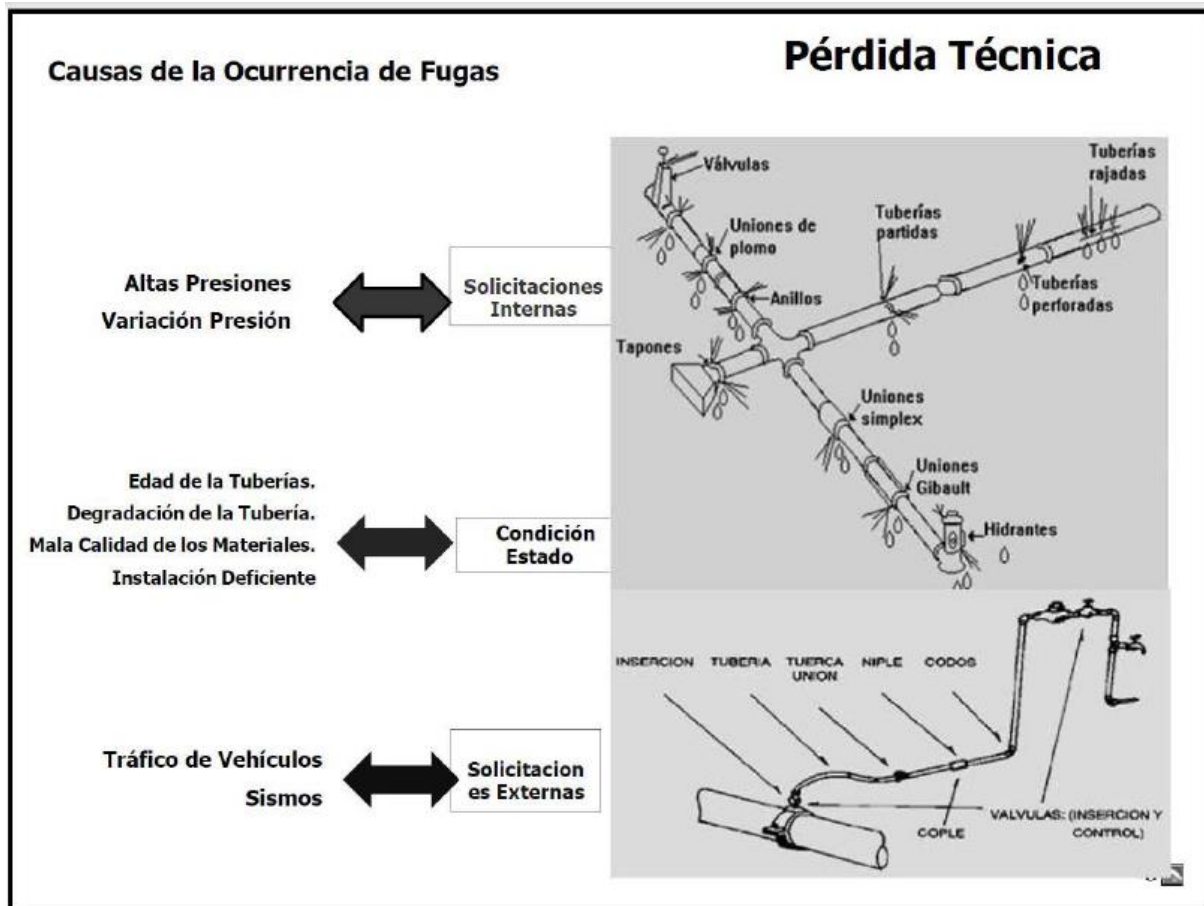


Figura N° 6: Vista Gráfica de las Pérdidas Operativas

Fuente: Aguas Andinas, Presentación en seminario AIDIS, mayo 2013.

### 2.2.6 Pérdidas comerciales

Corresponde al volumen de agua consumida pero no registrada, por los micro medidores y/o el mecanismo de cobranza adoptado por la autoridad competente en los casos en que no existe el micro medidor.

Estas pérdidas resultan en una reducción de ingresos y son consecuencias de consumos gratuitos, clandestinos, errores de micro medición y errores de estimación de los consumos no medidos (Caporali, 1989).

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### **2.2.6.1 Tipos de pérdidas comerciales**

#### **2.2.6.1.1 Pérdidas por errores de medición**

Los medidores de agua potable presentan errores asociados al registro de volúmenes, los cuales son función principalmente de la estructura de consumo, del tipo de medidor utilizado, calidad del agua y volumen acumulado en el transcurso del tiempo (Albarrán & otros, 1997).

#### **2.2.6.1.2 Pérdidas por ausencia de medición**

Corresponde a la diferencia entre los volúmenes que son efectivamente consumidos y aquellos estimados por la empresa para efectos de facturación, en caso de ausencia de micromedidores, o cuando estos se encuentran detenidos (Albarrán & otros, 1997)

#### **2.2.6.1.3 Pérdidas por consumo fraudulento**

Corresponde a los consumos de agua a través de conexiones clandestinas y que no son medidos o estimados por la empresa, pueden ocurrir a lo largo de las tuberías y de los elementos accesorios (piezas especiales, válvulas, ventosas o grifos) de las etapas de producción y distribución. Los más comunes se producen en esta última etapa, donde se caracterizan como: medidor invertido, arranques conectados clandestinamente y by-pass del medidor (Albarrán & otros, 1997).

#### **2.2.6.1.4 Pérdidas por consumo de utilidad pública**

Ocurre cuando la empresa permite la extracción gratuita de agua desde los grifos para: extinción de incendios, regadío de áreas verdes, lavado de calles y entretenimiento (Albarrán & otros, 1997).

### **2.2.7 Fugas**

Se define como el agua que se pierde debido al mal funcionamiento y problemas de las instalaciones, principalmente en la red de distribución (EPS SEDACUSCO S.A.).

#### **2.2.7.1 Tipos de fugas**

##### **2.2.7.1.1 Fugas Visibles**

Son fugas que son detectadas directamente por los sentidos, que generalmente afloran a la superficie del terreno en el caso de redes públicas e instalaciones internas de un predio y son reparadas en un lapso de tiempo corto (EPS SEDACUSCO S.A.).



Figura N° 7: Fuga Visible en la superficie

Fuente: Adaptado de Programa de Agua Potable y Alcantarillado (AKUT LATINAGUAS), 2009.

#### 2.2.7.1.2 Fugas No Visibles

Son aquellas fugas que no son detectados directamente por los sentidos, su búsqueda es mediante un proceso especial que demanda un mayor tiempo, en el cual se usa diversos instrumentos y/o equipos para su detección y reparación (EPS SEDACUSCO S.A.).



Figura N° 8: Fuga no visible

Fuente: Adaptado de Programa de Agua Potable y Alcantarillado (AKUT LATINAGUAS), 2009.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 2.2.7.2 Origen de las fugas

Los factores que originan las fugas en los sistemas de distribución de agua dependen principalmente de factores relacionados con movimientos del terreno, corrosión de las tuberías, presión de servicio, antigüedad de las tuberías y las condiciones de instalación de las tuberías.

La corrosión es provocada por factores como presencia de nivel freático o corrientes parasitas en tuberías instaladas sin la protección suficiente en terrenos agresivos (Molina, 2009).

Los movimientos del terreno son una causa muy frecuente de las fugas, especialmente en aquellas tuberías instaladas sin precauciones en suelos inestables, tales como las zonas de aluviones, de relleno o suelos arcillosos que se expanden y contraen de acuerdo al contenido de humedad; donde las tuberías están sometidas a movimientos del terreno que afectan la estanqueidad de las juntas y de las tuberías (Jimenez, 2003).

Los cambios de carga superficial del terreno durante la ejecución de obras próximas a las tuberías de distribución de agua potable, someten al suelo a cargas inaceptables y transmiten vibraciones que ocasionan descompresiones o movimientos del terreno que afectan las condiciones de instalación de las tuberías (Mays, 2003).

Las presiones de servicio excesivas ocasionan sobrepresión o depresión instantánea (golpes de ariete) en la red que puede provocar fracturas en las tuberías o desencajar accesorios por el desplazamiento de los bloques de anclaje (Molina, 2009).

A continuación, mostrare una tabla la cual resume las principales categorías relacionadas de las fugas que se mencionaron anteriormente.

<b>ORIGEN DE LAS FUGAS</b>	<b>Causas del origen de las fugas</b>
<b>MATERIAL DEFECTUOSO</b>	Una deficiente elección de los materiales y de las juntas, así como de los asentamientos sobre los que deberán estar los mismos.
<b>DEFICIENCIA EN LA INSTALACION DE TUBERIAS</b>	Debido a una deficiente colocación de las tuberías, piedras alrededor de la tubería que no se han eliminado, o falta de previsión del tráfico pesado.
<b>DEFICIENCIAS EN LA VALVULERIA</b>	Se presentan en muchos casos fugas en accesorios como: ventosas, derivaciones de tuberías, hidrantes, válvulas (fugas en asientos de compuertas, incrustaciones, ejes rotos, abrazaderas mal puesta, etc).
<b>CORROSION</b>	Una corrosión interna debida a agua agresiva, y/o externa debida a una insuficiente protección en los materiales metálicos de cierta tierra agresiva y de las aguas subterráneas.
<b>GOLPE DE ARIETE</b>	Operaciones excesivamente rápidas realizadas sobre válvulas de funcionamiento en el sistema que dan lugar ocasionalmente a excesivas presiones, o llenado de tuberías demasiado rápido, dando lugar al fenómeno de ariete.
<b>DESMONTAJE DEFICIENTE</b>	Averías accidentales en hidrantes, llaves o grifos desmontados de los tubos verticales de manera deficiente originan fugas que deberían evitarse.

Tabla N° 4: Categorías Asociadas al Origen de las Fugas

Fuente: CABRERA MARCEL ENRIQUE, Alternativas y estrategias disponibles en la reducción de pérdidas, 2006.

### 2.2.7.3 Clasificación de las fugas

Considerando que una fuga es un escape de agua en cualquier punto de un sistema de abastecimiento, son diversas las cualidades que pueden ser empleadas para realizar una clasificación de las fugas.

Según (Molina, 2009), clasifica las fugas de acuerdo al caudal de agua que pierden:

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Roturas: Debidas a causas accidentales como fracturas de tuberías en obras, inundaciones, etc. En este tipo de fugas suele perderse gran cantidad de agua en poco tiempo, pero son fácilmente detectables.
- Fugas ocultas de mediano o gran caudal: Son pérdidas de agua ocultas y de gran caudal, que se suelen detectarse por la variación de presión que producen en la red, el tiempo de detección depende de la gestión activas de fugas que aplique.
- Fugas de pequeño caudal: Se producen en las válvulas de regulación, acometidas, hidrantes, etc. Estas son de difícil detección ya que no provocan un cambio brusco en consumos o presiones, aunque con el paso de tiempo represente una gran cantidad de agua pérdida.

Normalmente se utilizan los términos “fuga” y “rotura” de diferentes modos, pues no existe definición normalizada, una rotura en una tubería requiere una reparación de emergencia, mientras una fuga no, adicionalmente la evidencia de una rotura es obvia, mientras la detección de una fuga puede requerir equipo especial.

En la tabla N° 5 se da a conocer las características de las fugas y las roturas

Fuga	Rotura
Es posible un calendario de reparación	Requiere reparación de emergencia.
Son necesarios medios específicos de detección	La detección es obvia (por ejemplo, agua en superficie, baja presión etc.)
La reparación no interrumpe el servicio usualmente	La reparación exige corte del servicio
Ocurre a menudo a lo largo del cilindro de la tubería	Sucede con más frecuencia en juntas de tubería y líneas de servicio.

Tabla N° 5: Características generales de fugas y roturas

Fuente: Mays Larry, Manual de sistemas de distribución de agua, 2003.

Según (Medina, 2009), realizan una clasificación de las fugas en:

- Fugas reportadas: Afloran a la superficie por su alto nivel de caudal, presiones altas y su promedio de flujo es de 500 l/h a 50000 l/h, el tiempo de duración es corta y por tanto

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

la reparación es inmediata, se presentan en tuberías principales, secundarias y conexiones.

- Fugas no reportadas: No son visibles y no comunicada, se filtran en el suelo con un caudal de 10 l/h a 500 l/h, son detectadas y localizadas mediante equipos acústicos y el tiempo de duración puede ser desde días, meses y años, se presentan en tuberías principales, secundarias, conexiones, válvulas y medidores.
- Fugas de fondo o inevitables: Son invisibles y no comunicadas, la dificultad en su detección por su caudal muy bajo con un caudal de fuga de fondo se encuentra en un rango de 10 l/h, se puede presentar en juntas y accesorios de la tubería.

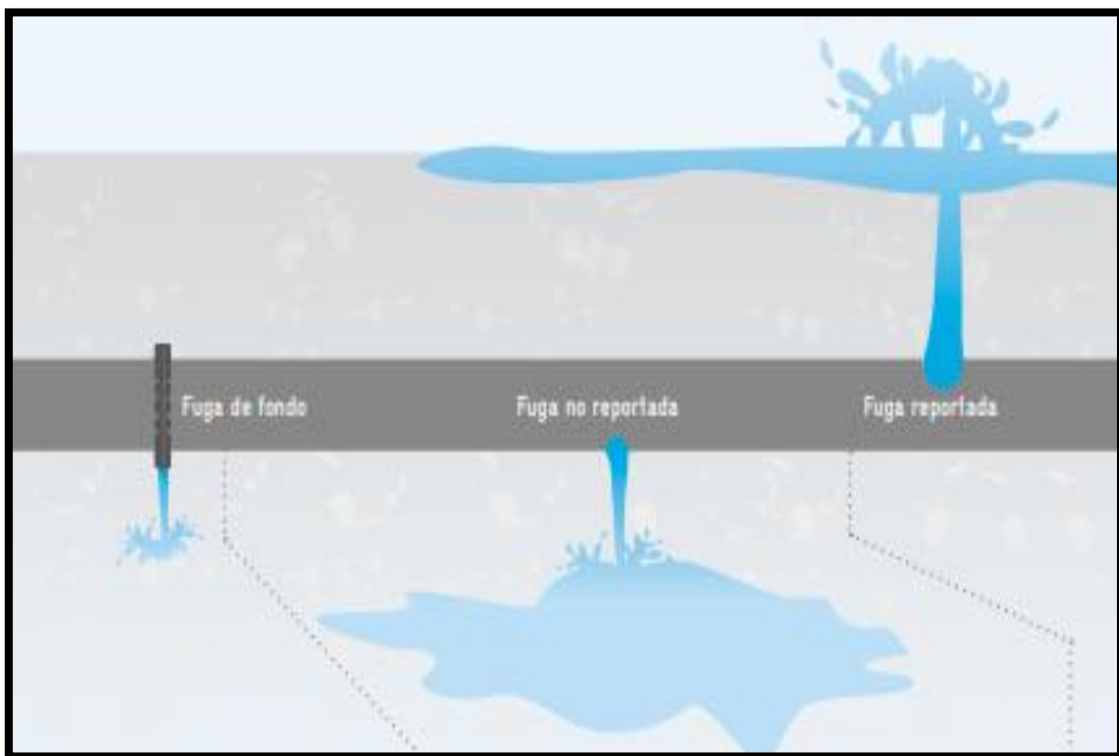


Figura N° 9: Clasificación de las figuras

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





En la tabla N° 6 muestra valores típicos aproximados de caudales para las fugas reportadas, no reportadas y de fondo.

Tabla N° 6: Cuadro de clasificación de fugas

<b>Clase de Fuga</b>	<b>Q (l/h)</b>	<b>Q (l/s)</b>
<b>Fuga de fondo</b>	Q max < 10 l/h	Q max < 0.003 l/s
<b>Fuga no reportada</b>	10 l/h – 500 l/h	0.003 l/s – 0.14 l/s
<b>Fuga reportada</b>	500 l/h – 50000 l/h	0.14 l/s – 14 l/s

Fuente: CABRERA MARCEL ENRIQUE, Alternativas y estrategias disponibles en la reducción de pérdidas, 2006.

#### **2.2.7.4 Lugar de ocurrencia de las fugas**

##### **2.2.7.4.1 Fugas en depósitos**

Se debe a los agrietamientos de las estructuras o el rebose de los niveles de agua, son de gran magnitud, esporádicas y de corta duración. Para su disminución se debe realizar inspecciones del estado físico de los tanques de almacenamiento y dar mantenimiento a las válvulas de control de los niveles de agua líneas (Medina, 2009).

##### **2.2.7.4.2 Fugas en conducciones, líneas principales y secundarias**

Son producidas por corrosión, por cargas superficiales, mala instalación, material de fabricación defectuoso y también por el golpe de ariete debido a cambios bruscos en la operación del sistema (Medina, 2009).

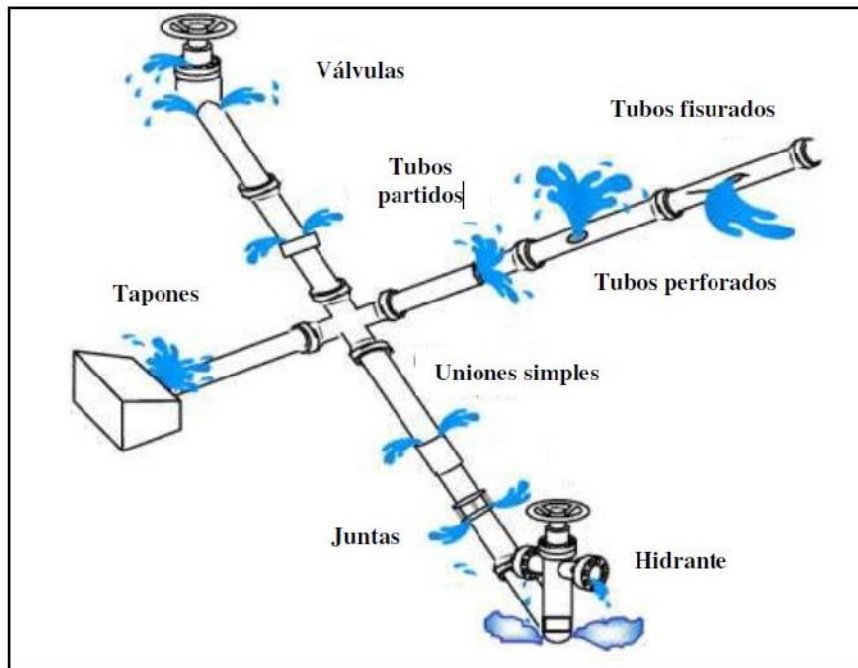


Figura N° 10: Fallas en tuberías principales

Fuente: Ortiz Bourguet Víctor. 2004. A.C. AF1-3 Estrategia y organización para la detección de fugas. Centro mexicano de capacitación en agua y saneamiento. México.

#### 2.2.7.4.3 Fugas en conexiones domiciliarias

Se deben a rajaduras, perforaciones, corte o piezas flojas, el mayor porcentaje de fugas se presenta en conexiones domiciliarias se debe a la antigüedad de las tuberías (Bourguet, 2004).

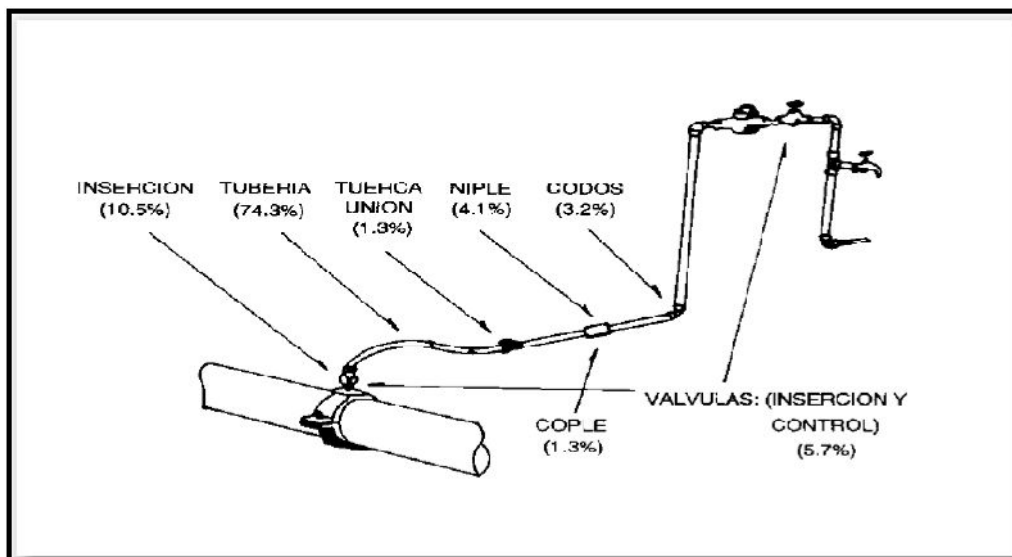


Figura N° 11: Fugas en toma domiciliaria

Fuente: Ortiz Bourguet Víctor. 2004. A.C. AF1-3 Estrategia y organización para la detección de fugas. Centro mexicano de capacitación en agua y saneamiento. México.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



#### 2.2.7.4.4 Fugas en el cuadro del medidor

Se originan por piezas flojas y falta de hermeticidad del micromedidor, frecuentemente son goteos.

#### 2.2.7.5 Sonidos producidos por las fugas

Según (Fernández, 2015), las fugas producen tres clases de sonidos:

- a) **Primero:** sonido producido por la salida del agua y que se transmite a lo largo de la tubería generando una frecuencia de 500 – 800 Hz.
- b) **Segundo:** sonido producido por el golpe del agua contra las paredes de la cueva que se forma con la fuga con una frecuencia de 20 – 250 Hz.
- c) **Tercero:** sonido producido por el golpe de los chorros sobre la superficie del agua y su frecuencia es de 20 – 250 Hz.

### 2.2.8 Métodos para el control de fugas no visibles

#### 2.2.8.1 Método por detección directa

Es un método de control en el cual las fugas No Visibles son investigadas sistemáticamente en el área de actuación de la EPS utilizando equipos de detección de fugas para identificarlas y ubicarlas.

Es el tipo de control de fugas que necesita de la intervención directa de equipos detectores de fugas de agua No Visibles (EPS SEDACUSCO S.A.).

#### Procedimiento

Según (EPS CHAVÍN S.A., 2009), se tiene el siguiente procedimiento:

- 1) Auscultación de fugas en conexiones domiciliarias.
- 2) Auscultación de fugas por tramos de la red de distribución
- 3) Verificación de fugas en la estructura

En la figura N° 9 se observa la auscultación de fugas en conexiones

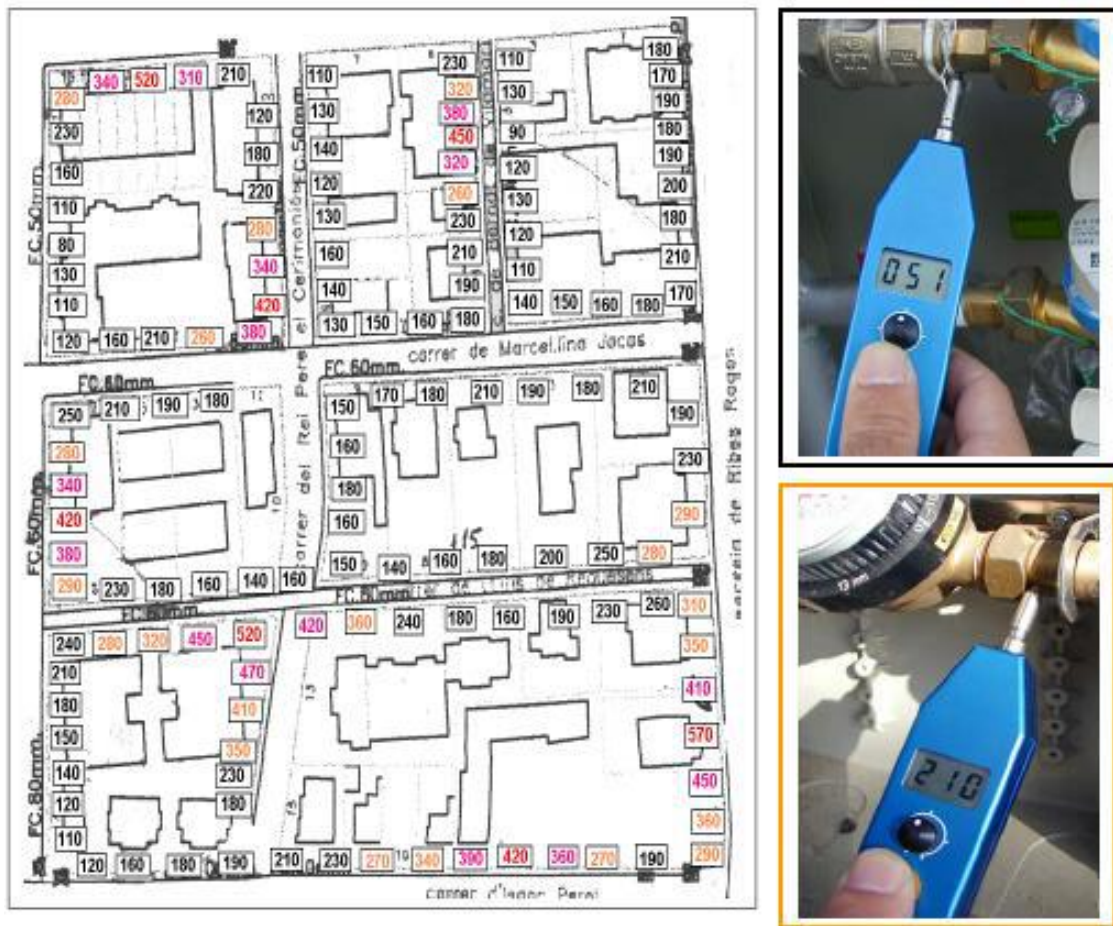


Figura N° 12: Auscultación de fugas en conexiones

Fuente: Adaptado de Programa de Agua Potable y Alcantarillado (AKUT LATINAGUAS), 2009.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

En la figura N°10 se observa la auscultación de fugas por tramos

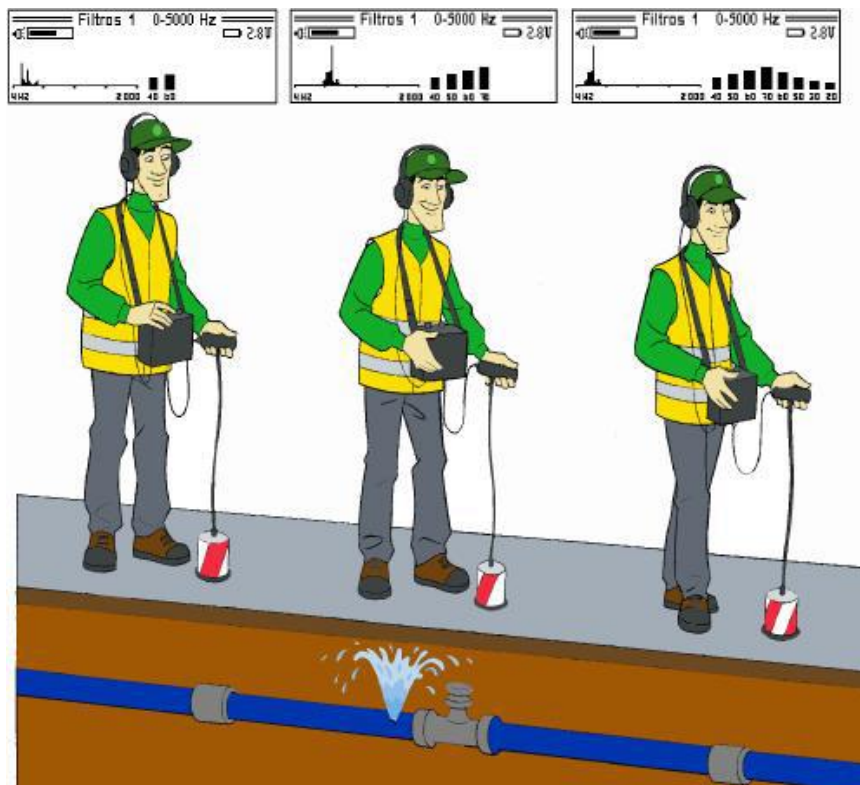


Figura N° 13: Auscultación de fugas por tramos

Fuente: Adaptado de Programa de Agua Potable y Alcantarillado (AKUT LATINAGUAS), 2009.

### 2.2.8.2 Método con medición

Según (EPS CHAVÍN S.A., 2009), es un método de control en el que se identifican las áreas e instalaciones con potencial de existencia de fuga a través de mediciones, posteriormente estas áreas son investigadas para ubicar las fugas de agua existentes utilizando equipos de detección.

#### 2.2.8.2.1 Detección acústica

La ubicación se hace mayormente por detección acústica, usando equipos mecánicos y electrónicos que permiten identificar tramos sospechosos por el sonido de la fuga, en puntos de contacto (válvulas, grifos y medidores), para después ubicarlos por sondeo directo sobre tubería (EPS CHAVÍN S.A., 2009).

#### 2.2.8.2.2 Presión diferencial

Una manera práctica de comenzar a localizar fugas de agua en líneas a conducción, impulsión o tramos largos de la red de distribución, es la observación de las variaciones de presión a lo largo de la tubería.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Las variaciones bruscas de presión en puntos aguas abajo de un punto observado pueden indicar obstrucciones en la tubería, derivaciones no catastradas o fugas de agua, la confirmación de la constatación debe ser hecha a continuación con equipos de detección acústica (Apolo, 2004).

### 2.2.9 Definiciones relacionadas con las redes

Dentro del contexto de la búsqueda de fugas las definiciones relacionadas a las redes son de una evidente utilidad. Son indispensables para un buen servicio de agua, velar por el rendimiento y el mantenimiento de la red, es en este entender que la definición de estos términos representa una gran utilidad para la interpretación de los mismos. (Paredes, 2001).

#### 2.2.9.1 Acometida

La acometida vehicula el agua potable para abastecer un abonado individual o colectivo a partir de una tubería de distribución, este conducto establece el enlace entre la tubería de distribución y las instalaciones del abonado. Su origen es la toma en la tubería de distribución, su extremidad es el empalme con el punto de suministro (Paredes, 2001).

### 2.2.10 Sistemas de abastecimiento de agua

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y equipos destinados a captar, tratar, almacenar y distribuir agua potable. Formar parte de este sistema: la planta de tratamiento líneas de conducción e impulsión, reservorios, estaciones de bombeo, redes de distribución de agua, etc. (EPS SEDACUSCO S.A.)

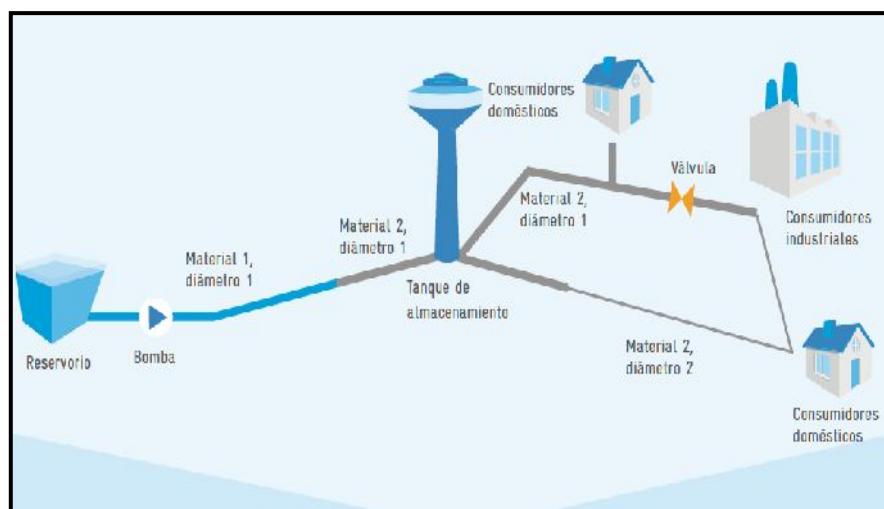


Figura N° 14: Sistema de abastecimiento de agua potable

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, 2008)

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### **2.2.10.1 Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o la planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias (Monsalve & Uribe, 2011).

#### **2.2.10.1.1 Red de distribución primaria**

Conjunto de tuberías que en su trayectoria abastecen a la red de distribución secundaria (EPS SEDACUSCO S.A.).

#### **2.2.10.1.2 Red de distribución secundaria**

Conjunto de tuberías que en su trayectoria abastecen a las conexiones domiciliarias (EPS SEDACUSCO S.A.).

### **2.2.10.2 Macromedición**

Conjunto de actividades que permiten determinar valores y estadísticas de cualquiera de las medidas hidráulicas que definen la estrategia para la operación de un sistema de acueducto o alcantarillado, dentro de las mediciones hidráulicas se contemplan mediciones de caudal, volumen, presión, niveles, entre otros (Monsalve & Uribe, 2011).

### **2.2.10.3 Caudal**

Se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S, 2005).

### **2.2.10.4 Caudal y volumen**

Según (EPS SEDACUSCO S.A.), el caudal y el volumen son aspectos que van directamente relacionados con los volúmenes de producción de agua, es por regla que en base a un caudal se pueda hallar un volumen de agua estos dos factores son importantes ya que de ellos depende el Volumen de agua Producido también en base a estos podemos tener un registro de los volúmenes de agua producidos

Tanto el volumen como el caudal pueden ser registrados por los macro medidores los cuales van registrando en forma continua ambos registros o ambos datos.

### **2.2.10.5 Presión**

La presión es una de las magnitudes de más uso en la industria que facilita el poder determinar el valor de diferentes variables de proceso como son: el nivel de líquidos, el flujo de fluidos y la velocidad del aire con manómetros de presión diferencial (Gutiérrez N. , 1998).

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

La presión que se genera en los sistemas de distribución de agua es variable, esta depende principalmente de las diferencias de cotas existentes entre la boca del sistema de distribución y el punto de distribución de agua.

Según la (Norma OS.050, 2009), la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red en condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10m.

### 2.2.10.6 Micromedición

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

Según (Medina, 2009), es el volumen medido de agua consumido por la población, mediante lecturas mensuales de los medidores domiciliarios, de los cuales se clasifican en categorías como: residencial, comercial e industrial. La micromedición permitirá garantizar registros confiables de consumos por los usuarios de la empresa operadora, además es un factor importante para el cálculo del balance hídrico de la red de distribución ya que permite conocer el volumen facturado por la empresa.

### 2.2.11 Sectorización

Es la segmentación de la red de distribución en unidades menores con el propósito de tornarla más flexible y operable a través de la implantación de sectores de abastecimiento, subsectores de abastecimiento y micro zonas de maniobra (EPS SEDACUSCO S.A.).

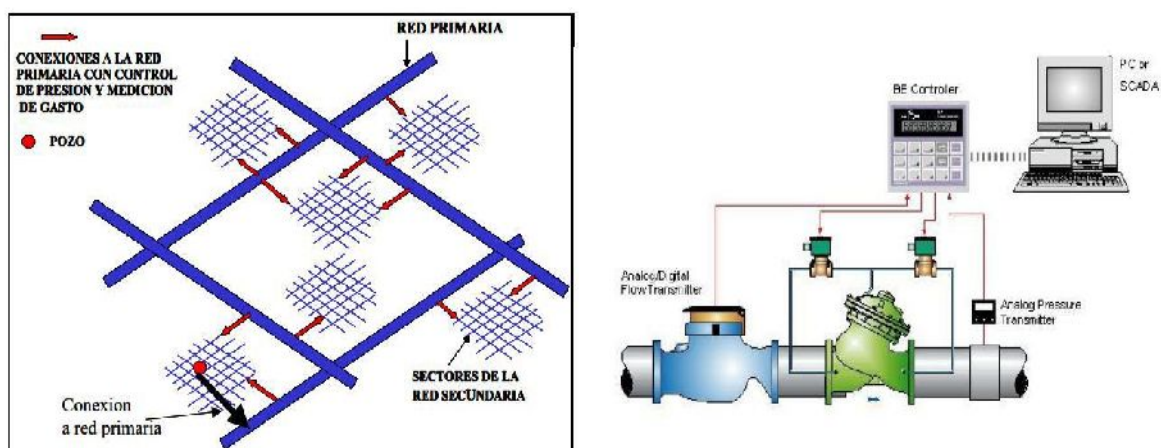


Figura N° 15: Sectorización de redes de distribución

Fuente: CONAGUA

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 2.2.12 Balance hídrico

Según (EPS CHAVÍN S.A., 2009), esta es una evaluación que se realiza a fin de determinar la eficiencia de la red, con ello se establecerá un balance inicial y luego se volverá a ejecutar cada vez que se realice una medida (operativa o comercial), a fin de evaluar su impacto, para realizar el cálculo de eficiencia se requiere:

- Registro con Logger de volumen distribuido (macromedidor con salda de pulsos).
- Cálculo del consumo facturado del sector (volumen microleído y volumen asignado).

Volumen de entrada al sistema $Q_e$	Consumo autorizado $Q_a$	Consumo autorizado facturado $Q_{af}$	Agua facturada exportada	Agua facturada
			Consumo facturado medido	
			Consumo facturado no medido	
		Consumo autorizado no facturado $Q_{anf}$	Consumo no facturado medido	Agua no facturada
	Consumo no facturado no medido			
	Pérdidas de agua $Q_p$	Pérdidas aparentes $Q_{pa}$	Consumo no autorizado	
			Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
		Pérdidas reales $Q_{pr}$	Fugas en las tuberías de aducción y distribución	
Fugas y reboses en tanques de almacenamiento				
Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente				

Tabla N° 7: Terminología estándar para el balance hídrico de acuerdo con la "IWA"

Fuente: AWWA/IWA, EPA 2010.

### 2.2.13 Equipos de detección sónica

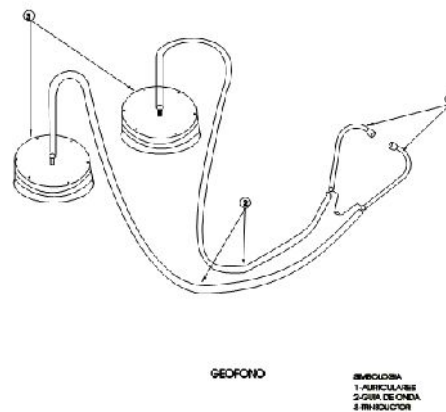
La investigación sónica involucra el uso de equipos que intensifican estos sonidos de manera sistemática para localizar fugas, los equipos recomendados usados para detectar el sonido de las fugas de agua son los siguientes.

#### 2.2.13.1 Geófono mecánico

De acuerdo a (EPS CHAVÍN S.A., 2009), Es un aparato que utiliza el principio de la estetoscopia en la localización de fugas, el geófono está constituido por dos zapatas (transductores), de una aleación de bronce y cobre, conteniendo en su interior un núcleo de plomo que funciona como filtro y dos membranas de bromo fosforoso conectadas por medio de mangueras a un auricular idéntico al del estetoscopio.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Figura N° 16: Geófono Mecánico



Fuente: EPS CHAVIN S.A. Determinación y Reducción del Agua No Facturada en Sector Piloto- Huaraz, 2009.

#### Principio de funcionamiento

Este equipo posee dos transductores que colocados sobre el suelo transforman las vibraciones mecánicas en señales acústicas, que son transmitidas separadamente a los dos canales auditivos del operador por medio de guías de onda.

El transductor mecánico-acústico, consta de 1 sistema resonante mecánico con un grado de libertad, compuesto por una masa cilíndrica presa entre dos resortes circulares, el primero de estos resortes está acoplado rígidamente a la caja que le transmite las vibraciones del campo, el movimiento del resorte superior con relación a la caja genera una presión sonora en la cavidad, esa presión es transmitida al oído del operador por medio de una guía de onda, este sistema resonante tiene una frecuencia natural de aproximadamente 390 Hz, favoreciendo así la transducción de las vibraciones en el rango de frecuencia en que las señales generadas por la fuga son transmitidas a la superficie con mayor eficiencia.

#### Ventajas:

- ✓ Puede ser utilizado en cualquier tipo de pavimento.
- ✓ No depende de la humedad local y opera en terreno húmedo sin que eso le provoque daños.
- ✓ Es bastante robusto y no necesita de cuidados especiales.
- ✓ Es bastante operacional.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Desventajas:

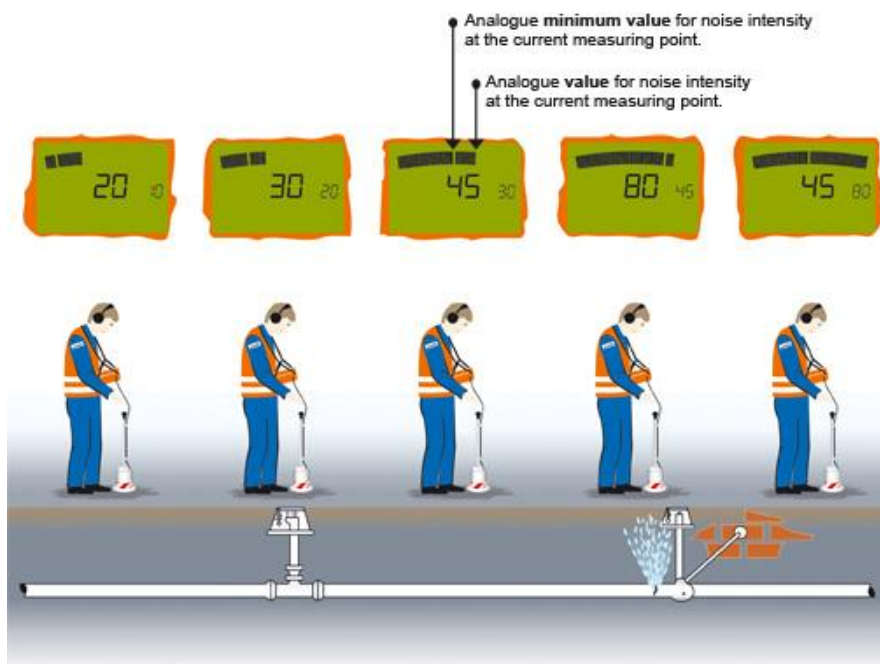
- ✓ Es incómodo y muy cansador.
- ✓ Es menos sensible y exige mayor concentración del operador.
- ✓ Sufre influencia de interferencia y de ruido ambiental.

### 2.2.13.2 Geófono electrónico

De acuerdo a (EPS SEDACUSCO S.A.), el geófono electrónico es un instrumento utilizado en investigación de fugas en tuberías cubiertas que dispone de dos tipos de transductores, cuya sensibilidad y respuesta en frecuencia es ajustada para captar especialmente las vibraciones acústicas provocadas por la fuga de agua.

Su manipulación es simple y requiere del operador sólo para familiarizarse con el tipo de ruido captado por el aparato durante la investigación de fugas, las señales eléctricas provenientes de los transductores serán acondicionadas por un amplificador electrónico de bajo nivel de ruido interno, permitiendo auscultar nítidamente el ruido de la fuga.

Figura N° 17: Operación del Geófono Eléctrico



Fuente: EPS CHAVIN S.A. Determinación y Reducción del Agua No Facturada en Sector Piloto- Huaraz, 2009.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

**Ventajas:**

- ✓ Es más confortable y menos desgastante.
- ✓ Es bastante leve.
- ✓ Es más sensible.
- ✓ Posee accesorios muy eficaces.

**Desventajas:**

- ✓ No es adecuado para pavimentos irregulares y tampoco para locales sin pavimento.
- ✓ No es recomendable su uso en superficies mojadas.
- ✓ En superficies como el concreto, donde la vibración provocada por la fuga se transmite intensamente es difícil caracterizar la posición de la fuga.

**2.2.13.3 Micrófonos acústicos**

De acuerdo a (GUTERMANN), los micrófonos acústicos se usan para detectar y amplificar el ruido creado por fugas en líneas presurizadas, constituyen una pieza esencial de equipamiento para plomeros o departamentos de detección de fugas y se usan para precisar fácilmente el lugar exacto de la fuga (paso final en el proceso que generalmente se aplica de Encontrar – Ubicar - Precisar). Como parte del proceso de Manejo Inteligente de Pérdidas de Agua, los micrófonos acústicos se usan para VALIDAR fugas que ya han sido ubicadas, las dos opciones básicas para usar como micrófonos son las varillas acústicas y el micrófono de suelos (geófono). Se cuentan con 4 opciones de Kits los cuales son:

- a. Con Micrófono de Suelos: La “pata” del micrófono de suelos es robusta a prueba de clima y está acústicamente protegida contra la interferencia de ruidos que no provienen de fugas, incorpora el mismo sensor de alto rendimiento especialmente desarrollado para tecnología de correlador de ruido de fuga, el micrófono de suelos es particularmente adecuado para inspecciones de fugas en terrenos llanos y carreteras.

Figura N° 18: Geófono con micrófono de suelos



Fuente: GUTERMANN, AQUASCOPE 3 – Detector Acústico de Fugas de Agua.

- b. Con Varilla Electrónica Acústica: La versátil sonda de mano incorpora un asa y el mismo sensor de alto rendimiento que el micrófono de suelos que permite escuchar directamente en accesorios, incluye tres varillas de extensión para adaptarse a las condiciones sobre el terreno y se entrega junto con un trípode acoplable magnéticamente, permitiendo la ubicación de fugas en terrenos blandos o incluso en piscinas.

Figura N° 19: Geófono con Varilla Electrónica Acústica



Fuente: GUTERMANN, AQUASCOPE 3 – Detector Acústico de Fugas de Agua.

- c. Kit Combinado Profesional: El Kit profesional combinado incluye tanto el micrófono de suelos como la versátil sonda de mano para auscultación de fugas en cualquier situación, el conjunto se puede desmontar para caber en un comfortable maletín de transporte.

Figura N° 20: Geófono Combinado



Fuente: GUTERMANN, AQUASCOPE 3 – Detector Acústico de Fugas de Agua.

- d. Con Micrófono de Bolsillo: El micrófono de bolsillo es la respuesta para cualquier operador de fuga que está buscando absoluta portabilidad, flexibilidad y un precio asequible mientras se mantiene la potencia y funcionalidad de un AQUASCOPE 3. Con la opción de instalar varillas acústicas, un imán o una placa para suelos, este micrófono de bolsillo para suelos es una herramienta versátil para localizar e identificar una amplia gama de fugas.

Figura N° 21: Geófono de Bolsillo



Fuente: GUTERMANN, AQUASCOPE 3 – Detector Acústico de Fugas de Agua.

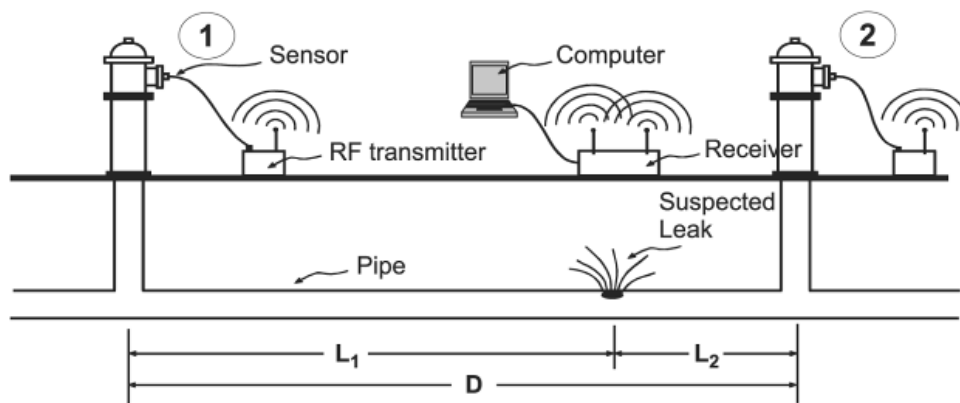
#### 2.2.13.4 Correlador de ruidos de fugas

De acuerdo a (EPS SEDACUSCO S.A.), es un equipo que posee un micro procesador que correlaciona los tiempos de transcurso del sonido entre la fuga y los sensores acoplados a la tubería, indicando la distancia de la fuga en relación a un sensor. La investigación de fugas con la utilización de este equipo puede ser realizada tanto de noche como durante el día, pues es

independiente de auscultación como es el caso del geófono y de la interferencia de terceros como vehículos, peatones, animales, etc.

La utilización de este equipo se justifica en etapas más avanzadas del programa de Control de Fugas de una EPS. Es aplicable en fugas problemáticas donde la investigación acústica normal tiene dificultades de localización, el correlador es usado entonces para determinar la localización precisa de la fuga.

Figura N° 22: Operación del Correlador de fugas



Fuente: EPS CHAVIN S.A. Determinación y Reducción del Agua No Facturada en Sector Piloto- Huaraz, 2009.

Los correladores tienen algunas desventajas. Debido a que son complejos, el operador deberá pasar por una considerable capacitación para utilizarlos. Asimismo, requiere de preparación de accesorios para utilizarse en conexiones domiciliarias.

Las ventajas son su excelente rendimiento de trabajo que según los casos duplican el de la utilización de geófonos. Asimismo, por su mejora tecnológica permiten opciones de registro de ruidos, que mejoran considerablemente la eficacia en la detección de fugas respecto a ruidos temporales o puntuales captados por un geófono. Asimismo, su opción de reporte permite generar datos históricos de los tramos auscultados.

### 2.2.13.5 Gutermann – zonescan smart

De acuerdo a (GUTERMANN), el correlador multipunto altamente sensible para la conveniencia máxima: pequeños sensores y transmisores de acero inoxidable, una atractiva aplicación para Android con filtrado completamente automático y geolocalización y mapeo automatizados basados en GPS para un manejo sin cables en su teléfono inteligente o tableta.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 23: Componentes del Sistema



Fuente: GUTERMANN. ZONESCAN SMART-manual de instrucciones.

Componentes:

- ✓ Smartphone o tablet con Android OS (opcional).
- ✓ Antena con imán para fijación al techo del vehículo.
- ✓ Enlace de Comunicación (Commlink) incluyendo el cargador de batería y cable.
- ✓ Loggers correladores de ruido ZONESCAN 820.
- ✓ Maleta de transporte robusta.
- ✓ Manual del Usuario.

## 2.3 Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis general

El porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A. es superior al 30%.

### 2.3.2 Sub hipótesis

Hipótesis Específico N°01.

El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas operativas respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 20%

Hipótesis Específico N°02.

El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas comerciales respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 10%

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





## 2.4 Definición de las Variables

### 2.4.1 Variables Independientes

**Dotación de Agua:** Cantidad de agua necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas.

### 2.4.2 Variables Dependientes

**ANC de pérdidas operativas:** Estas pérdidas corresponden a los volúmenes de agua que se pierden como consecuencia de fallas en la infraestructura física instalada ya sean pérdidas en redes, en acometidas, abrazaderas y pérdidas en cajas de registro.

**ANC de pérdidas comerciales:** Son aquellas que a pesar de llegar al consumidor no son facturadas debido a la ineficiencia en la medición y consumos a través conexiones clandestinas.



2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla N° 8: Cuadro de operacionalización de variables

Cuadro de Operacionalización de Variables							
ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A.							
TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN	SUB VARIABLES	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	
INDEPENDIENTES	X1:	Dotación de agua	Cantidad de agua en l/s necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas.	Caudal Alto	Caudal	(l/s)	
				Caudal Medio			
				Caudal Bajo	Volumen	(m3)	
DEPENDIENTES	Y1:	ANC de pérdidas operativas	Fugas visibles	Pérdida Elevada	Volumen	(m3)	
				Pérdida Moderada			
				Pérdida Baja			
			Fugas No Visibles	Pérdida Elevada			
				Pérdida Moderada			
				Pérdida Baja			
	Y2:	ANC de pérdidas comerciales	Son aquellas que a pesar de llegar al consumidor, no son facturadas debido a la ineficiencia en la medición y consumos a travez conexiones clandestinas.	Micromedición	Pérdida Elevada	Volumen	(m3)
					Pérdida Moderada	Número de conexiones	(#)
					Pérdida Baja		
Clandestinaje y Hurto	Pérdida Elevada	Volumen	(m3)				
				Pérdida Moderada			
				Pérdida Baja			

Fuente: Propia del autor

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## Capítulo III

### 3 Metodología

#### 3.1 Metodología de la Investigación

##### 3.1.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación fue del tipo *cuantitativa*, “ya que busca cuantificar la investigación en base a la formulación de hipótesis, definiendo y seleccionando una muestra para la recolección de los datos y el procesamiento de datos de las mediciones” (Sampieri, 2006)

De acuerdo a (Sampieri, 2014) “La investigación cuantitativa utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías”

##### 3.1.2 Nivel o alcance de la investigación

La investigación se considera de nivel *descriptivo*, “ya que después de realizar la recolección de datos de manera exploratoria se realiza la descripción de los datos, el análisis de datos y la interpretación de los resultados. Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o de manera conjunta sobre las variables y poder describirlos cada una de ellas”. “Este tipo de estudios tiene como finalidad especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (SAMPIERI, 2014).

##### 3.1.3 Método de investigación

El método que se utilizó fue *hipotético-deductivo*, pues como lo afirma Bernal (2010), “El método hipotético-deductivo consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (Bernal, 2010)

La investigación se considera *hipotético*, “ya que para analizar el porcentaje de volumen de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales se propuso al comienzo una hipótesis de acuerdo al problema y el objetivo definido las variables de la investigación”.

“La investigación se considera *deductivo*, ya que partimos de premisas o conocimientos conocidos para determinar y analizar cada una de las variables de la investigación” (Sampieri, 2006).



## 3.2 Diseño de la Investigación

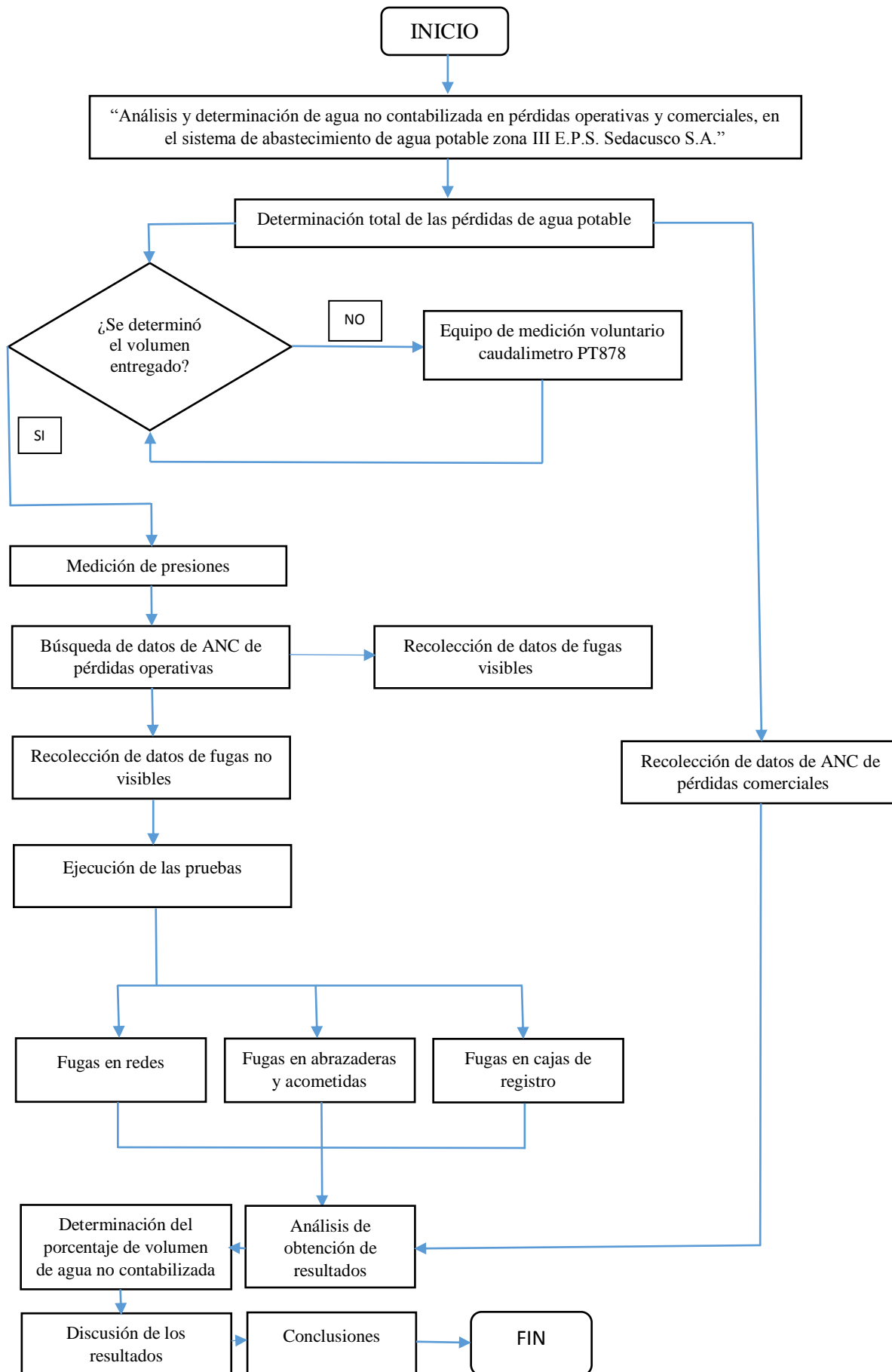
### 3.2.1 Diseño metodológico

La investigación se considera de diseño *No experimental – transversal*, de acuerdo a (SAMPIERI, 2014), Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, la investigación determina y analiza los datos en forma real y presenta resultados reales de acuerdo a la situación actual de la zona de estudio.

La investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

En la investigación se obtuvieron los datos en un único momento de tiempo, es decir se recolectaron los datos del estudio en un solo periodo de tiempo.

### 3.2.2 Diseño de Ingeniería



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.3 Población y Muestra

#### 3.3.1 Población

##### 3.3.1.1 Descripción de la población

En la presente investigación la población en estudio consta del sistema de abastecimiento de agua potable la Zona III que comprende el área del Centro Histórico y el barrio de San Blas, el cual constituye conexiones de categorías domésticas, comerciales, industriales, sociales y estatales con medidor y conexiones sin medidor.

##### 3.3.1.2 Cuantificación de la población

En la investigación la población fue compuesta por todas las conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento de la Zona III el cual cuenta con un total de 1,216 conexiones.

#### 3.3.2 Muestra

##### 3.3.2.1 Descripción de la muestra

La investigación la muestra fue una cantidad limitada de número de conexiones en el sistema de abastecimiento de agua potable en la Zona III que comprende las calles (Cuesta de Amargura, Tecsecocha, Choquechaka, Carmen Alto, Suecia, Tandapata, Pantacalle y la Urbanización Sapantiana), el cual la muestra constituye conexiones de las diversas categorías que existe.

##### 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

En la investigación la cantidad de muestra que se estudio fue de 174 conexiones con medidor y sin medidor conforme a la fórmula para poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n= Tamaño muestral

N= Tamaño de la población, en la investigación se usó 1216

Z $\alpha$ = Valor correspondiente a la distribución de Gauss que tiene de valor 1.96 (si la seguridad es del 95%)

p= Prevalencia esperada del parámetro a evaluar (en este caso 5% =0.05)

q= 1-p, es este caso es igual a (1-0.05=0.95).

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

i= error o precisión que se prevé cometer, en el estudio se usó un 3%)

- Se empleó el 3% de precisión para poder obtener una mayor magnitud de muestra.

Tabla N° 9: Determinación del tamaño de muestra

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A		
$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$	n=	173,898895
	N=	1216
	Z $\alpha$ =	1,96
	p=	0,05
	q=	0,95
	i=	0,03
	n=	174

Fuente: Murray y Larry 2005.

### 3.3.2.3 Método de muestreo

La investigación prosiguió un método No probabilístico de muestreo, de acuerdo a (Sampieri, 2006), “las muestras no probabilísticas, suponen un procedimiento de selección informal que se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población” ya que el estudio dependió de las particularidades y limitaciones de la investigación.

### 3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra

Para los criterios de evaluación de la investigación se realizó un muestreo simple en el cual se determinó los siguientes criterios

- ❖ Se determinó según a la clase de conexión que existe (con medidor y/o sin medidor).
- ❖ Se determinó según a todas las redes que comprende las calles de la zona de estudio.

### 3.3.3 Criterios de inclusión

- ❖ Se empleó un manómetro de uso general para la medición de presiones en las cajas de registro de los usuarios tomando el control de la hora de medición y la presión en PSI registrada en ese instante en la zona III
- ❖ El conjunto de las mediciones de la investigación se ejecutó dentro del ámbito de la zona III
- ❖ La antigüedad de la tubería de la red de distribución de agua potable en la zona III es mayor a 50 años



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.4 Instrumentos

#### 3.4.1 Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Los siguientes instrumentos serán empleados como las guías de análisis, para las diversas pruebas que se ejecutaran en la investigación.

Tabla N° 10: Ficha de registro de: Hermeticidad de válvulas

	<b>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</b>				
Prueba:	Hermeticidad de Válvulas				
Ubicación:	Cusco				
Zona:	III				
Fecha de prueba:					
Equipo(s) utilizado:	Geófono Acústico y Llave Tee				
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez				
DATOS DE PRUEBA					
Item	Dirección	Operatividad	Condición de la válvula	Hermeticidad	Nro de vueltas

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”







Tabla N° 15: Ficha de registro de: Fugas en redes

TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"

Prueba: Fugas en Redes

Ubicación: Cusco

Zona: III

Fecha de prueba:

Equipo(s) utilizado:

Encargado: Bryan Rommel Cahuana Enriquez

DATOS DE PRUEBA						
Item	Dirección	N°	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Clase de Fuga

Tabla N° 16: Ficha de registro de: Fugas en acometidas y abrazaderas

TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"

Prueba: Fugas en Acometidas y Abrazaderas

Ubicación: Cusco

Zona: III

Fecha de prueba:

Equipo(s) utilizado:

Encargado: Bryan Rommel Cahuana Enriquez

DATOS DE PRUEBA							
Item	Dirección	N°	N° Medidor / N° Inscripción	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Clase de Fuga

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 17: Ficha de registro de : Fugas Visibles

<div style="text-align: center; background-color: #d9ead3; padding: 5px;"> <p>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</p> </div>						
Prueba:	Busqueda de Fugas Visibles					
Ubicación:	Cusco					
Zona:	III					
Fecha de prueba:						
Equipo(s) utilizado:						
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez					
DATOS DE PRUEBA						
Item	Dirección	N°	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Clase de Fuga

### 3.4.2 Instrumentos de Ingeniería

#### 3.4.2.1 Manómetro

Se empleará para recolección de presiones en la Zona III, constatando las presiones máximas y mínimas de agua.

Figura N° 24: Manómetro



Fuente: propia del autor

#### 3.4.2.2 Odómetro de rueda

Instrumento de medición necesario que nos sirvió para el cálculo de la distancia recorrida.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Figura N° 25: Odómetro de Rueda



Fuente: Propia del autor

### 3.4.2.3 Cámara fotográfica

Herramienta para registrar en foto y/o videos las pruebas que se realizan en la investigación

Figura N° 26: Cámara fotográfica CANON T5i



Fuente: Propia del autor

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.4.2.4 Caudalímetro ultrasónico integrado portátil PT878

Instrumento que nos sirvió para la medición de caudales en la Zona III.

Figura N° 27: Caudalímetro Ultrasónico PT878



Fuente: Propia del autor

### 3.4.2.5 Geófono acústico

Instrumento indispensable que nos sirvió para puntualizar las fugas.

Figura N° 28: Geófono Digital Acústico



Fuente: Fluidis.net / GEOFONIA

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 3.4.2.6 Radio registrador y correlador zonescan 820

Instrumento profesional de uso fácil para la detección de fugas en la distribución de agua potable, el cual se refiere a unidades pequeñas e inteligentes (registradores), que se distribuyen en toda la red o tramo a examinar para recolectar los datos de posibles fugas.

Figura N° 29: Zonescan 820



Fuente: Propia del autor

### 3.4.2.7 Softwares (Excel y AutoCAD 2015)

El software Excel fue utilizado para los diversos cálculos y procesamiento de los datos obtenidos en las pruebas.

El software AutoCAD 2015 fue utilizado para la realización de los planos de presiones y sectorización.

## 3.5 Procedimientos de Recolección de Datos

### 3.5.1 Medición del caudal de ingreso a la Zona III

#### 3.5.1.1 Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Caudalímetro ultrasónico integrado portátil Transport® PT878

#### 3.5.1.2 Procedimiento

- Instalación del equipo Caudalímetro ultrasónico integrado portátil Transport® PT878 en punto de ingreso de distribución de agua potable a la Zona III.
- Hecha la instalación se procede a programar el equipo para que registre los caudales, ya que el Caudalímetro ultrasónico integrado portátil Transport® PT878 cuenta con una función de recopilación automática de datos para su guardado en su sistema, los

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





caudales en (l/s) serán registrados en un intervalo de tiempo de 10 minutos durante una semana.



Figura N° 30: Instalación del Caudalímetro Ultrasónico PT878 en el punto de ingreso

3.5.1.3 Toma de datos

Tabla N° 18: Toma de datos de los caudales de ingreso a la Zona III

		TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A."						
Prueba:		Medición de Caudales						
Ubicación:	Cusco							
Zona:	III							
Fecha de prueba:		01/10/2018						
Equipo(s) utilizado:		Caudalimetro PT878						
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez							
DATOS DE PRUEBA								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	23,54	49	13:40	22,95	97	21:40	25,57
2	6:10	25,65	50	13:50	21,98	98	21:50	23,45
3	6:20	24,87	51	14:00	21,89	99	22:00	25,49
4	6:20	28,55	52	14:10	25,58	100	22:10	28,21
5	6:30	25,45	53	14:20	27,53	101	22:20	24,61
6	6:40	21,87	54	14:30	24,24	102	22:30	23,59
7	6:50	21,07	55	14:40	26,04	103	22:40	23,82
8	7:00	25,32	56	14:50	25,98	104	22:50	27,47
9	7:10	24,12	57	15:00	26,82	105	23:00	23,14
10	7:20	22,77	58	15:10	24,51	106	23:10	23,24
11	7:30	28,55	59	15:20	23,36	107	23:20	22,37
12	7:40	26,09	60	15:30	23,22	108	23:30	25,94
13	7:50	26,92	61	15:40	28,27	109	23:40	24,76
14	8:00	25,2	62	15:50	26,27	110	23:50	22,13
15	8:10	21,9	63	16:00	28,3	111	0:00	24,96
16	8:20	26,6	64	16:10	26,43	112	0:10	28,75
17	8:30	22,49	65	16:20	26,43	113	0:20	24,99
18	8:40	27,14	66	16:30	21,83	114	0:30	21,24
19	8:50	28,28	67	16:40	26,17	115	0:40	27,68
20	9:00	22,97	68	16:50	26,66	116	0:50	25,12
21	9:10	24,17	69	17:00	21,78	117	1:00	23,87
22	9:20	23,76	70	17:10	26,72	118	1:10	24,11
23	9:30	21,23	71	17:20	25,54	119	1:20	24,37
24	9:40	22,85	72	17:30	22,72	120	1:30	24,34
25	9:50	22,64	73	17:40	25,23	121	1:40	25,23
26	10:00	27,29	74	17:50	24,78	122	1:50	25,35
27	10:10	26,06	75	18:00	23,89	123	2:00	28,38
28	10:20	25,22	76	18:10	27,95	124	2:10	24,59
29	10:30	23,56	77	18:20	27,25	125	2:20	24,79
30	10:30	24,78	78	18:30	24,41	126	2:30	25,67
31	10:40	24,87	79	18:40	25,19	127	2:40	26,73
32	10:50	23,64	80	18:50	25,63	128	2:50	28,68
33	11:00	25,81	81	19:00	27,53	129	3:00	23,81
34	11:10	23,58	82	19:20	27,37			
35	11:20	24,1	83	19:20	23,36			
36	11:30	28,44	84	19:30	24,47			
37	11:40	22,82	85	19:40	25,97			
38	11:50	25,98	86	19:50	25,34			
39	12:00	24,05	87	20:00	25,76			
40	12:10	24,64	88	20:10	24,65			
41	12:20	28,99	89	20:20	27,35			
42	12:30	25,64	90	20:30	25,87			
43	12:40	24,45	91	20:40	24,31			
44	12:50	27,78	92	20:50	24,98			
45	13:00	25,24	93	21:00	24,67			
46	13:10	23,73	94	21:10	23,17			
47	13:20	23,26	95	21:20	27,58			
48	13:30	27,56	96	21:30	28,51			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.5.2 Medición de presiones en la Zona III

#### 3.5.2.1 Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Manómetro
- ❖ Ficha de registro de datos

#### 3.5.2.2 Procedimiento

Se realizó la medición de presiones en la zona III en puntos representativos del sector, con ayuda del equipo de presión (Manómetro).

- Se tomó las mediciones de presión en las cajas de registro de los usuarios, para lo cual se limpió las cajas de registro, se retiró al aire la tubería para luego manipular las llaves y posteriormente se efectuó la medición de las presiones del sistema.



Figura N° 31: Limpieza de la caja de registro



Figura N° 32: Colocación del manómetro en la tubería



Figura N° 33: Medición de la presión en PSI

- En el caso que no se pudo retirar la tubería al aire, se tomó las presiones dentro de la vivienda y/o establecimiento.
- Al final se anotó los datos de las mediciones obtenidas en la ficha de registro considerando la hora de medición y la presión en PSI, dejando la tubería de la caja de registro del usuario tal cual se encontró a un inicio.





Figura N° 34: Medición de presión en el interior del C.E.P. María Auxiliadora Cusco



Figura N° 35: Medición de presión en la CL. Tecsecocha

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 36: Medición de la presión en la CL. Pumacurco



Figura N° 37. Medición de la presión en la CL. Carmen Alto

### 3.5.2.3 Toma de datos

La toma de medición de presiones se realizó en 3 días.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 19: Recolección de la medición de presiones - primer día

	<b>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</b>			
Prueba:	Medición de Presiones			
Ubicación:	Cusco			
Zona:	III			
Fecha de prueba:	08/10/2018			
Equipo(s) utilizado:	Manómetro			
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez			
<b>DATOS DE PRUEBA</b>				
N°	Ubicación de medición	Presión (PSI)	Presión (M.C.A)	Hora
1	CL. HUAYNAPATA	45		11:00 AM
2	CL. ATAUD	60		10:45 AM
3	CL. PURGATORIO	45		11:15 AM
4	COL. MARIA AUXILADORA	50		11:30 AM
5	CL. CUESTA DEL ALMIRANTE	50		10:30 AM
6	CL. PALACIO	30		11:45 AM
7	CL. RESBALOSA	50		10:05 AM
8	CL. CUESTA SAN CRISTOBAL	50		10:20 AM

Tabla N° 20: Recolección de la medición de presiones - segundo día

	<b>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</b>			
Prueba:	Medición de Presiones			
Ubicación:	Cusco			
Zona:	III			
Fecha de prueba:	10/10/2018			
Equipo(s) utilizado:	Manómetro			
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez			
<b>DATOS DE PRUEBA</b>				
N°	Ubicación de medición	Presión (PSI)	Presión (M.C.A)	Hora
1	TEMPLO SAN CRISTOBAL	60		9:45 AM
2	CL. PUMACURCO	60		10:30 AM
3	PSJE. TANDAPATA	80		8:40 AM
4	CL. CUESTA DE SAN BLAS	70		9:20 AM
5	CL. CARMEN ALTO	70		9:15 AM
6	CL. 7 ANGELITOS	75		9:10 AM

Tabla N° 21: Recolección de la medición de presiones - tercer día

	<b>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</b>			
Prueba:	Medición de Presiones			
Ubicación:	Cusco			
Zona:	III			
Fecha de prueba:	12/10/2018			
Equipo(s) utilizado:	Manómetro			
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez			
<b>DATOS DE PRUEBA</b>				
N°	Ubicación de medición	Presión (PSI)	Presión (M.C.A)	Hora
1	CL. SAPHI	50		9:20 AM
2	CL. KORICALLE	45		8:50 AM
3	CL. TECSECOCHA	30		9:00 AM
4	PORTAL DE CARNES	65		8:45 AM
5	PORTAL DE PANES	50		8:40 AM
6	CL. AMARGURA	50		9:25 AM
7	CL. TRIUNFO	40		8:35 AM
8	CL. HERRAJES	45		8:30 AM
9	PSJE. WARANKALLKI	40		8:25 AM
10	CL. ALABADO	45		8:10 AM
11	CL. RECOLETA	45		7:45 AM
12	PSJE. PANTAQCALLE	40		7:25 AM
13	CL. CAJOMPATA	40		8:00 AM

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





### **3.5.3 Búsqueda de datos de ANC de pérdidas operativas**

#### **3.5.3.1 Prueba de sectorización de la zona III**

##### **3.5.3.1.1 Equipos utilizados en la prueba**

- ❖ Computadora y/o laptop
- ❖ Plano general digital de abastecimiento de agua potable de la EPS Sedacusco S.A.

##### **3.5.3.1.2 Procedimiento**

- Con la información obtenida de las válvulas, se prosiguió a sectorizar en microzonas de abastecimiento con la finalidad de facilitar las operaciones de búsqueda de fugas

#### **3.5.3.2 Hermeticidad de válvulas**

##### **3.5.3.2.1 Equipos utilizados en la prueba**

- ❖ Geófono acústico
- ❖ Llave Tee

##### **3.5.3.2.2 Procedimiento**

La prueba consiste en la verificación de la hermeticidad de las válvulas con la finalidad de verificar que dichas válvulas cierren de forma hermética de la zona de estudio.

- Ubicar en campo la válvula con ayuda del plano de la Zona III para la verificación de la hermeticidad.
- Una vez ubicada dicha válvula se procedió a ser totalmente limpiada con ayuda de la cuchara para retirar la basura y/o tierra acumulada por el tiempo.
- Posteriormente la válvula fue cerrada completamente con la llave Tee tomando en cuenta el número de vueltas abiertas en ese instante, una vez cerrada dicha válvula se verificó con la ayuda del geófono acústico, comprobando de esta manera la hermeticidad de la válvula con ayuda del personal técnico y finalmente la válvula fue puesta tal como se encontró en una etapa inicial.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 38: Cerrado de la válvula con la llave Tee



Figura N° 39: Verificación de hermeticidad de la válvula con apoyo del personal técnico

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.5.3.2.3 Toma de datos

Tabla N° 22: Cuadro de hermeticidad de válvulas

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A			
Prueba:	Hermeticidad de Válvulas				
Ubicación:	Cusco				
Zona:	III				
Fecha de prueba:	27/09/2018				
Equipo(s) utilizado:	Geófono Acústico y Llave Tee				
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez				
DATOS DE PRUEBA					
Item	Dirección	Operatividad	Condición de la válvula	Hermeticidad	Nro de vueltas
1	CL. Huaynapata	SI	Cerrado	SI	12
2	CL. Pumacurco	SI	Abierto	SI	12
3	CL. Ese	SI	Cerrado	SI	12
4	CL. Resbalosa	SI	Cerrado	SI	13
5	Colegio Carmelo	SI	Abierto	SI	8
6	Plazoleta san blas-Psje Pasñapacana	SI	Cerrado	SI	10
7	CL. Cuesta San Blas	SI	Cerrado	SI	12
8	Hostal Suizo Peruano Hotelaria EIRL	SI	Cerrado	SI	9
9	Psje Siete Culebras	SI	Cerrado	SI	11
10	CL. Palacio	SI	Cerrado	SI	10
11	Portal de panes	SI	Cerrado	SI	12
12	Portal de carnes	NO	Abierto	no	15
13	CL. Suecia	SI	Abierto	SI	13
14	Casa de los salesianos	SI	Abierto	SI	8
15	CL. Recoleta	SI	Cerrado	SI	12
15	CL. Choquechaka	SI	Abierto	SI	16

### 3.5.3.3 Prueba de caudal mínimo nocturno

#### 3.5.3.3.1 Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Caudalimetro ultrasónico integrado portátil Transport® PT878
- ❖ Ficha de registro de toma de datos

#### 3.5.3.3.2 Procedimiento

- ❖ Se instala el equipo Caudalimetro ultrasónico integrado portátil Transport® PT878, en el ingreso de agua potable hacia las microzonas de la Zona III, la prueba se realizó en horas de la noche a partir de las 20:00 hasta las 2:00 de la madrugada puesto que hay mínimo consumo de agua por los usuarios y por ende a presión llega al máximo

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

- ❖ El registro de lectura de caudales se programó cada 5 minutos, con apoyo del personal

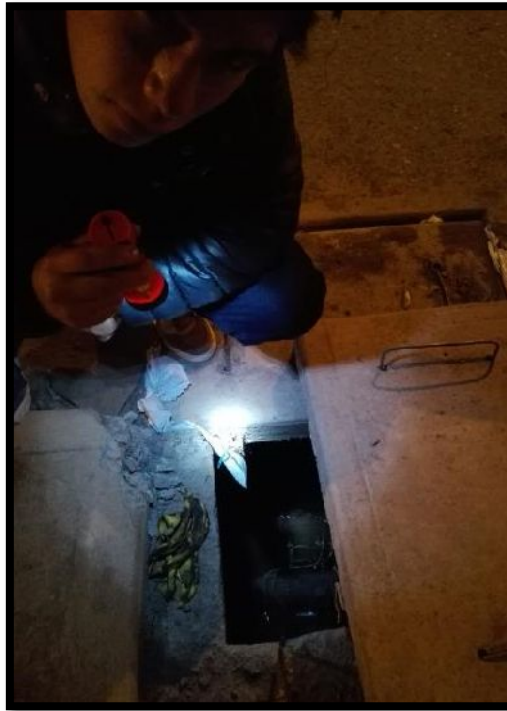


Figura N° 40: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Amargura



Figura N° 41: Lectura del Caudal Mínimo Nocturno entrada CL. Amargura

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 42: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Asnoqchutun



Figura N° 43: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Asnoqchutun

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





Figura N° 44: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Tecsecocha



Figura N° 45: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Tecsecocha

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 46: Instalación de Caudalímetro Ultrasónico PT878 en CL. Choquechaka



Figura N° 47: Lectura de Caudal Mínimo Nocturno en CL. Choquechaka



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## 3.5.3.3.3 Toma de datos

Tabla N° 23: Recolección de medición de la prueba de Caudal Mínimo Nocturno - CL.

Asnocqchutun

		TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"				
Prueba:				Caudal Mínimo Nocturno		
Ubicación:	Cusco - CL. Asnocqchutun					
Zona:	III					
Fecha de prueba:				16/10/2018		
Equipo(s) utilizado:				Caudalímetro PT878		
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez					
DATOS DE PRUEBA						
N°	Hora	Caudal (l/s)	N°	Hora	Caudal (l/s)	
1	20:00	2,700	49	0:00	3,516	
2	20:05	2,840	50	0:05	3,059	
3	20:10	3,089	51	0:10	2,4	
4	20:15	3,336	52	0:15	1,337	
5	20:20	3,299	53	0:20	1,123	
6	20:25	3,403	54	0:25	1,165	
7	20:30	3,224	55	0:30	1,208	
8	20:35	2,917	56	0:35	1,126	
9	20:40	3,094	57	0:40	1,149	
10	20:45	3,28	58	0:45	1,204	
11	20:50	3,233	59	0:50	1,149	
12	20:55	3,456	60	0:55	1,321	
13	21:00	3,336	61	1:00	1,391	
14	21:05	3,184	62	1:05	1,496	
15	21:10	3,013	63	1:10	1,607	
16	21:15	3,34	64	1:15	1,696	
17	21:20	3,224	65	1:20	1,649	
18	21:25	3,122	66	1:25	1,668	
19	21:30	3,186	67	1:30	1,664	
20	21:35	3,135	68	1:35	1,748	
21	21:40	3,184	69	1:40	1,642	
22	21:45	3,379	70	1:45	1,568	
23	21:50	3,44	71	1:50	1,566	
24	21:55	3,404	72	1:55	1,535	
25	22:00	3,148	73	2:00	1,487	
26	22:05	3,184	74			
27	22:10	3,119	75			
28	22:15	3,436	76			
29	22:20	3,336	77			
30	22:25	3,513	78			
31	22:30	3,915	79			
32	22:35	3,43	80			
33	22:40	3,802	81			
34	22:45	3,467	82			
35	22:50	3,655	83			
36	22:55	3,507	84			
37	23:00	3,745	85			
38	23:05	3,465	86			
39	23:10	3,316	87			
40	23:15	3,293	88			
41	23:20	4,007	89			
42	23:25	3,402	90			
43	23:30	3,459	91			
44	23:35	3,688	92			
45	23:40	3,46	93			
46	23:45	3,513	94			
47	23:50	3,591	95			
48	23:55	3,466	96			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.5.3.4 Búsqueda de fugas visibles

#### 3.5.3.4.1 Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Ficha de registro de datos
- ❖ Aforador

#### 3.5.3.4.2 Procedimiento

- Ya sectorizada la zona, la búsqueda de fugas visibles se realizó transitando por las avenidas, pasajes, arterias y/o calles de la zona de estudio y de esta manera visualizando las posibles fugas en la superficie del terreno de las redes y conexiones domiciliarias.
- Solo se encontró una fuga visible en el tránsito por las arterias de la zona, el cual fue complicado aforar por condiciones del terreno y se tuvo que estimar el caudal de la fuga.



Figura N° 48: Fuga visible en la superficie

#### 3.5.3.4.3 Toma de datos

Tabla N° 24: Cuadro de la Fuga visible

		TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"					
		Busqueda de Fugas Visibles					
Prueba:							
Ubicación:	Cusco						
Zona:	III						
Fecha de prueba:		24/10/2018					
Equipo(s) utilizado:		Ficha de registro de datos, cronómetro y aforador					
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez						
DATOS DE PRUEBA							
Item	Dirección	N°	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Aforo (lt/seg)	Clase de Fuga	
1	Cl. Pumacurco	567			0,15		

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 3.5.3.5 Búsqueda de fugas no visibles

#### 3.5.3.5.1 Búsqueda de fugas en cajas de registro

##### a) Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Geófono acústico
- ❖ Ficha de registro de datos
- ❖ Aforador
- ❖ Cronómetro

##### b) Procedimiento

- Una vez determinado el tamaño de muestra que son 174 medidores, se realizó a la verificación de cada caja de registro con el geófono el cual nos permitió determinar la existencia de fuga en la caja del medidor, sea está causada por una rajadura de la tubería o también una mala maniobra en la colocación de accesorios en esta conexión.



Figura N° 49: Auscultación en cajas de registro con geófono acústico

- Una vez localizada la fuga en la caja de registro se procedió a la exposición de la fuga y su respectivo aforamiento.



Figura N° 50: Exposición de la fuga localizada

c) Toma de datos

Tabla N° 25: Cuadro de fugas en cajas de registro - parte 1

	TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A."					
	Prueba:	Auscultación en cajas de registro				
Ubicación:	Cusco					
Zona:	III					
Fecha de prueba:		24/10/2018				
Equipo(s) utilizado:		Geófono acústico				
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez					
DATOS DE PRUEBA						
Item	Dirección	N°	N° de medidor	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Aforo (lt/seg)
1	SAN BLAS CARMEN ALTO	281	10100815	50	120	
2	CA. CHIHUAMPATA	629	1015005898	50	47	
3	CALLE PANTACCALLE	578	1015003438	50	32	
4	CA. CHOQUECHACA	350		50	37	
5	CALLE TULLUMAYU	339	101313133	50	78	
6	CALLE CHIHUAMPATA	561	1015004113	50	72	
7	CALLE CARMEN BAJO	119	1015006972	50	52	
8	CALLE ARCO IRIS	225		75	81	
9	CALLE PUMACURCO	516	101313165	50	47	
10	CUESTA AMARGURA	132	10609669	50	60	
11	CALLE TRIUNFO	354	101302572	25	65	
12	RECOLETA CA. PANTACCALLE	576	310601259	25	58	
13	CALLE RECOLETA	585		25	68	
14	CALLE RECOLETA	559-A	E12M009555	25	47	
15	PLAZA SAN BLAS	S/N	1015002240	25	57	

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 26: Cuadro de fugas en cajas de registro - parte 2

Item	Dirección	N°	N° de medidor	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Aforo (lt/seg)
1	CALLE TANDAPATA	354	10602537	50	74	
2	PUMACURCO, ESCUELA DE BELLAS ARTES	491	10102610	25	37	
3	PASAJE KURKURPATA	123	10101461	25	48	
4	PASAJE KURKURPATA	122	3100100349	25	58	
5	PLAZA SAN CRISTOBAL (IGLESIA)	S/N	10805566	25	45	
6	CA. ATOQSAYCUCHY	647-A	10805907	75	57	
7	CALLE SAPHY	456	1015005895	80	39	
8	CALLE SUECIA	565	1015016210	25	57	
9	CALLE SUECIA	480	10800170	75	65	
10	CALLE SUECIA	368-F	DIRECTO	50	95	
11	PLAZA NAZARENAS	183	101302972	75	48	
12	CA. CHIHUAMPATA	623	101314662	25	85	
13	CENTRO HISTORICO CA. ALMIRANTE	256	10500620	25	80	
14	CA. CHIHUAMPATA	587	101316107	25	55	
15	CA. CHOQUECHACA	492	10801431	25	50	
16	CA. CORDOVA DE TUCUMAN	340		50	78	

### 3.5.3.5.2 Determinación de fugas en redes, acometidas y abrazaderas con el equipo

#### “Radio registrador y correlador zonescan 820”

Se empleó el Radio Registrador y Correlador ZONESCAN 820 para localizar las fugas en la red de distribución de la zona III

#### a) Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Radio Registrador y Correlador ZONESCAN 820
- ❖ Tablet
- ❖ Odómetro
- ❖ Geófono acústico

#### b) Procedimiento

- La búsqueda de fugas se ejecutó en la zona III, se preparó los sensores a utilizar en campo (LOGGERS)

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





Figura N° 51: Preparación de registradores (LOGGERS)

- Se creó una base de datos nueva, con el nombre de proyecto en la Tablet para programar el registrador y sincronice todos los registradores utilizados vía conexión Bluetooth

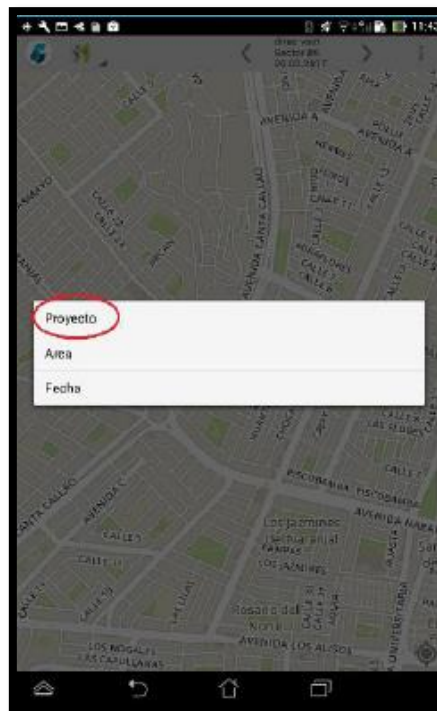


Figura N° 52: Creación de nuevo proyecto

- Luego de crear la base de datos para la búsqueda de fugas se hizo la programación inicial de los loggers, indicando la hora de inicio y final de búsqueda.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

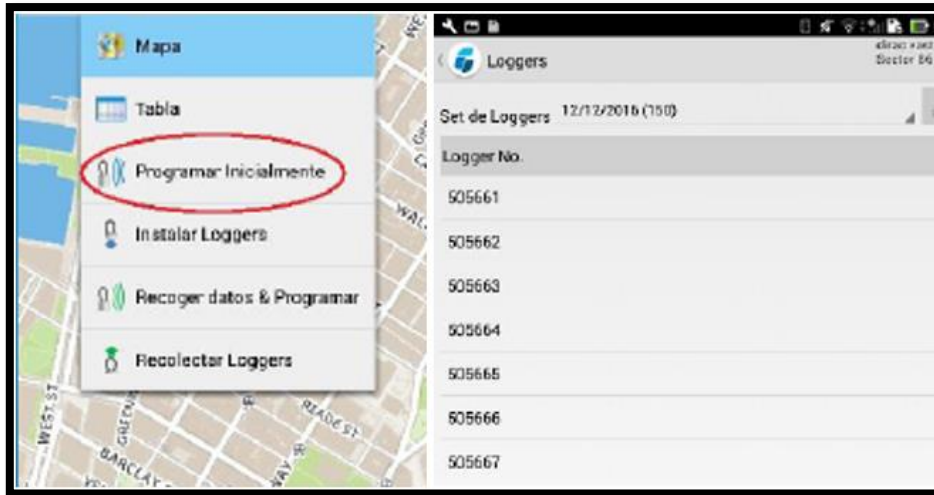


Figura N° 53: Programación inicial e incorporación de loggers

- Una vez hecha la programación inicial, se continuó a instalación física de los Loggers en las partes metálicas de la red para que tenga una mejor conexión, se instaló en las cajas de registro de los usuarios, válvulas y grifos.



Figura N° 54: Instalación de loggers en las cajas de registro





Figura N° 55: Instalación de loggers en los grifos



Figura N° 56: Instalación de loggers en la válvula

- Ya hecha la instalación física se procede a la instalación digital de los loggers, esta actividad se realizó con el uso de la aplicación “Zone scan Smart” en la Tablet para geo referenciar la ubicación de los loggers dentro del mapa del software.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Figura N° 57: Geo referenciación de los loggers en Zones scan Smart (Tablet)

- Posterior a la instalación física y digital se procedió a patrullar durante 15 minutos, de esta manera se recolecto los datos de las posibles fugas en redes, acometidas y abrazaderas en la red de distribución.



Figura N° 58: Recolección de datos en Zones scan Smart

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

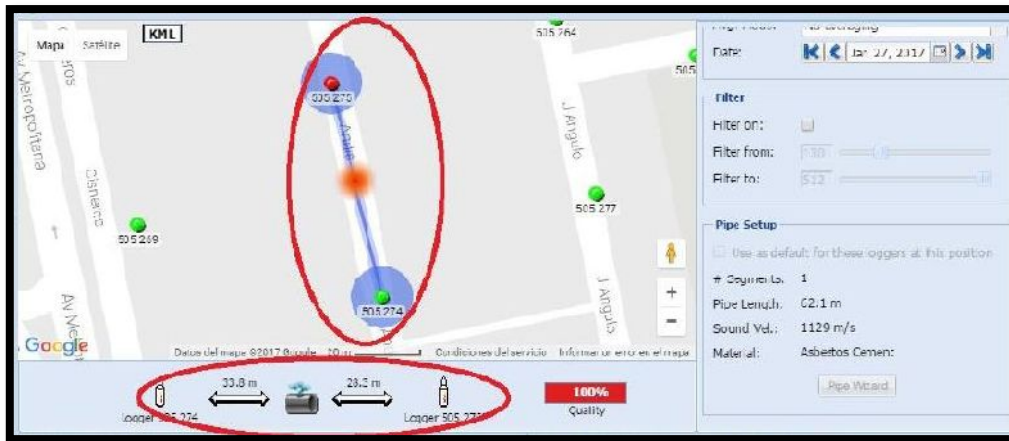


Figura N° 59: Resultado de la fuga en Zone scan Smart

- Al acabar el proceso de patrullaje se recogió los registradores (Loggers), luego se verificó los resultados de las posibles fugas para esto se calculó la distancia con el odómetro de la posible fuga al logger más cercano, para puntualizar con el geófono la sospecha de fuga y exponerla.



Figura N° 60: Cálculo de la distancia del tramo de sospecha de fuga

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





Figura N° 61: Exposición de fuga en abrazadera



Figura N° 62: Exposición de fuga en acometida

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

c) Toma de datos

Tabla N° 27: Cuadro de fuga en Redes





	TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"						
	Prueba: Fugas en Redes Ubicación: Cusco Zona: III Fecha de prueba: 14/11/2018; 15/11/2018; 16/11/18; 17/11/2018 Equipo(s) utilizado: ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador - Geófono acústico Encargado: Bryan Rommel Cahuana Enriquez						
DATOS DE PRUEBA							
Item	Dirección	N°	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Clase de Fuga	
1	RECOLETA PANTAC CALLE	338	4000	4			
2	CALLE CHOQUECHAKA	320	1000	1			
3	URB. SAPHANTIANA	254	4000	5			

Tabla N° 28: Cuadro de fugas en Acometidas y Abrazaderas

	TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"						
	Prueba: Fugas en Acometidas y Abrazaderas Ubicación: Cusco Zona: III Fecha de prueba: 14/11/2018; 15/11/2018; 16/11/18; 17/11/2018 Equipo(s) utilizado: ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador - Geófono acústico Encargado: Bryan Rommel Cahuana Enriquez						
DATOS DE PRUEBA							
Item	Dirección	N°	N° Medidor / N° Inscipción	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Clase de Fuga
1	CENTRO HISTORICO CUESTA SAN BLAS	576	101314196	4000	6		
2	CALLE PANTACCALLE	188	101300116	4000	11		
3	URB. SAN BLAS CA. CARMEN ALTO	281	1185377	1000	5		
4	CENTRO HISTORICO CHOQUECHACA	384	1179039	400	6		
5	CALLE PANTACCALLE	188	310003047	1000	16		

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 3.5.4 Búsqueda de datos de ANC de pérdidas comerciales

Se analizó las pérdidas comerciales de acuerdo a la información proporcionada por la EPS Sedacusco S.A.

#### 3.5.4.1 Micromedición

a) Equipos utilizados en la prueba



- ❖ Medidores patrón
- ❖ Medidores testigo

b) Procedimiento

- Para la evaluación con medidores con testigo, se realiza en conexiones que no contaban con medidor, a través de la instalación de medidores nuevos.
  - Ya instalado los medidores testigo se ejecutó la lectura durante un mes para así saber el comportamiento del medidor testigo instalado.
  - De igual manera para la evaluación con medidores patrón, se realiza la notificación a cada uno de los usuarios a realizar la prueba e instalación a las conexiones con medidor para determinar la pérdida de volumen medido con unidades de antigüedad superior a los 5 años.
- c) Toma de datos
- La información fue proporcionada por la EPS Sedacusco S.A.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 29: Cuadro de datos de Micromedición

		<p>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</p>								
Prueba:		Prueba de Micromedición								
Ubicación:		Cusco								
Zona:		III								
Fecha de prueba:		2018								
Equipo(s) utilizado:		Medidores testigo y patron								
DATOS DE PRUEBA										
Categoría tarifaria	Item	Características del medidor			Evaluación	Datos Comerciales		Error promedio (%)	Datos proyectados	
		Tipo	Marca	Antigüedad		Universo	Volumen Facturado (m3)		Consumo promedio (m3)	Volumen Facturado Corregido (m3)
V A R I O S	1	CM	ABB	10	21	314,00	14,952	-6,17%	333,374	15,875
	2	CM	BADGER	26	4	277,00	69,250	0,00%	277,000	69,250
	3	CM	DH INCA	12	11	200,00	18,182	-12,97%	225,940	20,540
	4	CM	DH	11	352	5785,00	16,435	-5,68%	6113,588	17,368
	5	CM	DH	10	191	7676,00	40,188	-5,68%	8111,997	42,471
	6	CM	DH	9	14	176,00	12,571	-5,68%	185,997	13,285
	7	CM	DH	8	6	64,00	10,667	-12,97%	72,301	12,050
	8	CM	DH	7	20	1310,00	65,500	-5,68%	1384,408	69,220
	9	CM	DH	6	45	917,00	20,378	-5,68%	969,086	21,535
	10	CM	DH	5	103	2249,00	21,835	-5,68%	2376,743	23,075
	11	CM	DH	4	48	2814,00	58,625	-5,68%	2973,835	61,955
	12	CM	DH	3	324	8435,00	26,034	-5,68%	8914,108	27,513
	13	CM	INCA 84	27	1	1,00	1,000	0,00%	1,000	1,000
	14	CM	INCA 94	17	5	184,00	36,800	-25,04%	230,074	46,015
	15	CM	INCA 95	16	2	17,00	8,500	-13,38%	19,275	9,637
	16	CM	INCA SPX	13	6	73,00	12,167	-33,03%	97,112	16,185
	17	CM	MINI INCA	21	3	78,00	26,000	-25,77%	98,101	32,700
	18	CM	SCHL	15	7	325,00	46,429	-21,74%	395,655	56,522
	19	CM	SMAIPO	15	4	37,00	9,250	-22,51%	45,329	11,332
	20	CM	SPEED	18	3	18,00	6,000	-24,65%	22,437	7,479
	21	CM	LAO	13	1	3418,00	3418,000	0,00%	3418,000	3418,000
	22	CM	DIRECTO		25	362,00	14,480	-15,23%	417,133	16,685

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





### 3.5.4.2 Hurto y clandestinaje

#### a) Equipos utilizados en la prueba

- ❖ Padrón de usuarios

#### b) Procedimiento

- Se identificó el total de usuarios en la zona, actividad en campo que consistió en la validación del total de conexiones que figuran en el padrón catastral de usuarios
- Luego se realizó la caracterización tarifaria en la zona de estudio para la correspondiente evaluación del tipo de uso de servicio, verificando un total de 1216 conexiones registradas
- Luego se identificó por lote la existencia de conexiones de agua y/o desagüe y se verificó que estas existencias estén consideradas en el padrón catastral de usuarios de la EPS Sedacusco S.A. consignadas en el padrón

#### c) Toma de datos

- Los datos de las Pérdidas de Hurto y Clandestinaje fueron proporcionados por la EPS Sedacusco S.A. Al verificar los datos proporcionados se encontraron 10 conexiones que no estaban consideradas dentro del padrón catastral, con un caudal de pérdida estimado en total de 0.264 lt/s.

## 3.6 Procedimientos de Análisis de datos

### 3.6.1 Procesamiento de la medición del caudal de ingreso a la zona III

#### a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Se realizó a determinar el caudal de ingreso a la Zona III que tiene un solo ingreso de abastecimiento de agua, situado en la cámara de Amargura, en dicha zona se tiene una continuidad de 21:00 horas de servicio de agua potable.
- El análisis del caudal en la tubería de ingreso Amargura a la Zona III se efectuó en intervalos de 10 minutos.
- El caudal de inyección mensual a la Zona III se definió de acuerdo a la fórmula de caudal promedio.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



$$Q_{prom} = \left( \frac{\sum_{i=0}^{i=Hf} Q_{dia}}{N^{\circ} \text{ dias}} \right)$$

Donde:

Q promedio: caudal medio expresado en (l/s).

Q día: caudal diario expresado en (l/s).

N° días: número o cantidad de días = 7 días

$$Q_{prom} = (25.103 + 24.961 + 24.869 + 25.146 + 25.10 + 24.71 + 25.289)/7$$

$$Q_{prom} = 25.026 \text{ lt/s}$$

- El volumen de inyección mensual a la Zona III se definió de acuerdo a la fórmula de caudal.

$$V = Q * T$$

Donde:

V.- volumen de ingreso mensual (m<sup>3</sup>).

Q.- caudal promedio de ingreso en (m<sup>3</sup>/s) = 0.025026 m<sup>3</sup>/s

t.- tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes.

$$V = Q * T = 0.025026 * (3600 * 21 * 30)$$

$$V = 56758.968 \frac{m^3}{mes}$$

b) Diagramas o tablas

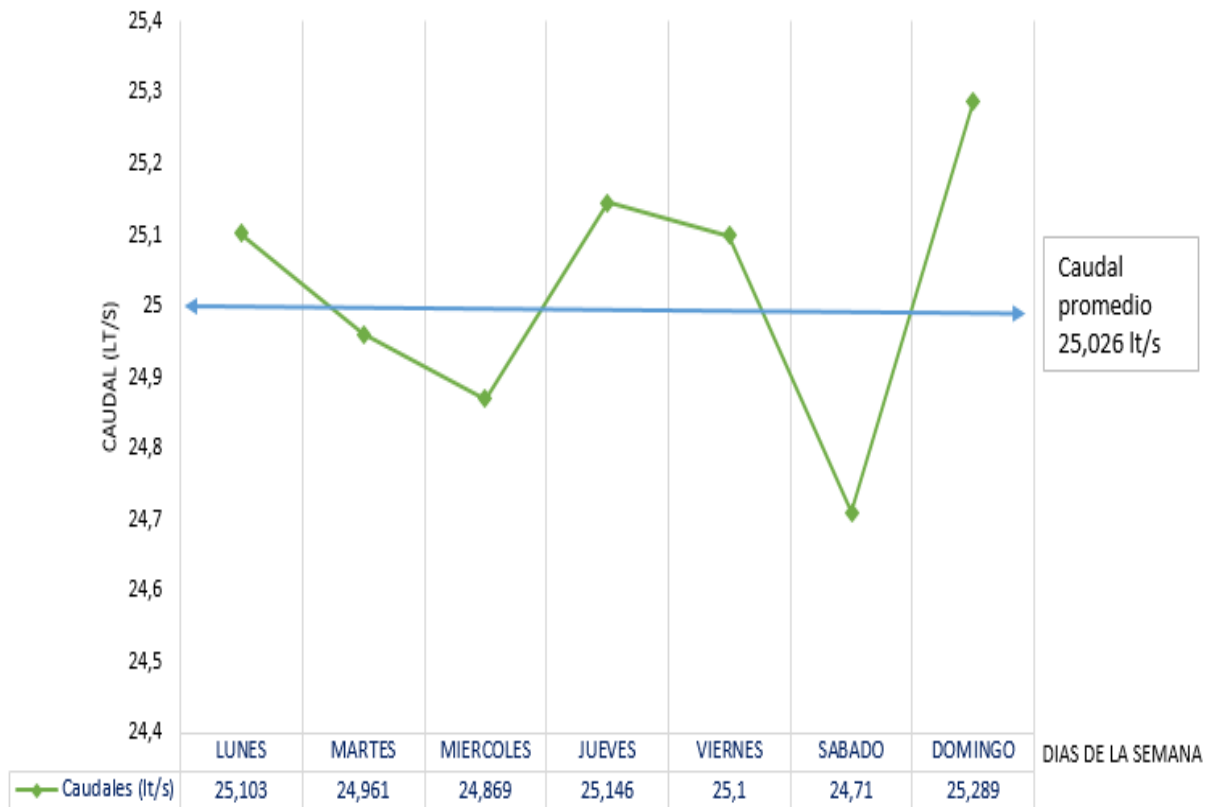


Figura N° 63: Diagrama de variaciones de caudales por día

c) Análisis de la prueba

- Se puede percibir que el caudal promedio de ingreso a la Zona III Amargura es de 25.026 lt/s.
- Se posee un ingreso de volumen mensual de  $56758.968 \frac{m^3}{mes}$  al sistema de abastecimiento de agua potable de la Zona III.

**3.6.2 Procesamiento de la medición de presiones en la zona III**

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Realizamos el cálculo de cambio de unidad de presión en PSI a presión en M.C.A, con la siguiente equivalencia, para la mínima y máxima presión.

$$1 \text{ PSI} = 0.704 \text{ M. C. A.}$$

$$\text{Presión mínima} = 30 \text{ PSI} = 30 * (0.704) = 21.12 \text{ M. C. A}$$

$$\text{Presión máxima} = 70 \text{ PSI} = 70 * (0.704) = 49.28 \text{ M. C. A}$$

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 30: Proceso de cálculo de conversión y promedio de presiones

		<p>TESIS: "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A"</p>				
Prueba:	Medición de Presiones					
Ubicación:	Cusco					
Zona:	III					
Fecha de prueba:	10/12/2018					
Equipo(s) utilizado:	Manómetro					
Encargado:	Bryan Rommel Cahuana Enriquez					
DATOS DE PRUEBA						
N°	Ubicación de medición	Presión (PSI)	Presión (M.C.A)	Hora		
1	CL. HUAYNAPATA	45	31,68	11:00 AM		
2	CL. ATAUD	60	42,24	10:45 AM		
3	CL. PURGATORIO	45	31,68	11:15 AM		
4	COL. MARIA AUXILADORA	50	35,2	11:30 AM		
5	CL. CUESTA DEL ALMIRANTE	50	35,2	10:30 AM		
6	CL. PALACIO	30	21,12	11:45 AM		
7	CL. RESBALOSA	50	35,2	10:05 AM		
8	CL. CUESTA SAN CRISTOBAL	50	35,2	10:20 AM		
9	TEMPLO SAN CRISTOBAL	60	42,24	9:45 AM		
10	CL. PUMACURCO	60	42,24	10:30 AM		
11	PSJE. TANDAPATA	70	49,28	8:40 AM		
12	CL. CUESTA DE SAN BLAS	70	49,28	9:20 AM		
13	CL. CARMEN ALTO	70	49,28	9:15 AM		
14	CL. 7 ANGELITOS	70	49,28	9:10 AM		
15	CL. SAPHI	50	35,2	9:20 AM		
16	CL. KORICALLE	45	31,68	8:50 AM		
17	CL. TECSECOCHA	30	21,12	9:00 AM		
18	PORTAL DE CARNES	65	45,76	8:45 AM		
19	PORTAL DE PANES	50	35,2	8:40 AM		
20	CL. AMARGURA	50	35,2	9:25 AM		
21	CL. TRIUNFO	40	28,16	8:35 AM		
22	CL. HERRAJES	45	31,68	8:30 AM		
23	PSJE. WARANKALLKI	40	28,16	8:25 AM		
24	CL. ALABADO	45	31,68	8:10 AM		
25	CL. RECOLETA	45	31,68	7:45 AM		
26	PSJE. PANTAQCALLE	40	28,16	7:25 AM		
27	CL. CAJOMPATA	40	28,16	8:00 AM		
Promedio		50,556	35,591			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

## b) Diagramas o tablas

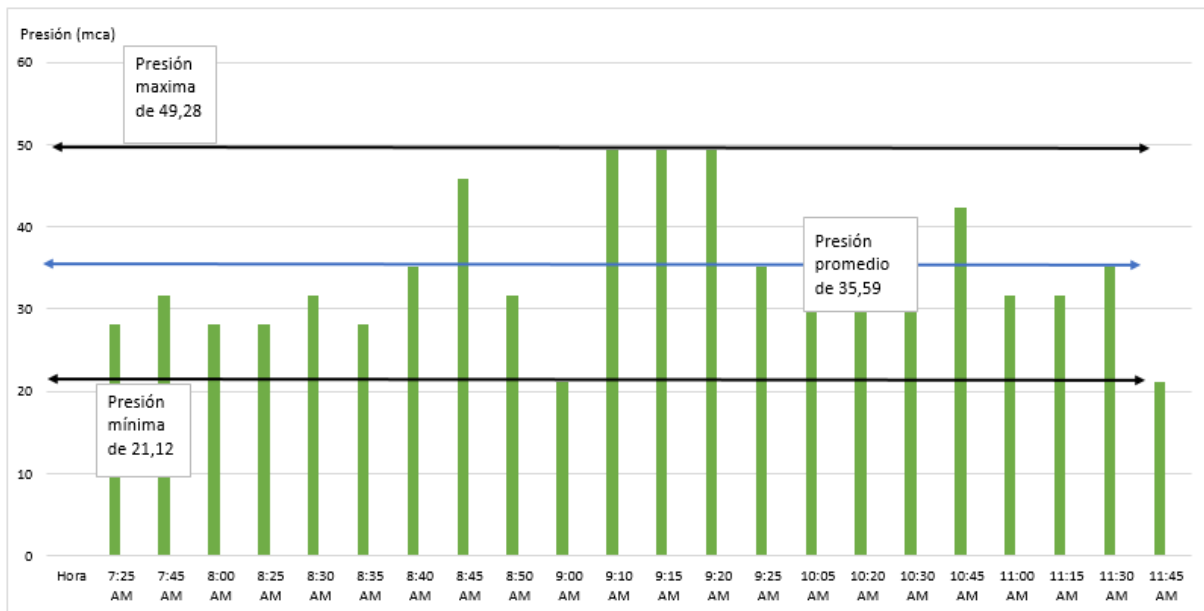


Figura N° 64: Diagrama de presión máxima-mínima-promedio de la Zona III de abastecimiento del Cusco.

## c) Análisis de la prueba

- Se tomó 27 mediciones de presión en la zona con el manómetro.
- Se determinó el promedio de presión que es igual a 35.59 M.C.A.
- Se verificó que la presión en las conexiones domiciliarias se encuentra dentro de la norma establecida de “Redes de distribución de agua para el consumo humano (OS.050), dicho de otra manera, la presión se encuentra en un límite de 10 M.C.A como mínimo y de un 50 M.C.A. como máximo.

### 3.6.3 Procesamiento de datos de ANC de pérdidas operativas

Para desarrollo en pérdidas operativas se toma en consideración a examinar las pruebas de Fugas Visibles y No Visibles (Fugas en cajas de registro de los usuarios, en redes, acometidas y abrazaderas)

#### 3.6.3.1 Procesamiento de datos de la prueba fugas visibles

## a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- En dicha prueba al verificar las fugas visibles, solo se detectó una sola fuga para lo cual se tuvo que estimar el caudal de pérdida por condiciones del terreno.
- Se estimó el caudal de pérdida tomando el valor de 0.15 lt/s, el cual nos permite clasificarla de acuerdo a (Medina, 2009) en una Fuga Reportada.

- Para hallar el volumen de pérdida de agua, se aplicó la fórmula de caudal:  
Volumen sobre tiempo.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = volumen de ingreso mensual (m<sup>3</sup>)

Q = caudal promedio de ingreso (m<sup>3</sup>/s) = 0.00015 m<sup>3</sup>/s

t = tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes

$$V = Q * t = 0.00015 * (3600 * 21 * 30)$$

$$V = 340.2 \text{ m}^3/\text{mes}$$

- b) Diagramas o tablas

Tabla N° 31: Clasificación de la fuga visible detectada

Clase de Fuga	Q (l/h)	Q (l/s)	Fuga visible
Fuga de fondo	< 10 l/h	< 0.003 l/s	
Fuga no reportada	10 l/h – 500 l/h	0.003 l/s – 0.14 l/s	
Fuga reportada	500 l/h – 50000 l/h	0.14 l/s – 14 l/s	0,15

- c) Análisis de la prueba

- Se detectó solo una fuga visible.
- De acuerdo a la clasificación que realiza el autor Glenda Marianela medina, la fuga visible encontrada está dentro del rango de Fuga Reportada.
- Se determinó un volumen de pérdida dando como resultado un total de **340.2 m<sup>3</sup>/mes.**

### 3.6.3.2 Procesamiento de pruebas de Fugas no visibles

#### 3.6.3.2.1 Procesamiento de datos de fugas en cajas de registro

- a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- En dicha prueba al verificar las fugas en las cajas de registro se detectó un total de 31 conexiones.
- Para calcular el caudal perdido en cada una de las fugas en caja detectadas se aplicó la fórmula de caudal expresado en: volumen sobre tiempo.





$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 50ml

t = tiempo (seg) = 74 seg

$$Q = V/t$$

$$Q = \frac{50}{74} = 0.0007 \text{ lt/s}$$

- Se determinó el caudal de pérdida en la caja de registro con N° de medidor 10602537, resultado 0.0007 lt/s.
- De la misma manera se realizó para el resto de fugas, obteniendo un caudal total de pérdida en cajas de registro de 0.0238 lt/s
- Para hallar el volumen de pérdida de agua potable, se aplicó la fórmula de caudal expresado en: Volumen sobre tiempo.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = volumen de ingreso mensual (m<sup>3</sup>)

Q = caudal total de pérdida (m<sup>3</sup>/s) = 0.0000238 m<sup>3</sup>/s

t = tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes

$$V = 0.0000238 * (3600 * 21 * 30) = 53.978 \text{ m}^3/\text{mes}$$

b) Diagramas o tablas

Se obtiene los siguientes resultados al analizar la prueba de fuga en caja de registro

Tabla N° 32: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en cajas de registro de la Zona III

Item	Dirección	N°	N° de medidor	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Volumen de pérdida (m3/mes)
1	SAN BLAS CARMEN ALTO	281	10100815	50	120	0,0004	0,9450
2	CA. CHIHUAMPATA	629	1015005898	50	47	0,0011	2,4128
3	CALLE PANTACCALLE	578	1015003438	50	32	0,0016	3,5438
4	CA. CHOQUECHACA	350		50	37	0,0014	3,0649
5	CALLE TULLUMAYU	339	101313133	50	78	0,0006	1,4538
6	CALLE CHIHUAMPATA	561	1015004113	50	72	0,0007	1,5750
7	CALLE CARMEN BAJO	119	1015006972	50	52	0,0010	2,1808
8	CALLE ARCO IRIS	225		75	81	0,0009	2,1000
9	CALLE PUMACURCO	516	101313165	50	47	0,0011	2,4128
10	CUESTA AMARGURA	132	10609669	50	60	0,0008	1,8900
11	CALLE TRIUNFO	354	101302572	25	65	0,0004	0,8723
12	RECOLETA CA. PANTACCALLE	576	310601259	25	58	0,0004	0,9776
13	CALLE RECOLETA	585		25	68	0,0004	0,8338
14	CALLE RECOLETA	559-A	E12M009555	25	47	0,0005	1,2064
15	PLAZA SAN BLAS	S/N	1015002240	25	57	0,0004	0,9947
16	CALLE TANDAPATA	354	10602537	50	74	0,0007	1,5324
17	PUMACURCO, ESCUELA DE BELLAS ARTES	491	10102610	25	37	0,0007	1,5324
18	PASAJE KURKURPATA	123	10101461	25	48	0,0005	1,1813
19	PASAJE KURKURPATA	122	3100100349	25	58	0,0004	0,9776
20	PLAZA SAN CRISTOBAL (IGLESIA)	S/N	10805566	25	45	0,0006	1,2600
21	CA. ATOQSAYCUCHY	647-A	10805907	75	57	0,0013	2,9842
22	CALLE SAPHY	456	1015005895	80	39	0,0021	4,6523
23	CALLE SUECIA	565	1015016210	25	57	0,0004	0,9947
24	CALLE SUECIA	480	10800170	75	65	0,0012	2,6169
25	CALLE SUECIA	368-F	DIRECTO	50	95	0,0005	1,1937
26	PLAZA NAZARENAS	183	101302972	75	48	0,0016	3,5438
27	CA. CHIHUAMPATA	623	101314662	25	85	0,0003	0,6671
28	CENTRO HISTORICO CA. ALMIRANTE	256	10500620	25	80	0,0003	0,7088
29	CA. CHIHUAMPATA	587	101316107	25	55	0,0005	1,0309
30	CA. CHOQUECHACA	492	10801431	25	50	0,0005	1,1340
31	CA. CORDOVA DE TUCUMAN	340		50	78	0,0006	1,4538
<b>Total =</b>						<b>0,0238</b>	<b>53,9780</b>

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

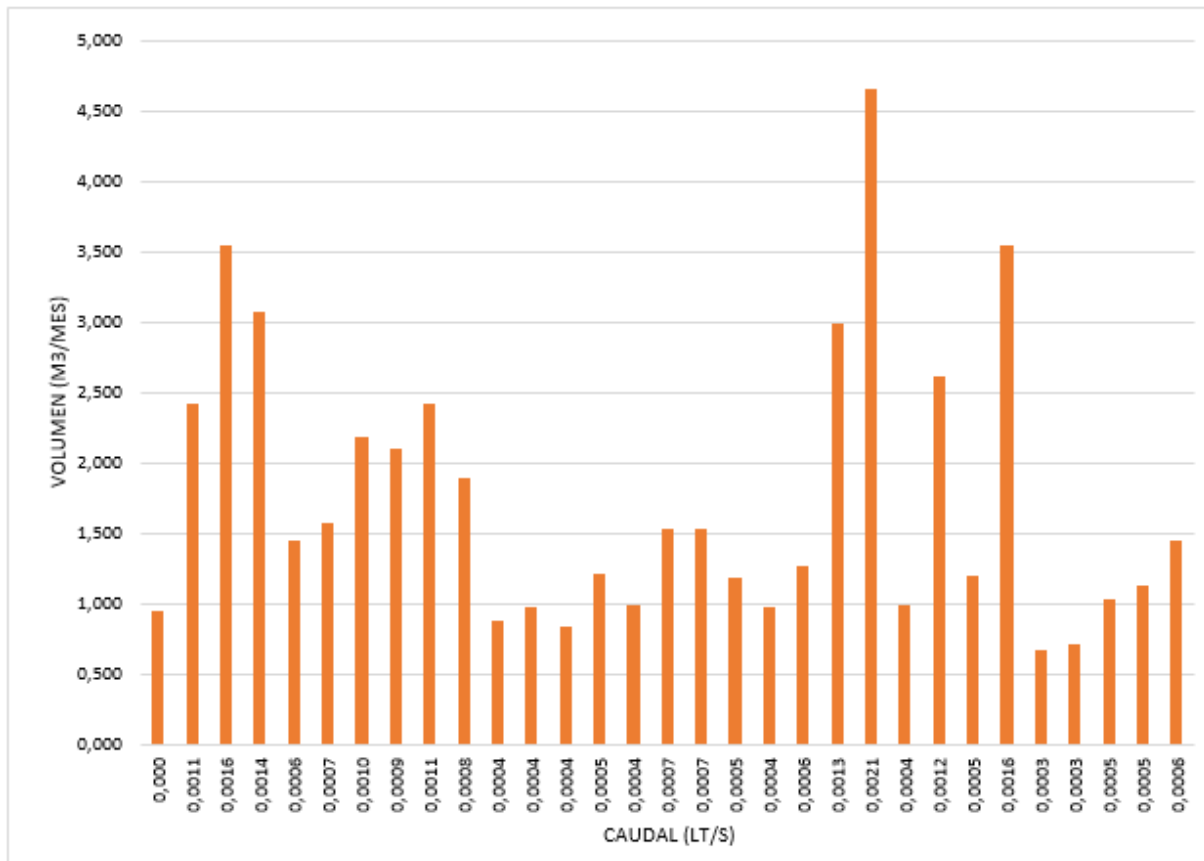


Figura N° 65: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en la cajas de registro

c) Análisis de la prueba

- Con un total de 31 conexiones detectadas de fugas en caja de registro.
- Se tiene un caudal total de perdida de fugas en caja de registro de 0.0238 lt/s
- Se analizó el volumen de pérdida mensual, resultando como un total de **53.978 m3/mes**

### 3.6.3.2.2 Procesamiento de datos de fugas en redes

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Al realizar la búsqueda de fugas con el equipo ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador, se registraron posibles fugas en las redes, para luego con el Geófono Acústico verificarlas y puntualizarlas para su respectivo aforamiento
- Posteriormente se ejecutó a la exposición de la fuga con apoyo del personal técnico, luego se continuó al aforamiento de la fuga en las redes.
- Para hallar el caudal de pérdida de agua en la red, se aplicó la fórmula de caudal: Volumen sobre tiempo.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Para la 1ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 4000 ml

t = tiempo (seg) = 4 seg

$$Q = V/t$$

$$Q1 = \frac{4000}{4} = 1 \text{ lt/s}$$

- Para la 2ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 1000 ml

t = tiempo (seg) = 1 seg

$$Q = V/t$$

$$Q2 = \frac{1000}{1} = 1 \text{ lt/s}$$

- Para la 3ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 4000 ml

t = tiempo (seg) = 5 seg

$$Q = V/t$$

$$Q3 = \frac{4000}{5} = 0.8 \text{ lt/s}$$

- Se determinó el caudal total de pérdida en las redes:

$$Q_{total} = Q1 + Q2 + Q3$$

$$Q_{total} = 1 \text{ lt/s} + 1 \text{ lt/s} + 0.8 \text{ lt/s} = 2.8 \text{ lt/s}$$

- Para hallar el volumen total de pérdida de agua en las redes, se aplicó la fórmula de caudal expresado en: Volumen sobre tiempo.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = volumen de ingreso mensual (m3)

Q = caudal total de pérdida (m3/s) = 0.0028 m3/s

t = tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes

$$V = 0.0028 * (3600 * 21 * 30) = 6350.4 \text{ m3/mes}$$

b) Diagramas o Tablas

Tabla N° 33: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en las redes de la Zona III

Ítem	Dirección	Nº	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Volumen de pérdida (m3/mes)	Clase de Fuga
1	RECOLETA PANTAC CALLE	338	4000	4	1,000	2268,000	Fuga reportada
2	CALLE CHOQUECHAKA	320	1000	1	1,000	2268,000	Fuga reportada
3	URB. SAPHANTIANA	254	4000	5	0,800	1814,400	Fuga reportada
Total =					2,800	6350,400	

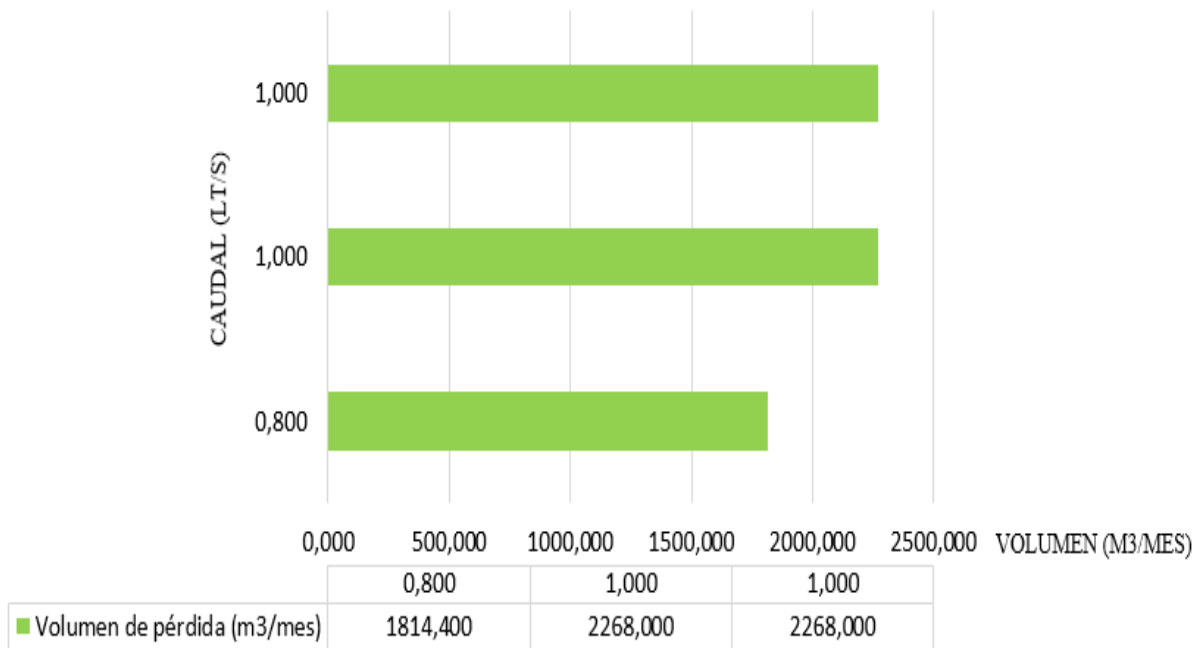


Figura N° 66: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en las redes

c) Análisis de la prueba

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Se encontró con el equipo ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador un total de tres fugas en las redes.
- De acuerdo a la clasificación que realiza el autor Glenda Marianela Medina (tabla N° 6), las tres fugas detectadas en la red están dentro del rango de Fuga Reportada.
- Con un total de 2.8 lt/s de caudal de pérdida en las redes de la zona III.
- Se analizó el volumen de pérdida mensual, resultando como un total de **6350.40 m<sup>3</sup>/mes.**

### 3.6.3.2.3 Procesamiento de datos de fugas en acometidas y abrazaderas

#### a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Al realizar la búsqueda de fugas con el equipo ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador se registraron posibles fugas en Acometidas y Abrazaderas, para luego con el Geófono Acústico verificarlas y puntualizarlas para su respectivo aforamiento.
- Posteriormente se ejecutó a la exposición de la fuga con apoyo del personal técnico, luego se continuó al aforamiento de la fuga en Acometidas y Abrazaderas.
- Para hallar el caudal de pérdida de agua en la acometidas y abrazaderas, se aplicó la fórmula de caudal: Volumen sobre tiempo.
- Para la 1ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 4000 ml

t = tiempo (seg) = 6 seg

$$Q = V/t$$

$$Q_1 = \frac{4000}{6} = 0.667 \text{ lt/s}$$

- Para la 2ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 4000 ml

t = tiempo (seg) = 11 seg

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





$$Q = V/t$$

$$Q2 = \frac{4000}{11} = 0.364 \text{ lt/s}$$

- Para la 3ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 1000 ml

t = tiempo (seg) = 5 seg

$$Q = V/t$$

$$Q3 = \frac{1000}{5} = 0.200 \text{ lt/s}$$

- Para la 4ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 400 ml

t = tiempo (seg) = 6 seg

$$Q = V/t$$

$$Q4 = \frac{400}{6} = 0.067 \text{ lt/s}$$

- Para la 5ª fuga se tiene los siguientes datos:

$$V = Q * t$$

Donde:

Q = caudal de aforo en (lt/s)

V = volumen de aforo en (ml) = 1000 ml

t = tiempo (seg) = 16 seg

$$Q5 = V/t$$

$$Q5 = \frac{1000}{16} = 0.063 \text{ lt/s}$$

- Se determinó el caudal total de pérdida en las acometidas y abrazaderas:

$$Q_{total} = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5$$

$$Q_{total} = 0.667 \frac{\text{lt}}{\text{s}} + 0.364 \frac{\text{lt}}{\text{s}} + 0.200 \frac{\text{lt}}{\text{s}} + 0.067 \frac{\text{lt}}{\text{s}} + 0.063 \frac{\text{lt}}{\text{s}} = 1.359 \text{ lt/s}$$

- Para hallar el volumen total de pérdida de agua en las acometidas y abrazaderas, se aplicó la fórmula de caudal expresado en: Volumen sobre tiempo.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = volumen de ingreso mensual (m<sup>3</sup>)

Q = caudal total de pérdida (m<sup>3</sup>/s) = 0.001359 m<sup>3</sup>/s

t = tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes

$$V = 0.001359 * (3600 * 21 * 30) = 3083.277 \text{ m}^3/\text{mes}$$

b) Diagrama o tablas

Tabla N° 34: Cuadro de pérdida de caudales y volúmenes en Acometidas y Abrazaderas de la Zona III

Item	Dirección	N°	N° Medidor / N° Inscripción	Aforo (ml)	Tiempo de aforo (seg)	Caudal (lt/seg)	Volumen de pérdida (m <sup>3</sup> /mes)	Clase de Fuga
1	CENTRO HISTORICO CUESTA SAN BLAS	576	101314196	4000	6	0,667	1512,000	Reportada
2	CALLE PANTACCALLE	188	101300116	4000	11	0,364	824,727	Reportada
3	URB. SAN BLAS CA. CARMEN ALTO	281	1185377	1000	5	0,200	453,600	Reportada
4	CENTRO HISTORICO CHOQUECHACA	384	1179039	400	6	0,067	151,200	No reportada
5	CALLE PANTACCALLE	188	310003047	1000	16	0,063	141,750	No reportada
Total =						1,359	3083,277	

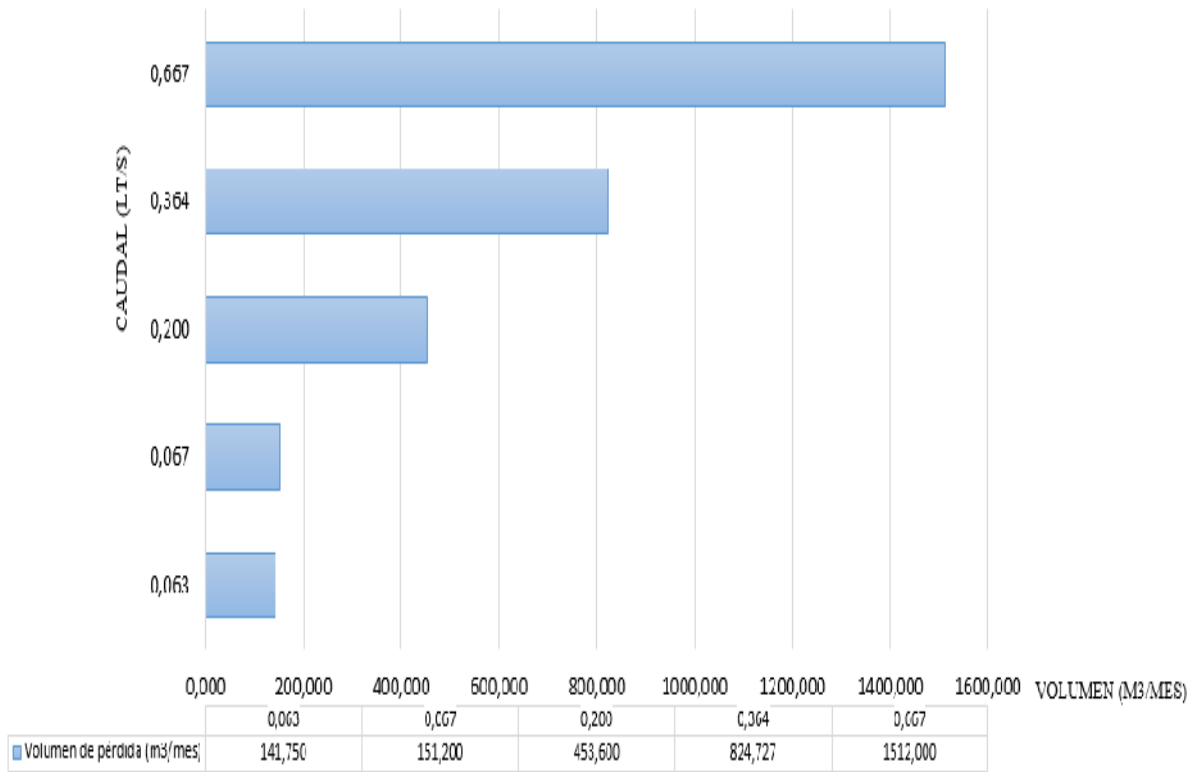


Figura N° 67: Diagrama de volumen de agua pérdida según al caudal fugado en las Acometidas y Abrazaderas

c) Análisis de la prueba

- Se encontró con el equipo ZONESCAN 820 Radio Registrador y Correlador un total de cinco fugas entre Acometidas y Abrazaderas.
- De acuerdo a la clasificación que realiza el autor Glenda Marianela Medina (tabla N° 6), las fugas detectadas en Acometidas y Abrazaderas, 3 están dentro del rango de Fuga Reportada y 2 están dentro del rango de fuga No Reportada.
- Con un total de 1.359 lt/s de caudal de pérdida en las redes de la zona III.
- Se analizó el volumen de perdida mensual, resultando como un total de **3083.277 m3/mes.**

**3.6.4 Procesamiento de datos de ANC de pérdidas comerciales**

Los datos de Pérdidas Comerciales fueron procesados de acuerdo a la información proporcionada por la EPS Sedacusco S.A.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



### 3.6.4.1 Procesamiento de datos de la micromedición

#### a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Se determinó el volumen de pérdida mensual de la manera siguiente:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

- Para la 1ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 314.00 m3

error = error del medidor (%) = 6.17%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (314.00 * 6.17\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (19.37 \text{ m3})$$

- Para la 2ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 277.00 m3

error = error del medidor (%) = 0.00%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (277.00 * 0.00\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (0.00 \text{ m3})$$

- Para la 3ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 200.00 m3

error = error del medidor (%) = 12.97%

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



$$\text{Vol. pérdida mensual} = (200.00 * 12.97\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (25.94 \text{ m}^3)$$

- Para la 4ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 5785.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (5785.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (328.58 \text{ m}^3)$$

- Para la 5ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 7676.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (7676.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (435.99 \text{ m}^3)$$

- Para la 6ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 176.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%



$$\text{Vol. pérdida mensual} = (176.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (9.99 \text{ m}^3)$$

- Para la 7ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 64.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 12.97%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (64.00 * 12.97\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (8.30 \text{ m}^3)$$

- Para la 8ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 1310.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (1310.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (74.4 \text{ m}^3)$$

- Para la 9ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 917.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (917.00 * 5.68\%)$$

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





$$\text{Vol. pérdida mensual} = (52.08 \text{ m}^3)$$

- Para la 10ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 2249.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (2249.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (127.74 \text{ m}^3)$$

- Para la 11ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 2814.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (2814.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (159.83 \text{ m}^3)$$

- Para la 12ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 8435.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 5.68%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (8435.00 * 5.68\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (479.10 \text{ m}^3)$$

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Para la 13ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 1.00 m3

error = error del medidor (%) = 0.00%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (1.00 * 0.00\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (0.00 \text{ m3})$$

- Para la 14ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 184.00 m3

error = error del medidor (%) = 25.04%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (184.00 * 25.04\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (46.07 \text{ m3})$$

- Para la 15ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 17.00 m3

error = error del medidor (%) = 13.38%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (17.00 * 13.38\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (2.27 \text{ m3})$$



- Para la 16ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 73.00 m3

error = error del medidor (%) = 33.03%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (73.00 * 33.03\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (24.11 \text{ m3})$$

- Para la 17ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 78.00 m3

error = error del medidor (%) = 25.77%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (78.00 * 25.77\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (20.10 \text{ m3})$$

- Para la 18ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 325.00 m3

error = error del medidor (%) = 21.74%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (325.00 * 21.74\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (70.65 \text{ m3})$$



- Para la 19ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 37.00 m3

error = error del medidor (%) = 22.51%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (37.00 * 22.51\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (8.32 \text{ m}^3)$$

- Para la 20ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 18.00 m3

error = error del medidor (%) = 24.65%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (18.00 * 24.65\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (4.43 \text{ m}^3)$$

- Para la 21ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m3)

Vol. existente = volumen existente (m3) = 3418.00 m3

error = error del medidor (%) = 0.00%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (3418.00 * 0.00\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (0.00 \text{ m}^3)$$



- Para la 22ª lectura se tiene los siguientes datos:

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (\text{Vol. existente} * \text{error})$$

Donde:

Vol. pérdida mensual = volumen de pérdida mensual (m<sup>3</sup>)

Vol. existente = volumen existente (m<sup>3</sup>) = 362.00 m<sup>3</sup>

error = error del medidor (%) = 15.23%

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (362.00 * 15.23\%)$$

$$\text{Vol. pérdida mensual} = (55.13 \text{ m}^3)$$

- Realizando la sumatoria de las 22 lecturas se obtuvo un volumen total de pérdida mensual de **1952.49 m<sup>3</sup>/mes.**

b) Diagrama o tablas

Tabla N° 35: Procesamiento del volumen de pérdida de la Micromedición

Categoría tarifaria	Item	Características del medidor			Evaluación	Datos Comerciales		Error promedio (%)	Datos proyectados		Volumen de pérdida mensual (m3)
		Tipo	Marca	Antigüedad		Universo	Volumen Facturado (m3)		Consumo promedio (m3)	Volumen Facturado Corregido (m3)	
V A R I O S	1	CM	ABB	10	21	314,00	14,952	-6,17%	333,374	15,875	19,3738
	2	CM	BADGER	26	4	277,00	69,250	0,00%	277,000	69,250	0
	3	CM	DH INCA	12	11	200,00	18,182	-12,97%	225,940	20,540	25,94
	4	CM	DH	11	352	5785,00	16,435	-5,68%	6113,588	17,368	328,588
	5	CM	DH	10	191	7676,00	40,188	-5,68%	8111,997	42,471	435,9968
	6	CM	DH	9	14	176,00	12,571	-5,68%	185,997	13,285	9,9968
	7	CM	DH	8	6	64,00	10,667	-12,97%	72,301	12,050	8,3008
	8	CM	DH	7	20	1310,00	65,500	-5,68%	1384,408	69,220	74,408
	9	CM	DH	6	45	917,00	20,378	-5,68%	969,086	21,535	52,0856
	10	CM	DH	5	103	2249,00	21,835	-5,68%	2376,743	23,075	127,7432
	11	CM	DH	4	48	2814,00	58,625	-5,68%	2973,835	61,955	159,8352
	12	CM	DH	3	324	8435,00	26,034	-5,68%	8914,108	27,513	479,108
	13	CM	INCA 84	27	1	1,00	1,000	0,00%	1,000	1,000	0
	14	CM	INCA 94	17	5	184,00	36,800	-25,04%	230,074	46,015	46,0736
	15	CM	INCA 95	16	2	17,00	8,500	-13,38%	19,275	9,637	2,2746
	16	CM	INCA SPX	13	6	73,00	12,167	-33,03%	97,112	16,185	24,1119
	17	CM	MINI INCA	21	3	78,00	26,000	-25,77%	98,101	32,700	20,1006
	18	CM	SCHL	15	7	325,00	46,429	-21,74%	395,655	56,522	70,655
	19	CM	SMAIPO	15	4	37,00	9,250	-22,51%	45,329	11,332	8,3287
	20	CM	SPEED	18	3	18,00	6,000	-24,65%	22,437	7,479	4,437
	21	CM	LAO	13	1	3418,00	3418,000	0,00%	3418,000	3418,000	0
	22	CM	DIRECTO		25	362,00	14,480	-15,23%	417,133	16,685	55,1326
<b>Total de Volumen de pérdida mensual =</b>											<b>1952,4902</b>

c) Análisis de la prueba

- Se determinó el volumen de pérdida mensual resultando un total de **1952.49 m3/mes.**
- Se tiene una pérdida mensual en conexión directa de 55.13 m3/mes

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





### 3.6.4.2 Procesamiento de datos de hurto y clandestinaje

#### a) Procesamiento o cálculos de la prueba

- Para el procesamiento de pérdidas en hurto y clandestinaje el caudal de pérdida total fue proporcionado por la EPS Sedacusco S.A. El cual tiene un valor de 0.264 lt/s.
- Para hallar el volumen total de pérdidas en hurto y clandestinaje, se aplicó la fórmula de caudal expresado en: Volumen sobre tiempo.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = volumen de ingreso mensual (m<sup>3</sup>)

Q = caudal total de pérdida (m<sup>3</sup>/s) = 0.000264 m<sup>3</sup>/s

t = tiempo (meses) = 3600 s, 21 horas, 1 mes

$$V = 0.000264 * (3600 * 21 * 30) = 598.75 \text{ m}^3/\text{mes}$$

#### b) Análisis de la prueba

- Se determinó el volumen de pérdidas en hurto y clandestinaje mensual resultando un total de **598.75 m<sup>3</sup>/mes**

## Capítulo IV

### 4 Resultados

#### 4.1 Resultado de la medición del caudal de ingreso a la zona III

- Se determinó el caudal de ingreso a la Zona III, resultando un caudal promedio de 25.026 lt/s
- Se determinó el volumen de ingreso a la Zona III, resultando un volumen mensual de 56758.968 m<sup>3</sup>.

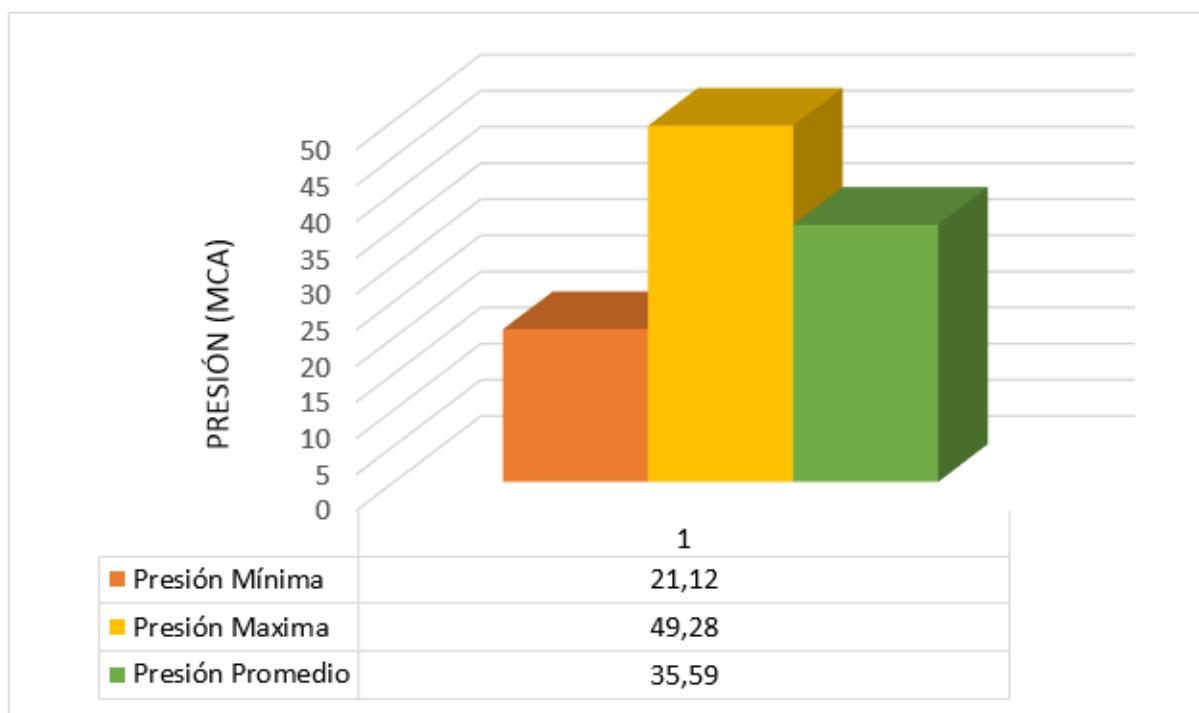
Tabla N° 36: Resultado del caudal de ingreso y volumen mensual a la Zona III

Zona III	
Caudal de ingreso promedio (lt/s)	25,026
Volumen de ingreso mensual (m <sup>3</sup> )	56758,968

#### 4.2 Resultado de la medición de presiones en la zona III

- En la figura N° 68 se observa la presión mínima, máxima y promedio de la Zona III.
- Se verifica que cumple con la norma establecida de “Redes de distribución de agua para el consumo humano (OS.050)”, dicho de otra manera, la presión se encuentra en un límite de 10 M.C.A como mínimo y de un 50 M.C.A. como máximo.

Figura N° 68: Resultado de presiones: Mínima - Máxima - Promedio



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

### 4.3 Resultados de ANC de pérdidas operativas

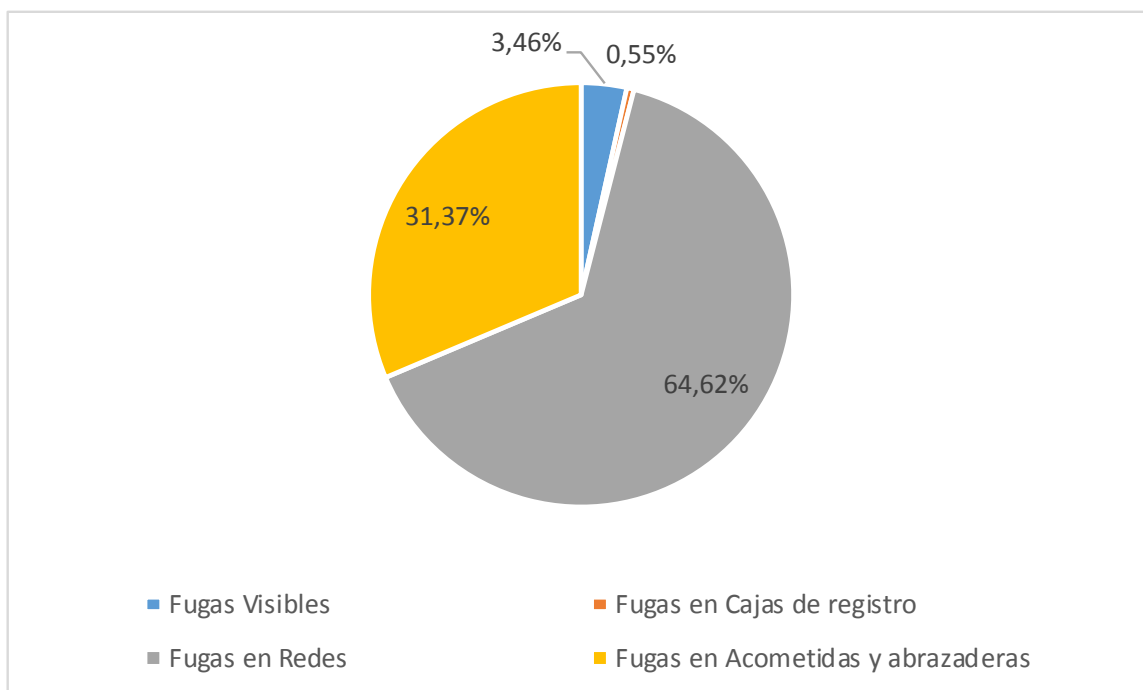
- En la tabla N° 37 se constata la proporción de volumen de pérdida de agua potable de las fugas visibles y No visibles (Cajas de registro, Redes, Acometidas y abrazaderas)

Tabla N° 37: Cuadro de resultados de volumen en Pérdidas Operativas

Pérdidas Operativas		Volumen de Pérdida (m3/mes)	Porcentaje de Pérdida de agua potable (%)
Fugas Visibles		340,2	3,46
Fugas No Visibles	Cajas de registro	53,978	0,55
	Redes	6350,4	64,62
	Acometidas y abrazaderas	3083,27	31,37
<b>Total</b>		<b>9827,848</b>	<b>100</b>

- En la figura N° 69 se constata la distribución de porcentaje de pérdidas operativas.

Figura N° 69: Distribución en porcentaje de las Pérdidas Operativas



#### 4.4 Resultados de ANC de pérdidas comerciales

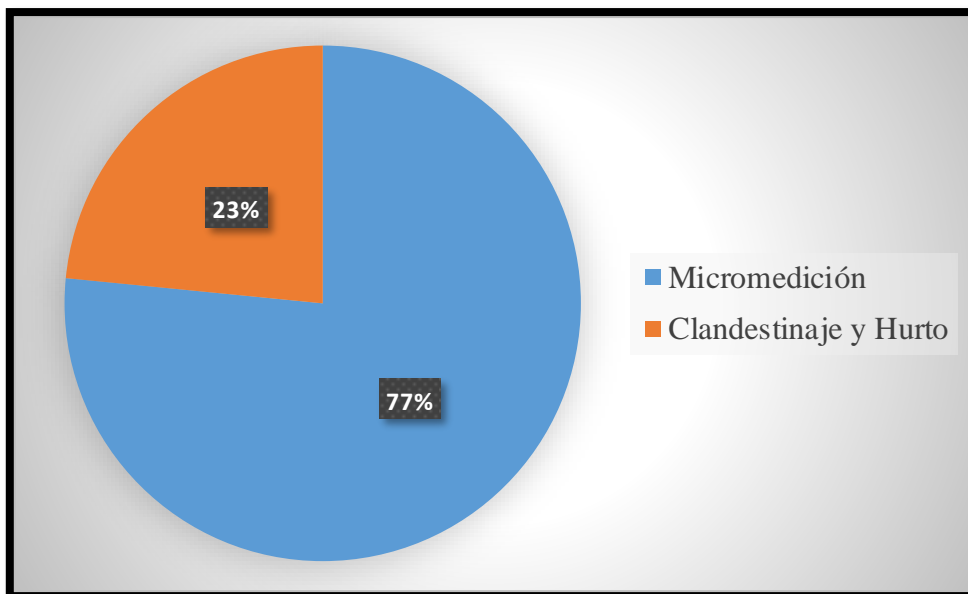
- En la tabla N° 38 se constata la proporción de volumen de pérdida de agua potable de la micromedición así como también de Hurto y Clandestinaje.

Tabla N° 38: Cuadro de resultados de Pérdidas Comerciales

Pérdidas Comerciales	Volumen de pérdida (m3/mes)	Porcentaje de pérdida de agua potable (%)
Micromedición	1952,490	76,53
Clandestinaje y Hurto	598,75	23,47
<b>Total</b>	<b>2551,240</b>	100

- En la figura N° 70 se constata la distribución de porcentaje de pérdidas comerciales, teniendo como resultado: micromedición simboliza un 77%, acometidas y abrazaderas simbolizan un 23%

Figura N° 70: Distribución en porcentaje de las Pérdidas Comerciales



#### 4.5 Resultado total del Agua No Contabilizada

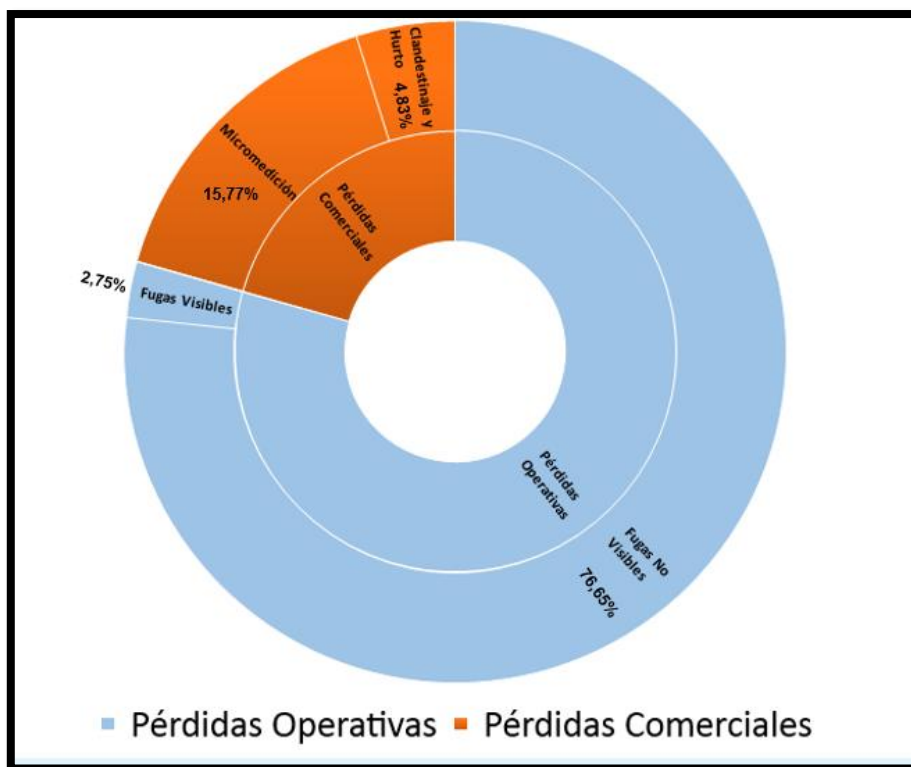
- En la tabla N° 39 se verifica el resultado total del Agua No Contabilizada

Tabla N° 39: Cuadro de resumen de las pérdidas totales

Resumen de las pérdidas de agua potable Zona III			
VARIABLES	Sub variables	Volumen de pérdida de agua potable (m3/mes)	Porcentaje de pérdida de agua potable (%)
ANC de pérdidas operativas	Pérdidas en Fugas Visibles	340,200	2,75
	Pérdidas en Fugas No Visibles	9487,648	76,65
ANC de pérdidas comerciales	Pérdidas en la Micromedición	1952,490	15,77
	Pérdidas en Clandestinaje y Hurto	598,750	4,83
Total de pérdidas de agua potable (m3/mes)		<b>12379,088</b>	<b>100</b>

- En la figura N° 71 se constata la distribución de porcentaje de las pérdidas totales

Figura N° 71: Distribución en porcentaje (%) del resumen de las pérdidas totales



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

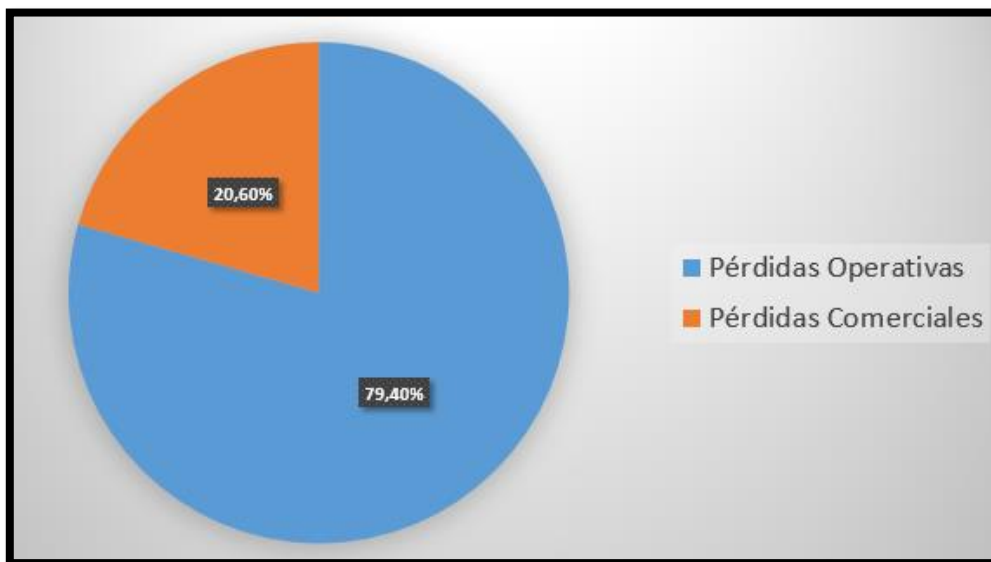
- En la tabla N° 40 se constata la proporción de volumen de ANC en pérdidas operativas y ANC en pérdidas comerciales.

Tabla N° 40: Cuadro de pérdidas operativas y comerciales

VARIABLES	Volumen de pérdida de agua potable (m3/mes)	Porcentaje de pérdida de agua potable (%)
ANC de pérdidas operativas	9827,848	79,40
ANC de pérdidas comerciales	2551,240	20,60
Total de pérdidas de agua potable (m3/mes)	<b>12379,088</b>	<b>100</b>

- En la figura N° 72 se constata la distribución de porcentaje de las pérdidas operativas y comerciales.

Figura N° 72: Distribución en porcentaje (%) de pérdidas operativas y comerciales



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



#### 4.6 Balance hídrico de la zona III

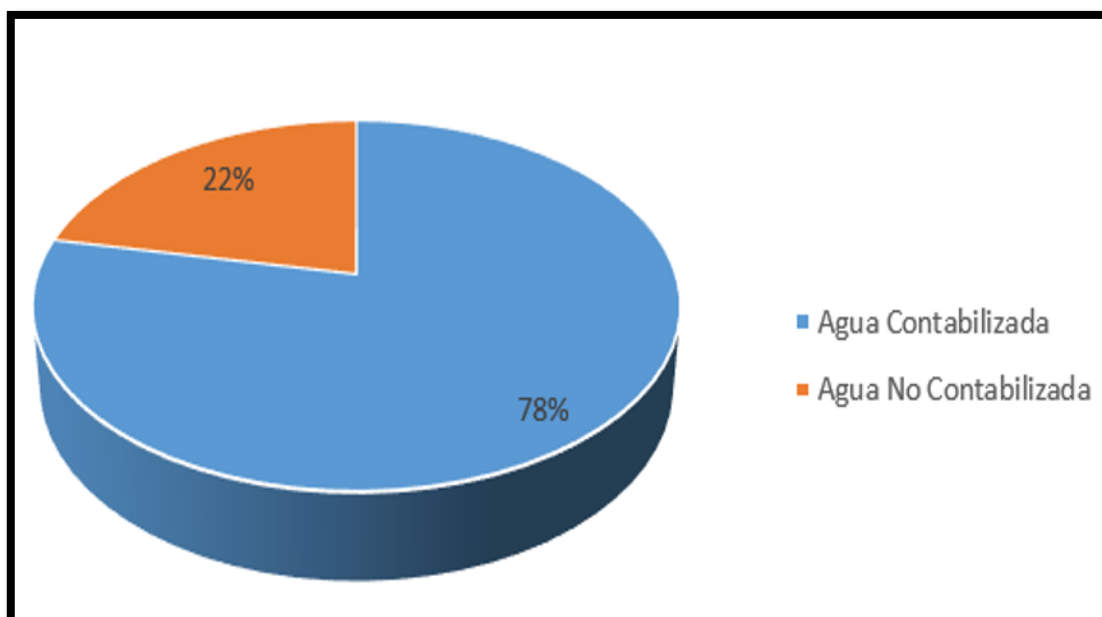
- En la tabla N° 41 se observa el balance hídrico de la Zona III simbolizado en proporción de volumen m<sup>3</sup> y volumen en porcentaje (%)

Tabla N° 41: Balance hídrico de la Zona III

Detalle	Volumen (m <sup>3</sup> /mes)	Volumen en (%)
<b>Volumen de distribución</b>	<b>56758,968</b>	<b>100,00</b>
Agua Contabilizada	44248,000	78,0
Agua No Contabilizada	12379,088	22,0
<b>Pérdidas Operativas</b>	<b>9827,848</b>	<b>17,3</b>
Fugas visibles	340,2	0,6
Fugas No visibles	9487,648	16,7
<b>Pérdidas Comerciales</b>	<b>2551,24</b>	<b>4,5</b>
Micromedición	1952,49	3,4
Clandestinaje y Hurto	598,75	1,1

- En la figura N° 73 se constata la distribución de porcentaje de volumen de agua contabilizada y agua no contabilizada, teniendo como porcentaje de pérdida de agua no contabilizada un 22%.

Figura N° 73: Distribución en porcentaje (%) del Agua Contabilizada y Agua No Contabilizada



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## Capítulo V

### 5 Discusión

#### 5.1 Contraste de Resultados con Referentes del Marco Teórico

##### **¿Existe un porcentaje cuantioso de porcentaje de fugas de agua potable en la zona III?**

Como podemos observar en el capítulo IV, en la tabla N° 41 el balance hídrico, el porcentaje de Agua No Contabilizada es del 21.81% ~ 22%, porcentaje simbolizado del total de volumen de distribución en el sistema de abastecimiento para la Zona III siendo un porcentaje regular, en semejanza del porcentaje promedio que se tiene de Agua No Contabilizada.

##### **¿Qué clase de fuga se encontró con mayor abundancia en las redes y conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento de la Zona III?**

En las fugas encontradas en la investigación se clasificó de acuerdo al autor Glenda Mariela Medina, en la pag. 23, tabla N° 4, observándose con mayor abundancia la fuga de clase REPORTADA siendo su rango de caudal de pérdida 0.14 lt/s – 14 lt/s.

##### **¿De qué manera daña las sobrepresiones en el funcionamiento del sistema de distribución de agua potable?**

Las sobrepresiones (golpe de ariete) ocurren con mayor frecuencia en los conductos de distribución de agua potable (tubería) en la ejecución y manejo de la red de distribución, donde el cerramiento y abertura de las válvulas de procedimiento violento origina una variación de presión que daña esencialmente la condición de las tuberías que con el transcurrir del tiempo llegan a afectar el sistema de las tuberías.

##### **¿Qué método es más eficiente para el control de fugas no visibles?**

El método que se usó para localizar las fugas no visibles fue el de *MEDICIÓN*, cuyo método de control en el que se identifican las áreas e instalaciones con potencial de existencia de fuga, a través de mediciones, como la detección acústica y diferencia de presiones.

#### 5.2 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

##### **¿El porcentaje de volumen de pérdidas de agua potable del sistema de abastecimiento de la zona III está dentro del promedio acumulado de porcentaje de Agua No Contabilizada?**

El porcentaje de pérdidas de Agua No Contabilizada de la zona III tiene un porcentaje de pérdida del 22%, con un porcentaje de pérdidas operativa de 17.3% y un 4.5% en pérdidas

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



comerciales lo que implica que existe una mayor cantidad de pérdidas de volumen de agua en la infraestructura física instalada a lo largo de las etapas del sistema de abastecimiento.

### **5.3 Comentario de la Demostración de la Hipótesis**

#### **¿El resultado determinado estará aproximándose a la hipótesis de la investigación?**

Para el resultado del porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A. es superior al 30%, Aproximándose con un porcentaje de 22% de volumen de Agua No Contabilizada, para la prueba de medición de presiones cumple con la norma establecida de “Redes de distribución de agua para el consumo humano (OS.050)”.

### **5.4 Aporte de la Investigación**

#### **¿Por qué se decidió aplicar el método con medición para la búsqueda de fugas no visibles?**

Para la búsqueda de fugas No Visibles existen dos métodos comúnmente usados por las entidades prestadoras de servicios de agua potable, los cuales son Método por Detección Directa y Método con Medición.

El Método vía Detección Directa al no desarrollar una apropiada selección del territorio a intervenir corre el peligro de ser antieconómica, en cambio el Método con Medición implementando el equipo ZONSCAN 820 Radio Registrador y Correlador tiene un monitoreo automático y escucha remotamente el ruido de la fuga de agua potable, así no corre el riesgo de ser antieconómica.



## Glosario

- **ANC:** Agua No Contabilizada.
- **ANF:** Agua No Facturada
- **EPS:** Empresa Prestadora de Servicios
- **Zona:** Sector delimitado geográficamente por válvulas y con propiedades de abastecimiento semejante
- **Correlación:** Vinculo o relación que existe entre dos o más elementos.
- **Fuga:** El agua que se pierde debido al mal funcionamiento y problemas de las instalaciones, principalmente en la red de distribución.
- **Estetoscopia:** Dispositivo acústico para la auscultación o escuchar sonidos internos
- **Pérdidas operativas:** También nombrados pérdidas técnicas o reales de agua que no llegan al consumidor, perdiéndose en los componentes y etapas del sistema de abastecimiento de agua potable
- **Pérdidas comerciales:** También llamadas pérdidas No reales o No físicas de agua que a pesar de llegar al consumidor no son facturadas debido a la ineficiencia en la medición, el hurto de agua y conexiones clandestinas.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



## Conclusiones

### Conclusión Numero 1

No se logró demostrar la hipótesis general que decía **“El porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A. es superior al 30%.”**. Conforme al capítulo IV Resultados, se determinó el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada un total de 22%, por lo tanto, la hipótesis planteada no quedó demostrada resultando un valor inferior en 8% de lo considerado en la hipótesis general

Con un volumen de pérdida de agua potable total de **12379.088 m3/mes.**

### Conclusión Numero 2

No se logró demostrar la sub hipótesis N° 01 que decía **“El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas operativas respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 20%”**. Conforme al capítulo IV Resultados, se determinó el porcentaje de pérdidas operativas un total de 17.3%, por lo tanto, la sub hipótesis planteada no quedó demostrada resultando un valor inferior en 2.7% de lo considerado en la sub hipótesis N° 01

Con un volumen de pérdida de agua potable operativo de **9827.848 m3/mes.**

### Conclusión Numero 3

No se logró demostrar la sub hipótesis N° 02 que decía **“El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas comerciales respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 10%”**. Conforme al capítulo IV Resultados, se determinó el porcentaje de pérdidas ANC de pérdidas comerciales un total de 4.5%, por lo tanto, la sub hipótesis planteada no quedó demostrada resultando un valor inferior en 5.5% de lo considerado en la sub hipótesis N° 02.

Con un volumen de pérdida de agua potable comercial de **2551.24 m3/mes.**



#### **Conclusión Numero 4**

La EPS Sedacusco S.A. tiene una buena gestión de control de fugas en el sistema de abastecimiento de agua potable Zona III, ya que tiene un porcentaje de pérdida de agua potable del 22%, que está por debajo del promedio de porcentaje promedio de Agua No Contabilizada en la ciudad del Cusco.





## Recomendaciones

1. Se recomienda, para la reducción de pérdidas operativas realizar el cambio de tramos de tuberías de asbesto cemento (AC) y fierro fundido (FF<sup>o</sup>), de las principales redes de abastecimiento de agua potable del ámbito de la zona III, ya que la tubería de asbesto cemento (AC) fluctúan entre 50 años de edad y en las tuberías de fierro fundido (FF<sup>o</sup>) tienen 55 años en promedio de antigüedad.
2. Se recomienda, para la reducción de pérdidas comerciales la instalación de medidores a todas las conexiones directas existentes en la zona III, así como tener un buen parque de medidores más que todo en las zonas de alto consumo.
3. Se recomienda, que periódicamente se realice una calibración a los macromedidores por entidades acreditadas con el fin de tener datos más certeros.
4. Se recomienda, la elaboración y/o instalación de un banco de medidores en la EPS Sedacusco.
5. Se recomienda, realizar un sistema de automatización en las cámaras rompe presiones por medio de un sistema de monitoreo computarizado a distancia.
6. Se recomienda, actualizar los planos de las tuberías que se tiene actualmente para definir las áreas de influencia de los reservorios y poder realizar una sectorización más adecuada de acuerdo a las características que presenta dicha zona.
7. Se recomienda, implantar un sistema de monitoreo computarizado para las válvulas, para facilitar el cierre o apertura de estas y así poder trabajar de mejor manera en las actividades de búsqueda de fugas de agua potable.
8. Se recomienda, para la disminución de Agua No Contabilizada en otras zonas del Cusco que tienen un alto índice de pérdidas, la implementación de programas de prelocalización de fugas, con el uso del Radio Registrador y Correlador ZONESCAN 820 con un cronograma de un mes para tener una mayor exactitud en la localización de las fugas y de esta manera reducir las pérdidas de agua potable de mejor manera.



## Referencias

- Albarrán, U., & otros. (1997). Reducción de pérdidas en sistemas de agua potable. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Apolo, J. L. (2004). Proyecto de evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua. EPS EMFAPATUMBES S.A. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Arrocha R, S. (1979). Abastecimientos de agua teoría y diseño. Venezuela: Ediciones Vega.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación. México: Leticia Ganoa Figueroa.
- Bourguet, V. J. (2004). Estrategia y organización para la detección de fugas. Centro mexicano de capacitación en agua y saneamiento - México.
- Cabrera, E. (2006). Alternativas y estrategias disponibles en la reducción de pérdidas.
- Caporali, S. A. (1989). Control de pérdidas y uso eficiente del agua. Cali.
- EPS CHAVÍN S.A. (2009). Determinación y reducción del agua no facturada en sector Piloto - Huaraz. Huaraz, Perú: Programa de agua y alcantarillado.
- EPS SEDACUSCO S.A. (s.f.). Manual de búsqueda de fugas. Cusco, Perú: Departamento de control de pérdidas.
- Fernández, V. H. (2015). Diagnóstico, análisis y propuesta de un sistema óptimo de gestión del manejo del agua potable en la ciudad de Guayaquil. Sangolqui, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2005). Caudal: Definición y métodos de medición. Colombia.
- GUTERMANN. (s.f.). ZONSCAN SMART. Barcelona: Manual de instrucciones.
- Gutiérrez, E. F. (2016). Análisis y determinación de Agua No Facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa en la E.P.S. SEDACUSCO S.A. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Gutiérrez, N. (1998). Tipos de Presión & Vacío. México: La guía de metas.

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



- Jimenez, M. (2003). La sectorización hidráulica como estrategia de control de pérdidas en sistemas de acueducto. Bogotá - Colombia.
- Mays, L. (2003). Manual de sistemas de distribución de agua. Madrid - España: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Medina, G. M. (2009). Políticas para el control activo de fugas. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Molina, S. X. (2009). Metodología para reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de AA.PP. del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Monsalve, M. P., & Uribe, J. A. (2011). Programa de reducción de pérdidas de agua en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de San Gil. Bucaramanga, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Norma OS.050. (2009). Redes de distribución de agua para el consumo humano. Lima.
- Paredes, J. L. (2001). Reducción de pérdidas y volúmenes de agua no contabilizada en las zonas piloto II, III y IV ámbito Sedacusco. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Sampieri, R. H. (2006). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL: Quinta edición.
- SAMPIERI, R. H. (2014). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL: Sexta edición.
- SUNASS. (2006). Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento. Lima - Perú.
- SUNASS. (s.f.). Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

**Anexos**

**Anexo 1: Recolección de Toma de datos de los caudales de ingreso a la Zona III**

Tabla N° 42: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Lunes

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
lunes, 1 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	23,54	49	13:40	22,95	97	21:40	25,57
2	6:10	25,65	50	13:50	21,98	98	21:50	23,45
3	6:20	24,87	51	14:00	21,89	99	22:00	25,49
4	6:20	28,55	52	14:10	25,58	100	22:10	28,21
5	6:30	25,45	53	14:20	27,53	101	22:20	24,61
6	6:40	21,87	54	14:30	24,24	102	22:30	23,59
7	6:50	21,07	55	14:40	26,04	103	22:40	23,82
8	7:00	25,32	56	14:50	25,98	104	22:50	27,47
9	7:10	24,12	57	15:00	26,82	105	23:00	23,14
10	7:20	22,77	58	15:10	24,51	106	23:10	23,24
11	7:30	28,55	59	15:20	23,36	107	23:20	22,37
12	7:40	26,09	60	15:30	23,22	108	23:30	25,94
13	7:50	26,92	61	15:40	28,27	109	23:40	24,76
14	8:00	25,2	62	15:50	26,27	110	23:50	22,13
15	8:10	21,9	63	16:00	28,3	111	0:00	24,96
16	8:20	26,6	64	16:10	26,43	112	0:10	28,75
17	8:30	22,49	65	16:20	26,43	113	0:20	24,99
18	8:40	27,14	66	16:30	21,83	114	0:30	21,24
19	8:50	28,28	67	16:40	26,17	115	0:40	27,68
20	9:00	22,97	68	16:50	26,66	116	0:50	25,12
21	9:10	24,17	69	17:00	21,78	117	1:00	23,87
22	9:20	23,76	70	17:10	26,72	118	1:10	24,11
23	9:30	21,23	71	17:20	25,54	119	1:20	24,37
24	9:40	22,85	72	17:30	22,72	120	1:30	24,34
25	9:50	22,64	73	17:40	25,23	121	1:40	25,23
26	10:00	27,29	74	17:50	24,78	122	1:50	25,35
27	10:10	26,06	75	18:00	23,89	123	2:00	28,38
28	10:20	25,22	76	18:10	27,95	124	2:10	24,59
29	10:30	23,56	77	18:20	27,25	125	2:20	24,79
30	10:30	24,78	78	18:30	24,41	126	2:30	25,67
31	10:40	24,87	79	18:40	25,19	127	2:40	26,73
32	10:50	23,64	80	18:50	25,63	128	2:50	28,68
33	11:00	25,81	81	19:00	27,53	129	3:00	23,81
34	11:10	23,58	82	19:20	27,37			
35	11:20	24,1	83	19:20	23,36			
36	11:30	28,44	84	19:30	24,47			
37	11:40	22,82	85	19:40	25,97			
38	11:50	25,98	86	19:50	25,34			
39	12:00	24,05	87	20:00	25,76			
40	12:10	24,64	88	20:10	24,65			
41	12:20	28,99	89	20:20	27,35			
42	12:30	25,64	90	20:30	25,87			
43	12:40	24,45	91	20:40	24,31			
44	12:50	27,78	92	20:50	24,98			
45	13:00	25,24	93	21:00	24,67			
46	13:10	23,73	94	21:10	23,17			
47	13:20	23,26	95	21:20	27,58			
48	13:30	27,56	96	21:30	28,51			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 43: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Martes

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
martes, 2 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	22,43	49	13:40	25,5	97	21:40	21,23
2	6:10	22,51	50	13:50	26,55	98	21:50	25,47
3	6:20	25,15	51	14:00	28,3	99	22:00	24,2
4	6:20	25,31	52	14:10	25,11	100	22:10	26,72
5	6:30	26,91	53	14:20	25,71	101	22:20	24,44
6	6:40	26,73	54	14:30	24,67	102	22:30	26,55
7	6:50	22,38	55	14:40	26,47	103	22:40	26,11
8	7:00	27,09	56	14:50	27,35	104	22:50	24,36
9	7:10	23,87	57	15:00	25,94	105	23:00	24,28
10	7:20	22,7	58	15:10	25,93	106	23:10	21,18
11	7:30	22,99	59	15:20	25,01	107	23:20	21,52
12	7:40	28,91	60	15:30	23,96	108	23:30	21,53
13	7:50	24,56	61	15:40	21,48	109	23:40	26,25
14	8:00	24,92	62	15:50	25,99	110	23:50	24,96
15	8:10	25,78	63	16:00	24,07	111	0:00	23,4
16	8:20	24,98	64	16:10	24,62	112	0:10	22,29
17	8:30	24,9	65	16:20	21,69	113	0:20	23,54
18	8:40	27,65	66	16:30	23,2	114	0:30	28,58
19	8:50	23,55	67	16:40	22,42	115	0:40	27,22
20	9:00	25,89	68	16:50	23,16	116	0:50	22,14
21	9:10	28,58	69	17:00	25,05	117	1:00	21,31
22	9:20	26,22	70	17:10	25,14	118	1:10	22,19
23	9:30	28,26	71	17:20	21,09	119	1:20	26,19
24	9:40	21,8	72	17:30	25,02	120	1:30	27,69
25	9:50	24,1	73	17:40	23,34	121	1:40	27,6
26	10:00	25,9	74	17:50	27,5	122	1:50	28,08
27	10:10	25,92	75	18:00	24,85	123	2:00	27,45
28	10:20	26,96	76	18:10	23,01	124	2:10	24,67
29	10:30	27,41	77	18:20	22,02	125	2:20	28,61
30	10:30	26,83	78	18:30	26,15	126	2:30	27,74
31	10:40	24,37	79	18:40	24,96	127	2:40	22,75
32	10:50	21,32	80	18:50	25,41	128	2:50	21,37
33	11:00	27,03	81	19:00	25,86	129	3:00	21,78
34	11:10	28,67	82	19:20	26,9			
35	11:20	28,64	83	19:20	26,54			
36	11:30	21,7	84	19:30	23,51			
37	11:40	26,96	85	19:40	24,36			
38	11:50	27,82	86	19:50	24,03			
39	12:00	24,6	87	20:00	21,36			
40	12:10	26,69	88	20:10	28,69			
41	12:20	27,09	89	20:20	27,34			
42	12:30	22,92	90	20:30	28,31			
43	12:40	23,29	91	20:40	27,77			
44	12:50	28,09	92	20:50	23,93			
45	13:00	21,47	93	21:00	24,29			
46	13:10	22,84	94	21:10	26,16			
47	13:20	22,33	95	21:20	22,76			
48	13:30	24,93	96	21:30	22,2			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 44: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Miércoles

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
miércoles, 3 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	23,3	49	13:40	23,21	97	21:40	25,29
2	6:10	26,02	50	13:50	21,65	98	21:50	22,25
3	6:20	25,28	51	14:00	23,12	99	22:00	25,6
4	6:20	21,53	52	14:10	22,84	100	22:10	26,39
5	6:30	25,92	53	14:20	28,09	101	22:20	28,26
6	6:40	27,2	54	14:30	28,72	102	22:30	21,21
7	6:50	24,96	55	14:40	23,57	103	22:40	25,6
8	7:00	23,14	56	14:50	26,01	104	22:50	21,36
9	7:10	28,85	57	15:00	24,66	105	23:00	22,37
10	7:20	27,98	58	15:10	28,47	106	23:10	24,01
11	7:30	28,96	59	15:20	28,73	107	23:20	26,98
12	7:40	24,45	60	15:30	21,47	108	23:30	25,69
13	7:50	22,75	61	15:40	22,91	109	23:40	24,08
14	8:00	26,63	62	15:50	23,27	110	23:50	21,04
15	8:10	24,92	63	16:00	22,52	111	0:00	23,94
16	8:20	23,63	64	16:10	25,71	112	0:10	24,31
17	8:30	26,27	65	16:20	27,6	113	0:20	25,22
18	8:40	24,07	66	16:30	21,01	114	0:30	25,95
19	8:50	27,7	67	16:40	23,57	115	0:40	27,44
20	9:00	23,21	68	16:50	24,99	116	0:50	25,71
21	9:10	24,43	69	17:00	23,7	117	1:00	26,03
22	9:20	26,44	70	17:10	26,48	118	1:10	26,6
23	9:30	23,35	71	17:20	26,75	119	1:20	28,97
24	9:40	28,19	72	17:30	27,06	120	1:30	25,97
25	9:50	22,93	73	17:40	28,59	121	1:40	22,53
26	10:00	21,99	74	17:50	28,54	122	1:50	22,4
27	10:10	23,89	75	18:00	26,57	123	2:00	28,29
28	10:20	25,89	76	18:10	25,93	124	2:10	24,11
29	10:30	23,38	77	18:20	24,92	125	2:20	23,94
30	10:30	21,32	78	18:30	25,37	126	2:30	23,74
31	10:40	23,26	79	18:40	27,32	127	2:40	22,83
32	10:50	22,26	80	18:50	27,05	128	2:50	25,48
33	11:00	21,73	81	19:00	24,72	129	3:00	26,26
34	11:10	25,61	82	19:20	22,03			
35	11:20	21,6	83	19:20	22,45			
36	11:30	22,17	84	19:30	24,28			
37	11:40	22,56	85	19:40	26,76			
38	11:50	28,78	86	19:50	21,18			
39	12:00	24,68	87	20:00	25,46			
40	12:10	21,74	88	20:10	23,34			
41	12:20	27,34	89	20:20	22,35			
42	12:30	27,23	90	20:30	25,78			
43	12:40	27,35	91	20:40	22,04			
44	12:50	27,38	92	20:50	22,4			
45	13:00	22,66	93	21:00	28,23			
46	13:10	25,27	94	21:10	28,29			
47	13:20	26,22	95	21:20	22,83			
48	13:30	23,32	96	21:30	25,98			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 45: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Jueves

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
jueves, 4 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	25,24	49	13:40	21,91	97	21:40	23,69
2	6:10	21,01	50	13:50	24,5	98	21:50	24,69
3	6:20	24,12	51	14:00	28,7	99	22:00	22,54
4	6:20	26,71	52	14:10	26,87	100	22:10	25,86
5	6:30	28,43	53	14:20	25,7	101	22:20	25,7
6	6:40	24,58	54	14:30	22,81	102	22:30	21,56
7	6:50	26,12	55	14:40	28,81	103	22:40	23,14
8	7:00	28,47	56	14:50	25,1	104	22:50	25,24
9	7:10	28,44	57	15:00	28,18	105	23:00	25,89
10	7:20	26,34	58	15:10	22,37	106	23:10	22,92
11	7:30	27,64	59	15:20	27,89	107	23:20	23,67
12	7:40	27,1	60	15:30	25,3	108	23:30	24,7
13	7:50	26,25	61	15:40	24,95	109	23:40	24,58
14	8:00	25,71	62	15:50	26,61	110	23:50	28,59
15	8:10	23,51	63	16:00	28,67	111	0:00	23,85
16	8:20	24,88	64	16:10	26,59	112	0:10	25,67
17	8:30	27,87	65	16:20	28,16	113	0:20	28,65
18	8:40	24,11	66	16:30	25,12	114	0:30	21,36
19	8:50	21,02	67	16:40	28,18	115	0:40	28,97
20	9:00	27,46	68	16:50	26,17	116	0:50	23,73
21	9:10	25,01	69	17:00	26,49	117	1:00	21,86
22	9:20	26,13	70	17:10	25,01	118	1:10	22,62
23	9:30	21,07	71	17:20	27,65	119	1:20	28,75
24	9:40	28,39	72	17:30	25,85	120	1:30	24,97
25	9:50	23,21	73	17:40	28,58	121	1:40	28,15
26	10:00	21,18	74	17:50	25,76	122	1:50	25,71
27	10:10	23,48	75	18:00	27,25	123	2:00	28,65
28	10:20	22,34	76	18:10	22,71	124	2:10	23,04
29	10:30	25,85	77	18:20	27,96	125	2:20	24,7
30	10:30	21,79	78	18:30	26,64	126	2:30	27,6
31	10:40	26,89	79	18:40	25,67	127	2:40	23,69
32	10:50	26,05	80	18:50	21,22	128	2:50	24,65
33	11:00	21,21	81	19:00	26,83	129	3:00	22,69
34	11:10	26,87	82	19:20	22,67			
35	11:20	21,88	83	19:20	23,41			
36	11:30	24,82	84	19:30	21,13			
37	11:40	28,16	85	19:40	26,83			
38	11:50	24,16	86	19:50	21,41			
39	12:00	24,99	87	20:00	27,18			
40	12:10	26,81	88	20:10	24,06			
41	12:20	25,97	89	20:20	22,22			
42	12:30	24,53	90	20:30	25,27			
43	12:40	25,08	91	20:40	23,77			
44	12:50	23,64	92	20:50	24,41			
45	13:00	21,33	93	21:00	27,04			
46	13:10	21,61	94	21:10	25,75			
47	13:20	25,22	95	21:20	21,75			
48	13:30	26,93	96	21:30	25,13			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



Tabla N° 46: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Viernes

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
viernes, 5 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	24,51	49	13:40	24,36	97	21:40	28,05
2	6:10	27,82	50	13:50	23,26	98	21:50	28,68
3	6:20	21,95	51	14:00	25,75	99	22:00	26,71
4	6:20	27,31	52	14:10	26,12	100	22:10	22,27
5	6:30	23,31	53	14:20	23,47	101	22:20	23,33
6	6:40	27,79	54	14:30	28,77	102	22:30	27,27
7	6:50	24,96	55	14:40	22,6	103	22:40	25,9
8	7:00	27,96	56	14:50	28,4	104	22:50	25,35
9	7:10	25,06	57	15:00	23,19	105	23:00	24,87
10	7:20	22,63	58	15:10	26,71	106	23:10	22,79
11	7:30	26,45	59	15:20	27,09	107	23:20	22,18
12	7:40	24,52	60	15:30	27,23	108	23:30	21,57
13	7:50	22,98	61	15:40	24,6	109	23:40	23,63
14	8:00	24,95	62	15:50	27,46	110	23:50	24,67
15	8:10	25,45	63	16:00	27,99	111	0:00	27,5
16	8:20	25,51	64	16:10	23,72	112	0:10	24,39
17	8:30	23,86	65	16:20	21,65	113	0:20	25,7
18	8:40	22,93	66	16:30	25,77	114	0:30	26,89
19	8:50	28,18	67	16:40	23,99	115	0:40	21,67
20	9:00	21,34	68	16:50	22,58	116	0:50	26,27
21	9:10	27,01	69	17:00	24,44	117	1:00	27,34
22	9:20	27,9	70	17:10	21,62	118	1:10	22,31
23	9:30	23,48	71	17:20	24,89	119	1:20	25,6
24	9:40	22,74	72	17:30	27,71	120	1:30	28,46
25	9:50	23,39	73	17:40	25,25	121	1:40	25,62
26	10:00	26,77	74	17:50	28,01	122	1:50	24,81
27	10:10	23,39	75	18:00	25,36	123	2:00	26,67
28	10:20	23,79	76	18:10	28,57	124	2:10	28,05
29	10:30	27,63	77	18:20	23,07	125	2:20	25,18
30	10:30	24,86	78	18:30	23,11	126	2:30	28,2
31	10:40	24,29	79	18:40	21,21	127	2:40	23,56
32	10:50	23,9	80	18:50	28,51	128	2:50	26,79
33	11:00	25,4	81	19:00	21,32	129	3:00	26,31
34	11:10	28,64	82	19:20	27,83			
35	11:20	28,65	83	19:20	27,41			
36	11:30	26,53	84	19:30	23,87			
37	11:40	26,59	85	19:40	24,3			
38	11:50	22,81	86	19:50	23,88			
39	12:00	23,03	87	20:00	21,24			
40	12:10	21,76	88	20:10	21,14			
41	12:20	25,46	89	20:20	27,06			
42	12:30	22,72	90	20:30	27,77			
43	12:40	24,78	91	20:40	26,88			
44	12:50	23,59	92	20:50	26,35			
45	13:00	23,25	93	21:00	21,36			
46	13:10	25,56	94	21:10	21,9			
47	13:20	27,78	95	21:20	24,57			
48	13:30	28,39	96	21:30	22,52			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Tabla N° 47: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Sábado

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
sábado, 6 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	22,71	49	13:40	26,29	97	21:40	28,09
2	6:10	28,18	50	13:50	25,17	98	21:50	28,73
3	6:20	22,11	51	14:00	27,04	99	22:00	21,59
4	6:20	25,05	52	14:10	22,39	100	22:10	22,32
5	6:30	21,28	53	14:20	21,84	101	22:20	22,92
6	6:40	24,03	54	14:30	21,33	102	22:30	25,49
7	6:50	26,4	55	14:40	22,35	103	22:40	24,02
8	7:00	25,13	56	14:50	22,44	104	22:50	23,66
9	7:10	28,17	57	15:00	26,32	105	23:00	27,89
10	7:20	21,89	58	15:10	22,97	106	23:10	21,94
11	7:30	27,86	59	15:20	27,05	107	23:20	28,54
12	7:40	23,63	60	15:30	27,26	108	23:30	26,16
13	7:50	24,22	61	15:40	25,81	109	23:40	28,63
14	8:00	25,24	62	15:50	22,24	110	23:50	23,85
15	8:10	23,65	63	16:00	23,86	111	0:00	23,96
16	8:20	21,53	64	16:10	27,96	112	0:10	26,92
17	8:30	27,6	65	16:20	24,05	113	0:20	26,56
18	8:40	24,27	66	16:30	26,68	114	0:30	24,78
19	8:50	23,54	67	16:40	24,24	115	0:40	27,21
20	9:00	22,45	68	16:50	21,46	116	0:50	23,32
21	9:10	27,62	69	17:00	21,74	117	1:00	27,29
22	9:20	27,39	70	17:10	25,66	118	1:10	28,89
23	9:30	21,27	71	17:20	28,83	119	1:20	26,43
24	9:40	21,9	72	17:30	24,64	120	1:30	22,35
25	9:50	21,26	73	17:40	27,52	121	1:40	23,14
26	10:00	22,7	74	17:50	26,97	122	1:50	27,92
27	10:10	21,2	75	18:00	26,11	123	2:00	25,87
28	10:20	25,38	76	18:10	25,13	124	2:10	24,54
29	10:30	23,16	77	18:20	26,14	125	2:20	21,36
30	10:30	24,33	78	18:30	28,36	126	2:30	22,64
31	10:40	26,98	79	18:40	21,73	127	2:40	22,13
32	10:50	23,39	80	18:50	27,65	128	2:50	22,03
33	11:00	23,29	81	19:00	23,87	129	3:00	21,6
34	11:10	22,88	82	19:20	22,19			
35	11:20	21,75	83	19:20	26,26			
36	11:30	25,47	84	19:30	25,07			
37	11:40	24,28	85	19:40	26,58			
38	11:50	28,58	86	19:50	25,47			
39	12:00	27,95	87	20:00	25,82			
40	12:10	21,58	88	20:10	21,54			
41	12:20	25,53	89	20:20	23,07			
42	12:30	22,28	90	20:30	26,51			
43	12:40	28,14	91	20:40	25,26			
44	12:50	24,1	92	20:50	21,42			
45	13:00	26,99	93	21:00	24,58			
46	13:10	21,81	94	21:10	25,76			
47	13:20	26,78	95	21:20	26,7			
48	13:30	24,63	96	21:30	24,69			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

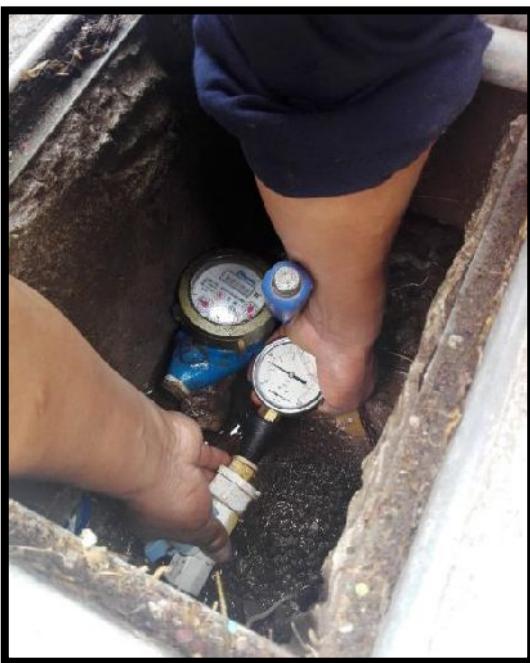
Tabla N° 48: Cuadro de datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III - Domingo

Datos recolectados del caudal de ingreso a la Zona III								
domingo, 7 de octubre de 2018								
N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)	N°	Hora	Caudal (lt/s)
1	6:00	28,01	49	13:40	21,17	97	21:40	24,54
2	6:10	23,54	50	13:50	24,78	98	21:50	21,88
3	6:20	28,92	51	14:00	25,34	99	22:00	27,39
4	6:20	22,6	52	14:10	21,82	100	22:10	27,34
5	6:30	25,84	53	14:20	26,5	101	22:20	26,4
6	6:40	27,12	54	14:30	27,88	102	22:30	26,64
7	6:50	24,07	55	14:40	22,69	103	22:40	22,74
8	7:00	26,35	56	14:50	24,34	104	22:50	23,01
9	7:10	27,04	57	15:00	24,43	105	23:00	21,37
10	7:20	28,93	58	15:10	28,77	106	23:10	21,68
11	7:30	25,78	59	15:20	24,29	107	23:20	28,46
12	7:40	27,32	60	15:30	23,09	108	23:30	26,74
13	7:50	25,15	61	15:40	28,63	109	23:40	23,9
14	8:00	25,76	62	15:50	25,08	110	23:50	24,14
15	8:10	23,71	63	16:00	27,45	111	0:00	21,8
16	8:20	22,34	64	16:10	22,48	112	0:10	21,1
17	8:30	23,44	65	16:20	27,39	113	0:20	25,5
18	8:40	26,3	66	16:30	23,32	114	0:30	25,87
19	8:50	23,94	67	16:40	25,49	115	0:40	25,17
20	9:00	21,95	68	16:50	27,81	116	0:50	26,22
21	9:10	24,59	69	17:00	28,35	117	1:00	21,26
22	9:20	28,06	70	17:10	26,71	118	1:10	26,38
23	9:30	23,32	71	17:20	28,56	119	1:20	24,17
24	9:40	26,33	72	17:30	26,22	120	1:30	22,77
25	9:50	28,88	73	17:40	21,23	121	1:40	22,71
26	10:00	25,57	74	17:50	25,82	122	1:50	23,19
27	10:10	24,69	75	18:00	28,93	123	2:00	24,42
28	10:20	28,63	76	18:10	26,03	124	2:10	22,88
29	10:30	28,05	77	18:20	28,38	125	2:20	21,07
30	10:30	23,51	78	18:30	24,59	126	2:30	27,49
31	10:40	22,3	79	18:40	26,24	127	2:40	23,03
32	10:50	24,53	80	18:50	25,63	128	2:50	22,24
33	11:00	24,65	81	19:00	24,94	129	3:00	26,27
34	11:10	21,61	82	19:20	27,83			
35	11:20	26,08	83	19:20	28,88			
36	11:30	28,06	84	19:30	27,25			
37	11:40	23,7	85	19:40	26,79			
38	11:50	21,06	86	19:50	22,73			
39	12:00	28,13	87	20:00	23,72			
40	12:10	24,17	88	20:10	25,62			
41	12:20	23,75	89	20:20	26,89			
42	12:30	26,98	90	20:30	26,86			
43	12:40	28,52	91	20:40	27,33			
44	12:50	21,8	92	20:50	28,64			
45	13:00	24,21	93	21:00	25,81			
46	13:10	28,46	94	21:10	28,98			
47	13:20	25,37	95	21:20	27,09			
48	13:30	22,48	96	21:30	28,12			

“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

Anexo 2: Panel fotográfico

- Toma de medición de presiones en la zona III



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



➤ Intalación de registradores para la búsqueda de fugas.



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”

➤ Auscultación en las cajas de registro de los usuarios de la zona III.



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



➤ Exposición de fugas en la zona III.



“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”





“Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III EPS Sedacusco S.A.”



**Anexo 3:**

- **Plano de ubicación de presiones Zona III**
- **Plano de ubicación de fugas no visibles Zona III**
- **Plano de ubicación de fugas en caja de registro Zona III**
- **Plano de ubicación de tuberías de asbesto cemento y fierro fundido Zona III**

**Anexo 4: Matriz de consistencia**

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO CONTABILIZADA EN PÉRDIDAS OPERATIVAS Y COMERCIALES, EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA III E.P.S SEDACUSCO S.A									
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	SUB VARIABLES	DESCRIPCIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL							
¿Cuál es el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A.?	Analizar y Determinar el porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A.	El porcentaje de volumen de Agua No Contabilizada en pérdidas operativas y comerciales con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A. es superior al 30%	Dotación de agua	Caudal (lt/seg)		Cantidad de agua en l/s necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas.	Caudal (lt/seg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudalímetro. Ultrasonido PT878.</li> <li>• Geófono Acústico.</li> <li>• ZONSCAN 820- correlador de registradores de radio.</li> <li>• Aforador.</li> <li>• Fichas de registros de datos</li> <li>• Odómetro</li> </ul>	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	SUB HIPOTESIS							
¿Cuál es el porcentaje de ANC de pérdidas operativas del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III ?	Determinar el porcentaje de ANC de pérdidas operativas del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III.	El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas operativas respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 20%	ANC de pérdidas operativas	Volumen (m3)	Fugas visibles	Son fugas que son detectadas directamente por los sentidos, que generalmente afloran a la superficie del terreno en el caso de redes públicas e instalaciones internas de un predio, y son reparadas en un lapso de tiempo corto	Volumen (m3)		
					Fugas No visibles	Son aquellas fugas que no son detectados directamente por los sentidos, su búsqueda es mediante un proceso especial que demanda un mayor tiempo, en el cual se usa diversos instrumentos y/o equipos para su detección y reparación	Volumen (m3)		
¿ ¿Cuál es el porcentaje de ANC de pérdidas comerciales del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III ?	Determinar el porcentaje de ANC de pérdidas comerciales del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III.	El porcentaje de volumen de ANC de pérdidas comerciales respecto al sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III será superior al 10%	ANC de pérdidas comerciales	Volumen (m3)	Micromedición	Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios. .	Volumen (m3) Número de conexiones (#)		
					Clandestinaje y Hurto	Robo de agua no identificada en el sistema de abastecimiento de agua potable.	Volumen (m3)		