



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS:

**“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”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER
GUTIÉRREZ BACA, Erick Felipe.

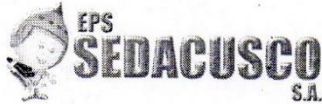
**Para Optar Al Título Profesional De
Ingeniero Civil**

Asesor:

**Mgt. Ing. FLORES BOZA, Álvaro
Horacio.**

CUSCO – PERÚ

2016



CONSTANCIA

Por medio de la presente se deja constancia que el estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, Erick Felipe Gutiérrez Baca, ha realizado la Investigación Denominado: “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”. Brindando a dicho estudiante información, equipos de medición y asistencia técnica necesaria para que los resultados sean los más representativo posibles.

Cusco, junio del 2016.





DEDICATORIA

la presente tesis es dedicada a DIOS, a mi familia principalmente a mis padres Felipe Gutiérrez Mamani y Vilma Martina Baca Chamorro, quienes me brindaron la vida y me han enseñado a vivir con valores, principios enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, reconocer a mis hermanos Christiaan, Glishet, Verónica y Luis Enrique que me han ayudado en la elaboración de la tesis, reconocer a mis compañeros de estudio con los cuales hemos compartido las aulas universitarias, a mis maestros que influyeron con sus lecciones y experiencias como personas de bien y prepararme para los retos que pone la vida en nuestra profesión, a mis amigos que siempre me han apoyado, a todos y cada uno de ellos les dedico el desarrollo de la presente tesis.



AGRADECIMIENTOS

Primero y como más importante, me gustaría agradecer a mi asesor de Tesis. Mgt. Ing. FLORES BOZA Álvaro Horacio, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico. Así como sentirme en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis.

También agradecer a mis docentes universitarios Mgt. Ing. Víctor Manuel Arangoitia Valdivia, Ing. Eddy Sucno Torre Huamán que me guiaron y enriquecieron de conocimientos el presente documento y a mis docentes de la Universidad Andina del Cusco por su ejemplo y profesionalismo que me han demostrado a lo largo de mi formación académica.

A la E.P.S Seda Cusco por ayudarme con el alcance y acceso de los instrumentos de medición, acceso a la información, asistencia técnica, donde tuve la oportunidad de aprender y acabar una parte del presente trabajo de investigación.

De igual manera agradecer a Dios por acompañarme a lo largo de mi vida, dándome lecciones a diario e impulsándome a superarlo todo.

Y por último, pero no menos importante, estaré agradecido a mis compañeros de la escuela profesional, así como también a mis amigos por su apoyo moral, motivación y optimismo que me han ayudado en momentos muy críticos de la Tesis.

Para ellos,

Muchas Gracias por Todo.



RESUMEN

La presente Tesis titulada: “*Análisis y Determinación de Agua No Facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa en la E.P.S. Sedacusco S.A*”. tiene 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.

PALABRAS CLAVE: Agua no Facturada, Pérdidas Comerciales, Pérdidas Operativas, Macromedición, Micromedición.



SUMMARY

This thesis entitled "Analysis and Determination of Unbilled Water (ANF) in the drinking water supply system in the sub area of Larapa in the E.P.S. Sedacusco S.A ". Has the objective of analyzing and determining the percentage of loss of unprocessed water (ANF), which has been a social problem due to the scarcity of this vital service and the active economic problem of sanitation service companies in their desire to reduce the amount of drinking water loss in the sub area Larapa.

The research has been carried out in the department of Cusco, Province of Cusco, San Jerónimo District, Larapa Urbanization, in the area "XI" Vilcanota, sub area "XI-III" Larapa, so named by the company providing sanitation services .

The main objective was to analyze and determine the percentage of Unbilled Water (ANF) in the Potable Water Supply System, through which to determine the current functioning of the drinking water supply system. The methodology used consisted of an inventory of losses of water in relation to operational losses and commercial losses.

The collection of necessary data such as: types of piping, meter readings already installed in the field and test meters, location of water leakage points in log boxes, leakage points in ruts and clamps, leakage points in networks Of distribution, sectoralization for the test of watertightness in order to determine the percentage of unbilled Water (ANF), later the analysis of the current situation of the operation of the system of supply of drinking water was realized.

Finally, it was determined that the percentage of Unbilled Water (ANF) in the drinking water supply system of the Larapa sub-area is 69% of the total distribution volume in the entire drinking water distribution network in the sub area Larapa.

KEYWORDS:

Unbilled Water, Business Losses, Operational Losses, Macrometering, Micrometering,



INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre empezó a contabilizar el agua tratada o la denominada agua potable trajo consigo el problema creciente del desperdicio de un considerable volumen de agua. A esta pérdida del volumen de agua se le denominó volumen de agua no contabilizada, la cual se define como la diferencia entre el volumen producido menos el volumen facturado y que representa la pérdida de agua potable en lo referente a pérdidas operativas y pérdidas comerciales. Posteriormente esta pérdida se le denominó Agua No Facturada (ANF).

La necesidad de tener actualizado el porcentaje de pérdidas de Agua No Facturada para el año 2016 y el afán de implementar programas de reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona XI “*Vilcanota*”, sub zona XI-III “*Larapa*”, la falta de conocimiento del porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF). Lo cual resulta como tema de investigación denominado: “*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*”.

Que consistió en determinar y analizar el porcentaje de pérdidas de Agua No Facturada (ANF) en sus formas de presentación de pérdidas de agua operacional y pérdidas de agua comercial.

Para su determinación se necesitaron datos del volumen de distribución, instalando el equipo caudalimetro de ultrasonido PT878 que se encarga de la medición de volumen en la tubería de ingreso a la población de Larapa.

Las pérdidas operativas se determinaron ubicando puntos de pérdidas de agua potable por fugas en cajas de registro, pérdidas de agua potable por fugas en redes y pérdidas de agua potable por fugas en acometidas y abrazaderas, y para su determinación se realizaron pruebas de caudal mínimo nocturno, pruebas de muestreo de presiones, pruebas de hermeticidad de válvulas que ayudan a la localización de los puntos de fugas



de agua potable en la sub zona Larapa y a su vez se utilizaron equipos especializados como el correlador de ruidos de fugas y el geófono acústico digital.

Las pérdidas comerciales se determinaron ubicando pérdidas de agua potable por error de medición en la Micromedición y pérdidas de agua potable por hurto y clandestinaje y para su determinación se estableció un tamaño de muestra considerando la categoría tarifaria, rango de consumo, continuidad y sistema de abastecimiento de agua potable para la instalación de medidores de prueba.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada, porcentaje de pérdidas operativas, porcentaje pérdidas comerciales, dentro de ellas pérdidas por fugas en acometidas y abrazaderas, pérdidas por fugas en redes y pérdidas fugas en cajas de registro, pérdidas por error de medición en la Micromedición y pérdidas por hurto y clandestinaje.

Donde han sido analizadas y establecidas las conclusiones y recomendaciones para la reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua potable controlada por la empresa prestadora de servicios de saneamiento.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	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	3
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	4
1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	4
1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD	5
1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA	5
1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3.1. LIMITACIONES DE ORDEN GEOGRÁFICO	6
1.3.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO	7
1.3.3. LIMITACIONES TÉCNICAS	8
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	9



1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 9

1.5. HIPÓTESIS..... 10

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL..... 10

1.5.2. SUB HIPÓTESIS..... 10

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES. 11

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES. 11

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES. 11

1.6.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 15

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... 16

2. MARCO TEÓRICO..... 16

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL..... 16

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL..... 16

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL..... 18

2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES..... 22

2.2.1. DOTACIÓN DE AGUA..... 22

2.2.2. CAUDAL PROMEDIO (Q_{prom})..... 22

2.2.3. CONTROL DE PÉRDIDAS Y USO EFICIENTE..... 23

2.2.4. PERDIDAS DE AGUA (VOLUMEN NO CONTABILIZADO)..... 49

2.2.5. ÍNDICE DE PÉRDIDAS..... 54

2.2.6. BALANCE HÍDRICO..... 55

2.2.7. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO (SUNASS). 56

2.2.8. REGISTRO DEL PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (ANF)
A NIVEL NACIONAL. 61

2.2.9. INDICADOR DE BENCHMARKING – AGUA NO FACTURADA
(ANF). 62

CAPITULO III: METODOLOGÍA..... 64

3. METODOLOGÍA..... 64



3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 64

 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 64

 3.1.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN..... 65

 3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN..... 66

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... 66

 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO..... 66

 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA..... 67

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA..... 70

 3.3.1. POBLACIÓN..... 70

 3.3.2. MUESTRA..... 71

 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN..... 75

3.4. INSTRUMENTOS 76

 3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS..... 76

 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA..... 83

3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... 88

 3.5.1. MEDICIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA..... 88

 3.1.6. RECOLECCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS OPERATIVAS..... 91

 3.1.7. RECOLECCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS COMERCIALES..... 101

3.6. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS..... 114

 3.6.1. MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE CAUDAL DE INGRESO A LA
 POBLACIÓN DE LARAPA..... 114

 3.6.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS..... 120

 3.6.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES..... 128

 3.6.4. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA ÍNDICE DE PÉRDIDAS..... 149

 3.6.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL VOLUMEN DE PÉRDIDA DE AGUA
 POTABLE SUB ZONA LARAPA..... 150

CAPITULO IV: RESULTADOS..... 152

4. RESULTADOS..... 152



4.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA. 152

4.2. RESULTADOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS. 154

4.3. RESULTADOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES..... 155

4.4. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ÍNDICE DE PÉRDIDAS..... 158

4.5. BALANCE HIDRÁULICO DE LA SUB ZONA DE LARAPA. 159

4.2. RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE..... 162

4.3. RESUMEN DE AGUA NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA..... 162

4.4. CUADRO RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA. 163

CAPITULO V: DISCUSIÓN. 164

5. DISCUSIÓN..... 164

6. GLOSARIO..... 167

7. CONCLUSIONES..... 170

- CONCLUSIÓN N° 01..... 170
- CONCLUSIÓN N° 02: 170
- CONCLUSIÓN N° 03: 170
- CONCLUSIÓN N° 04: 171
- CONCLUSIÓN N° 05: 171
- CONCLUSIÓN N° 06: 171
- CONCLUSIÓN N° 07: 172

8. RECOMENDACIONES. 173

RECOMENDACIÓN N° 01: 173

RECOMENDACIÓN N° 02: 173

RECOMENDACIÓN N° 03: 173

RECOMENDACIÓN N° 04: 174

RECOMENDACIÓN N° 05: 174



RECOMENDACIÓN N° 06: 174

RECOMENDACIÓN N° 07: 174

RECOMENDACIÓN N°08: 175

RECOMENDACIÓN N° 09: 175

RECOMENDACIÓN N° 10: 175

9. BIBLIOGRAFÍA..... 176

 9.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 176

 9.2. REFERENCIAS DE INTERNET..... 178

10. ANEXOS..... 180

 ANEXO A: RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAUDAL DE INGRESO A LA
 POBLACIÓN DE LARAPA..... 180

 ANEXO B: ANÁLISIS POR DÍA DEL CAUDAL DE INGRESO A LA
 POBLACIÓN DE LARAPA..... 181

 ANEXO C: RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA ETAPA DE MICROMEDICIÓN.
 188

 ANEXO D: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... 196



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	15
Tabla N° 2: PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (ANF).	61
Tabla N° 3: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED.	62
Tabla N° 4: DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA.	72
Tabla N° 5: CUADRO CATEGORÍAS TARIFARIAS EN LA E.P.S. SEDACUSCO S.A.	73
Tabla N° 6: CUADRO CATEGORÍAS TARIFARIAS EN LA E.P.S. SEDACUSCO S.A.	73
Tabla N° 7: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE MUESTRA EN LA INVESTIGACIÓN.	74
Tabla N° 8: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: MEDICIÓN DE CAUDALES.	77
Tabla N° 9: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: LECTURA DE MEDIDORES PATRÓN.	80
Tabla N° 10: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: LECTURA DE MEDIDORES EN DIRECTO.	81
Tabla N° 11: FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE HURTO Y CLANDESTINAJE.	82
Tabla N° 12: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: MEDICIÓN DE CAUDALES.	89
Tabla N° 13: CUADRO DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES EN LA ETAPA DE LA MICROMEDICIÓN.	102
Tabla N° 14: FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CLANDESTINAJE....	113
Tabla N° 15: CUADRO COMPARATIVO DE VOLUMEN DE INGRESO DE AGUA `POTABLE.	119
Tabla N° 16: CUADRO DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE DE FUGAS EN CAJA DE REGISTRO.	121
Tabla N° 17: CUADRO FUGAS DE AGUA EN REDES.	124
Tabla N° 18: CUADRO DE FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.	127



Tabla N° 19: VOLUMEN DE PERDIDA MENSUAL EN CONEXIONES SIN MEDIDOR (DIRECTO)..... 130

Tabla N° 20: VOLUMEN DE PÉRDIDA MENSUAL EN CONEXIONES CON MEDIDOR (PRUEBA). 135

Tabla N° 21: TABLA DE RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE EN CONEXIONES CON MEDIDOR..... 139

Tabla N° 22: LISTA DE CONEXIONES UBICADAS CON PRESENCIA DE CONEXIONES CLANDESTINAS..... 144

Tabla N° 23: CUADRO DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE..... 150

Tabla N° 24: CUADRO COMPARATIVO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.. 153

Tabla N° 25: CUADRO DE PÉRDIDAS OPERATIVAS. 154

Tabla N° 26: CUADRO DE PÉRDIDAS COMERCIALES. 155

Tabla N° 27: CUADRO DE RESULTADO EN LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN. 156

Tabla N° 28: BALANCE HÍDRICO SUB ZONA LARAPA..... 159

Tabla N° 29: CUADRO DE RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE... 162

Tabla N° 30: CUADRO RESUMEN DE AGUA NO FACTURADA (ANF) 162

Tabla N° 31: CUADRO RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO. 163

Tabla N° 32: CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA..... 180

Tabla N° 33: CUADRO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE MEDIDORES PATRÓN – SUB ZONA LARAPA. 188

Tabla N° 34: CUADRO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE MEDIDORES TESTIGO – SUB ZONA LARAPA..... 195



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: UBICACIÓN EXACTA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
Figura N° 2: ZONA DE TRABAJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
Figura N° 3: UBICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE LARAPA.	6
Figura N° 4: VISTA GRAFICA DE LAS PÉRDIDAS OPERATIVAS.	26
Figura N° 5: FORMAS DE PRESENTACIÓN DE FUGAS EN LAS CONDUCCIONES Y TUBERÍAS PRINCIPALES.	29
Figura N° 6: FORMAS DE PRESENTACIÓN DE FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.	30
Figura N° 7: VÁLVULA DE CONTROL.	33
Figura N° 8: SECTORIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.	37
Figura N° 9: CONTROL ACTIVO DE FUGAS.	39
Figura N° 10: MODELO DE FUGAS, MÉTODO CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO.	40
Figura N° 11: RANGO DE MEDICIÓN DE MEDIDOR DE AGUA POTABLE.	41
Figura N° 12: ESQUEMA DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE.	47
Figura N° 13: TERMINOLOGÍA ESTÁNDAR PARA EL BALANCE HÍDRICO DE ACUERDO CON LA “IWA”.	55
Figura N° 14: FICHA DE NOTIFICACIÓN DE USUARIOS.....	78
Figura N° 15: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES.....	79
Figura N° 16: CAUDALIMETRO PARA LA MEDICIÓN DE CAUDAL.....	83
Figura N° 17: CORRELADOR DE RUIDOS DE FUGAS, “MICROCOR TOUCH”. .	84
Figura N° 18: GEÓFONO DIGITAL ACÚSTICO DIGITAL.	84
Figura N° 19: MEDIDOR DE AGUA POTABLE.	85
Figura N° 20: MANÓMETRO.....	85
Figura N° 21: CINTA MÉTRICA.....	86
Figura N° 22: SOFTWARE UTILIZADOS.	86
Figura N° 23: COMPUTADOR PROCESADOR DE DATOS.....	87
Figura N° 24: INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE FLUIDOS ULTRASONIDO EN LA TUBERÍA DE INGRESO DE AGUA POTABLE.	88
Figura N° 25: RECOLECCIÓN DE DATOS-VOLÚMENES.	90



Figura N° 26: SECTORIZACIÓN SUB ZONA LARAPA. 92

Figura N° 27: REALIZANDO LA PRUEBA DE HERMETICIDAD DE VÁLVULAS.
..... 93

Figura N° 28: PIQUE REALIZADO PARA LA PRUEBA DE CAUDAL MÍNIMO
NOCTURNO. 94

Figura N° 29: PERSONAL DE APOYO, EN LA PRUEBA DE CAUDAL MÍNIMO
NOCTURNO. 95

Figura N° 30: ETAPA DE DETECCIÓN DE FUGAS EN CAJAS DE REGISTRO. ... 96

Figura N° 31: FUGA EN ABRAZADERAS, AFORADOR MIDIENDO EL
VOLUMEN DE PERDIDA. 97

Figura N° 32: EQUIPO CORRELADOR DE FUGAS PARA LA DETECCIÓN DE
FUGAS. 99

Figura N° 33: GEÓFONO ACÚSTICO PARA DETECCIÓN DE FUGAS. 100

Figura N° 34: VERIFICACIÓN DE FUGAS EN CAJA DE REGISTRO. 101

Figura N° 35: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE PRUEBA. 104

Figura N° 36: FORMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES. 105

Figura N° 37: LECTURA DE MEDIDORES EXISTENTES Y MEDIDORES DE
PRUEBA. 105

Figura N° 38: ACTA DE RETIRO DE MEDIDOR PATRÓN. 106

FIGURA N° 39: RECOLECCIÓN DIARIA DE DATOS DE CONSUMO DE LOS
MEDIDORES. 107

Figura N° 40: LECTURA DIARIA DE MEDIDORES DE PRUEBA. 107

Figura N° 41: INSTALACIÓN DE MEDIDOR EN CONEXIÓN EN DIRECTO. 108

Figura N° 42: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR TESTIGO. 109

Figura N° 43: FORMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES TESTIGO. 110

Figura N° 44: LECTURA DE MEDIDORES TESTIGO. 110

Figura N° 45: ACTA DE RETIRO DE MEDIDOR PATRÓN. 111

Figura N° 46: LECTURA DIARIA DE MEDIDORES TESTIGO. 112

Figura N° 47: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES PROMEDIO
DE INGRESO DE AGUA POTABLE A LA POBLACIÓN DE LARAPA. 115

Figura N° 48: GRAFICA DE CAJA - CAUDAL INGRESO A LA POBLACIÓN DE
LARAPA. 116

Figura N° 49: DIAGRAMA DE BARRAS CAUDAL VS. TIEMPO DEL VOLUMEN
DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA. 117



Figura N° 50: VOLUMEN DE PÉRDIDA PROMEDIO EN CONEXIONES SIN MEDIDOR..... 131

Figura N° 51: VOLUMEN DE PÉRDIDA CATEGORÍA DOMESTICO..... 140

Figura N° 52: VOLUMEN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE POR CATEGORÍA TARIFARIA. 141

Figura N° 53: COMPORTAMIENTO DE LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN DENTRO DE LA SUB ZONA DE LARAPA. 142

Figura N° 54: PRUEBA DE HURTO Y CLANDESTINAJE..... 148

Figura N° 55: DIAGRAMA DE VARIACIÓN ENTRE EL VOLUMEN ACUMULADO Y EL VOLUMEN UTILIZANDO LA MEDIANA. 153

Figura N° 56: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN PORCENTAJE DE PERDIDAS OPERATIVAS..... 154

Figura N° 57: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE PÉRDIDAS COMERCIALES. 157

Figura N° 58: DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE. 160

Figura N° 59: DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE..... 160

Figura N° 60: DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA.161

Figura N° 61: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA DOMINGO*. 181

Figura N° 62: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA LUNES*. ... 182

Figura N° 63: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA MARTES*.. 183

Figura N° 64: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA MIÉRCOLES*. 184

Figura N° 65: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA JUEVES*... 185

Figura N° 66: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA VIERNES*. 186

Figura N° 67: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA SÁBADO*. 187

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La falta de información actualizada del porcentaje de pérdidas de Agua No Facturada (ANF) y su influencia en las numerosas pérdidas económicas en la empresa prestadora de servicios por el mal funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa, resulta un problema de investigación, interés y solución inmediata. Porque la línea de conducción del sistema Vilcanota, es un sistema de funcionamiento por impulsión que encarece la tarifa por consumo de agua potable para cada uno de los usuarios de este vital servicio de primera necesidad.

Donde la necesidad de tener un manejo adecuado de agua potable conlleva a la determinación del porcentaje de Agua No Facturada (ANF) en porcentaje de pérdidas operativas y porcentaje de pérdidas comerciales.

1.1.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

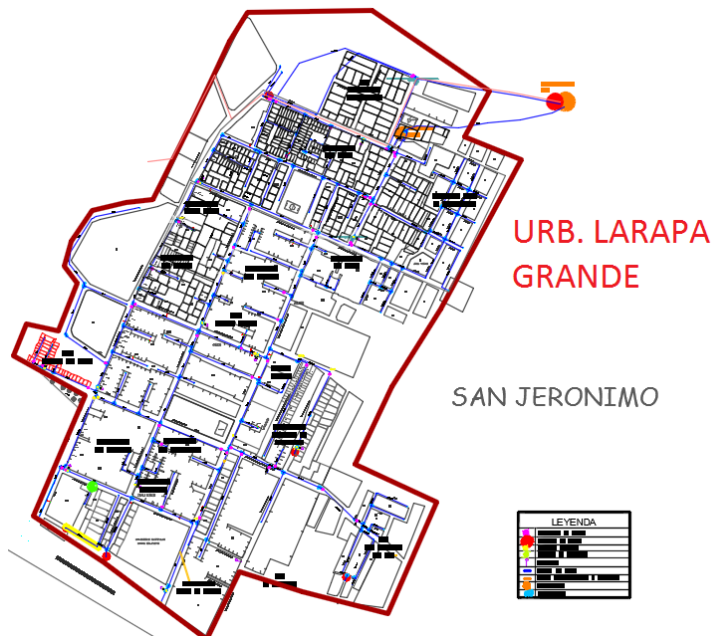
- **DEPARTAMENTO** : CUSCO
- **PROVINCIA** : CUSCO
- **DISTRITO** : SAN JERÓNIMO
- **URBANIZACIÓN** : LARAPA GRANDE

Figura N° 1: UBICACIÓN EXACTA DE LA INVESTIGACIÓN.



Fuente: Adaptado de google.

Figura N° 2: ZONA DE TRABAJO DE LA INVESTIGACIÓN.



Fuente: Adaptado plano E.P.S. Sedacusco S.A.



1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA.

1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL.

¿Cuál será el porcentaje de Agua no Facturada (ANF) 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?

1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

1.1.2.2.1. PROBLEMA ESPECÍFICO N° 1:

¿Cuál será el porcentaje de Pérdidas Operativas a determinar en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?

1.1.2.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO N° 2:

¿Cuál será el porcentaje de Pérdidas Comerciales a determinar en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?

1.1.2.2.3. PROBLEMA ESPECÍFICO N° 3:

¿Cuál será el índice pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?



1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La presente tesis: “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”. Analiza y determina el porcentaje de Agua no Facturada (ANF), determinando la cantidad de volumen de agua potable que se pierde en la sub zona Larapa, clasificando en pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

Así como tener un control y manejo adecuado del sistema de abastecimiento de agua potable con mayor eficiencia. Por lo tanto se investigó el comportamiento del porcentaje de pérdidas de agua potable en sus formas de presentación de pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente tesis: “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.” beneficia a la población ya que al tener un menor porcentaje de Agua No Facturada (ANF) y tener un sistema de abastecimiento por impulsión, la empresa prestadora de servicios de saneamiento impulsara una menor cantidad de agua del sistema de abastecimiento de agua potable “Vilcanota” para la sub zona Larapa. Con la reducción del porcentaje de Agua No Facturada se realizara un reajuste de la tarifa implementada por la superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS), lo cual la población pagara una tarifa menos costosa por el consumo de agua potable, con una mayor calidad en el servicio, con mejor continuidad, presión y una mejor racionalización del agua, actividades que nos ayudan a la conservación y protección del agua que en la actualidad se va haciendo escasa por su inadecuado manejo y contaminación del medio ambiente.



El volumen total recuperado del sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa servirá para poder abastecer de agua potable a otras urbanizaciones que no cuentan con este vital servicio de primera necesidad o para aquellas urbanizaciones que tienen una continuidad mínima del servicio de agua potable con el fin de poder incrementarla.

1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

La presente tesis: “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.”. Es viable en vista que se tiene disponibilidad de equipos necesarios para la investigación, economía accesible en la ejecución de la investigación, accesibilidad a la zona de estudio, acceso a la información (registros diarios, formatos, registros históricos de los caudales presentes en el sistema) y el conocimiento amplio de aspectos teóricos.

Así mismo se tiene asesoría en la parte técnica proporcionados por la E.P.S. SEDACUSCO S.A. Como por ejemplo el acceso a la utilización de equipos, acceso a información y asesoría en el manejo adecuado de los instrumentos de medición como el Correlador de ruidos de Fugas y el Geófono Acústico digital necesarios para desarrollar la presente tesis con eficacia, capacidad y destreza del tesista que garantizó la ejecución de la investigación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa.

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.

La presente tesis “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.”. Es un tema de gran importancia porque nos ayuda a actualizar la información del porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF), Para la implementación de un programa de

reducción de pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento de agua potable. Que conlleva a tener un mejor control del agua en su distribución en la zona de estudio.

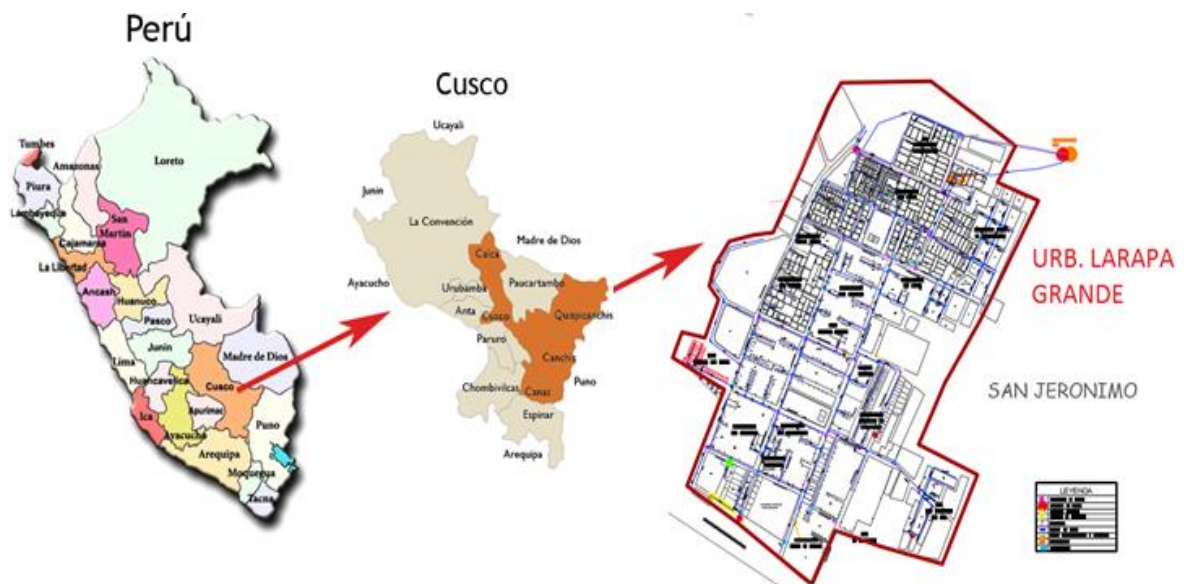
La investigación servirá de guía para las posteriores investigaciones y trabajos.

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. LIMITACIONES DE ORDEN GEOGRÁFICO.

1.3.1.1. La presente investigación considera, el sistema de abastecimiento de agua potable, del departamento de Cusco, provincia de Cusco, distrito de San Jerónimo de la urbanización de Larapa. Comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12.

Figura N° 3: UBICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE LARAPA.



Fuente: Elaboración Propia.



1.3.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO.

La investigación se limita a:

- 1.3.2.1. Analizar y determinar solamente parámetros de Agua no Facturada (ANF), y determinar el Porcentaje de Pérdidas Operativas, Porcentaje de Pérdidas Comerciales y el índice de Pérdidas.
- 1.3.2.2. Analizar y evaluar solamente el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa.
- 1.3.2.3. Obtener datos de los registros de operación de la tubería de ingreso hacia la urbanización de Larapa.
- 1.3.2.4. Obtener mediciones IN SITU de caudales, presión, volúmenes que son necesarios para el procesamiento de análisis de datos de la investigación durante los meses FEBRERO 2015 a JULIO 2015.
- 1.3.2.5. Analizar y evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa administrados por la E.P.S. SEDACUSCO S.A.
- 1.3.2.6. Uso de ecuaciones y valores, sugeridos por el Reglamento Nacional de Edificaciones y requisitos para los Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, destinados a localidades por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).
- 1.3.2.7. Los datos utilizados en el planteamiento de la hipótesis general se obtuvieron de los documentos publicados por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), En la publicación de indicadores de gestión titulada “LAS EPS Y SU DESARROLLO 2013”.



1.3.3. LIMITACIONES TÉCNICAS.

- 1.3.3.1. La determinación del tamaño de muestra para la prueba de Micromedición en pérdidas comerciales se realizó a un nivel de confianza del 95 %.
- 1.3.3.2. En el tamaño de muestra para la prueba de Micromedición la investigación consideró una precisión de 3% por la siguiente razón: se tomó una precisión de 3% con el objetivo de recolectar datos de todas las categorías tarifarias, sea proporcional la población y ver su comportamiento de cada una de ellas de acuerdo al tamaño de muestra.
- 1.3.3.3. Estudio de las condiciones actuales de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización de Larapa grande sistema de abastecimiento de agua potable Vilcanota.
- 1.3.3.4. Se realizó la sectorización y la distribución de la muestra considerando un mismo sistema de abastecimiento de agua potable, continuidad de 24 horas, la misma categoría tarifaria y rango de consumo de acuerdo a la categoría tarifaria.
- 1.3.3.5. Se tiene conexiones sin medidor (directo) solamente en la categoría doméstica.
- 1.3.3.6. En conexiones sin medidor (directo) la empresa prestadora de servicios asigna un volumen de consumo promedio de **19.00 m³** para la categoría doméstica, debido a un estudio realizado por dicha empresa y autorizado por el ente supervisor Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).



1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Analizar y Determinar el porcentaje de Agua no Facturada (ANF) 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.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1.4.2.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1:

Determinar el porcentaje de pérdidas de Agua Operacional en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa.

1.4.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO N° 2:

Determinar el porcentaje de pérdidas de Agua Comercial en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa.

1.4.2.3. OBJETIVO ESPECIFICO N°3:

Determinar el índice de pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa.



1.5. HIPÓTESIS.

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.

El porcentaje de agua no facturada (ANF) total con respecto a la dotación 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 del 41%.

1.5.2. SUB HIPÓTESIS.

1.5.2.1. SUB HIPÓTESIS N° 1:

El porcentaje de pérdidas de agua Operacional en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es de 55% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF).

1.5.2.2. SUB HIPÓTESIS N° 2:

El porcentaje de pérdidas de agua Comercial en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es de 45% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF).

1.5.2.3. SUB HIPÓTESIS N° 3:

El índice de pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es del 40%.



1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.

1.6.1.1. DOTACIÓN DE AGUA.

1.6.1.1.1. DESCRIPCIÓN

La dotación es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.

1.6.1.1.2. INDICADORES

- Caudal en (l/s)
- Volumen en (m³)

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES.

1.6.2.1. PÉRDIDAS OPERATIVAS

1.6.2.1.1. DESCRIPCIÓN

Estas pérdidas consideran volúmenes que no llegan al consumidor y que se pierden en los componentes del sistema de abastecimiento sean perdidas en redes, perdidas en acometidas y abrazaderas y perdidas en cajas de registro.

1.6.2.1.2. INDICADORES

- Volumen en (m³)
- Caudal en (l/s)



1.6.2.1.3. SUB VARIABLES.

1.6.2.1.3.1. FUGAS EN CAJAS DE REGISTRO.

Pérdida de volumen de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable en cámaras, válvulas reductoras de presión, válvulas de purga y medidores.

a) Indicadores

- Volumen en (m3)

1.6.2.1.3.2. FUGAS EN REDES.

Pérdida de volumen de agua en el sistema de abastecimiento de agua potable en las tuberías de la red de distribución.

a) Indicadores

- Volumen en (m3)

1.6.2.1.3.3. FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.

Perdida de volumen de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable en acometidas y abrazaderas.

a) Indicadores

- Volumen en (m3)



1.6.2.2. PÉRDIDAS COMERCIALES

1.6.2.2.1. DESCRIPCIÓN

Estas pérdidas consideran volúmenes consumidos no facturados, consumos a través de conexiones clandestinas, y consumos no registrados por defectos de la prueba de Micromedición.

1.6.2.2.2. INDICADORES

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

1.6.2.2.3. SUB VARIABLES.

1.6.2.2.3.1. MICROMEDICIÓN.

Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios.

a) Indicadores

- Volumen en (m³)

1.6.2.2.3.2. HURTO Y CLANDESTINAJE.

Robo de agua no identificada en el sistema de abastecimiento de agua potable.

a) Indicadores

- Volumen en (m³)



1.6.2.3. ÍNDICE DE PÉRDIDAS

1.6.2.3.1. DESCRIPCIÓN

Es una expresión que relaciona el volumen producido y el volumen facturado, esta igualdad demuestra la eficiencia en la conducción de agua potable de la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

1.6.2.3.2. INDICADORES

- Porcentaje (%)

1.6.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla N° 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tema de Investigación:	“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.”
-------------------------------	--

<i>Tipo de variable</i>		<i>Denominación de la variable</i>	<i>Descripción de la variable</i>	<i>Denominación de la sub variable</i>	<i>Nivel</i>	<i>Indicador</i>	<i>Instrumento de medición del indicador</i>
Independiente	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 operativas y pérdidas comerciales.		Caudal alto. Caudal moderado. Caudal bajo.	Volumen (m3) Caudal (l/s)	➤ Caudalímetro Ultrasonido PT878.
Dependiente	Y1:	Pérdidas Operativas	Estas pérdidas consideran volúmenes que no llegan al consumidor y que se pierden en los componentes del sistema de abastecimiento sean perdidas en redes, perdidas en acometidas y abrazaderas y perdidas en cajas de registro.	Fugas en cajas de registro	Pérdida Elevada. Pérdida Moderada. Pérdida Baja.	Volumen (m3)	➤ Geófono. ➤ Aforador.
				Fugas en redes	Pérdida Elevada. Pérdida Moderada. Pérdida Baja.	Volumen (m3)	➤ Correlador de ruidos de fugas. ➤ Geófono. ➤ Aforador.
				Fugas en acometidas y abrazaderas	Pérdida Elevada. Pérdida Moderada. Pérdida Baja.	Volumen (m3)	➤ Correlador de ruidos de fugas. ➤ Geófono. ➤ Aforador.
Dependiente	Y2:	Pérdidas Comerciales	Estas pérdidas consideran volúmenes consumidos no facturados, consumos a través de conexiones clandestinas, y consumos no registrados por defectos de la prueba de Micromedición.	Micromedición	Pérdida Elevada. Pérdida Moderada. Pérdida Baja.	Volumen (m3) Cantidad de conexiones (#).	➤ Medidores ➤ Fichas de campo
				Hurto y Clandestinaje	Pérdida Elevada. Pérdida Moderada. Pérdida Baja.	Volumen (m3)	➤ Guías de observación de campo.
Dependiente	Y3:	Índice de Pérdidas	Eficiencia en la conducción de agua potable por la empresa prestadora de servicios		Menor del 40% Igual a 40% mayor a 40%	Porcentaje (%)	➤ Hojas de cálculo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL.

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.

2.1.1.1. “DETERMINACIÓN Y REDUCCIÓN DE AGUA NO FACTURADA EN SECTOR PILOTO-HUARAZ”.

2.1.1.1.1. AUTOR

Empresa Prestadora de Servicios Chavín S.A.

2.1.1.1.2. INSTITUCIÓN

Empresa Prestadora de Servicios Chavín S.A.

2.1.1.1.3. LUGAR

Departamento Ancash, Provincia Huaraz.

2.1.1.1.4. FECHA

AÑO: 2009

2.1.1.1.5. DESCRIPCIÓN

El estudio consistió en proponer una metodología para la reducción y control sistemático de las pérdidas operativas y comerciales de agua aplicada en un Sector Piloto, con la participación colegiada entre la Gerencia Operacional y Gerencia Comercial.

Con el resultado de este proyecto, se identificaron los componentes principales de las pérdidas, que permitieron direccionar los esfuerzos eficazmente. Asimismo se optimizarán el uso de los recursos disponibles a un mejor costo beneficio.

El desarrollo de competencias y habilidades que adquieran los participantes, contribuirá a reducir los niveles de Agua No Facturada (ANF), y con estas fortalezas replicar al resto de sectores.

2.1.1.1.6. CONCLUSIONES

- a) Se determinó el porcentaje total de Agua No Facturada (ANF) en menor tiempo posible y de manera exacta aquellas en pérdidas operativas de en sector Piloto – Huaraz.
- b) El sistema de trabajo del equipo Correlador de fugas que correlaciona los tiempos de transcurso de la fuga y los sensores acoplados a la tubería indicando la distancia de la fuga en relación a un sensor. se trabajó en horas de la noche donde el tráfico vehicular es totalmente reducido o el más mínimo en cuanto a circulación y evitar la distorsión de los datos.
- c) Se logró identificar los componentes principales de las pérdidas, que permitirán direccionar los esfuerzos eficazmente, donde se optimizaran el uso de los recursos disponibles a un mejor costo/beneficio.

2.1.1.1.7. COMENTARIO

La investigación se enfatiza en proponer una metodología para la reducción y control sistemático de las pérdidas operativas y pérdidas comerciales aplicadas en el sector Piloto – Huaraz identificando la ubicación exacta de las fugas en la red de distribución utilizando el equipo correlador de ruidos de fuga para poder determinar el porcentaje total de Agua No Facturada (ANF)

**2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.****2.1.2.1. “LA SECTORIZACIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE”.****2.1.2.1.1. AUTOR**

ING. Gerardo, TOXKY LÓPEZ, para obtener el grado de maestro en Ingeniería Civil.

2.1.2.1.2. INSTITUCIÓN

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco, México.

2.1.2.1.3. LUGAR

México.

2.1.2.1.4. FECHA

Junio del 2012.

2.1.2.1.5. DESCRIPCIÓN

La investigación consistió en proponer una división de la red de distribución de agua potable del sector MHO-31 de la delegación Miguel Hidalgo, que permitirá un control de caudales tanto en la entrega como en la distribución haciendo más eficiente la red.

En el estudio se revisó la red de distribución, permitiendo un mayor control de los volúmenes de agua que entran y salen del sistema, regulando la presión interna en la tubería, lo que deriva en un importante control de fugas, mediante la implementación de válvulas de seccionamiento así como la selección de válvulas reguladoras de presión (VRP), con el fin de demostrar que al controlar un sector hidráulico se obtienen mejores resultados respecto a la reducción de pérdidas de agua por altas presiones.

2.1.2.1.6. CONCLUSIONES

- a) Se logró un mejor control de gasto suministrado y de las presiones en el sector Lomas, además de reducir de manera importante las pérdidas de agua ocasionadas por las constantes fugas, originadas por los marcados desniveles topográficos en el sector MHO-31 de la delegación Miguel Hidalgo.
- b) Con la sectorización se tiene un mejor control de las fugas, al detectarlas de manera electrónica en tiempo real.
- c) Con la propuesta final de sectorización, se obtuvo un diseño adecuado y confiable en su funcionamiento hidráulico.
- d) Con la propuesta de los subsectores, en los sitios de medición se tiene un mejor control del gasto que se suministra a los usuarios, en el sector Lomas.

2.1.2.1.7. COMENTARIO

La investigación se enfatiza en proponer una implementación y optimización de la sectorización en las redes de distribución y tener un mejor control de las fugas a tiempo real para su intervención inmediata al detectarlas de manera electrónica. Esto conlleva a realizar una investigación del buen funcionamiento y la importancia de la sectorización. Con la sectorización se tiene un mejor control de volumen de producción por sectores.



2.1.2.2. “IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO SAN GIL”.

2.1.2.2.1. AUTOR

Diana María RAMÍREZ CARVAJAL, para obtener el grado de Ingeniero Civil.

2.1.2.2.2. INSTITUCIÓN

Universidad Industrial de Santander.

2.1.2.2.3. LUGAR

Colombia – Bucaramanga.

2.1.2.2.4. FECHA

Bucaramanga – 2010.

2.1.2.2.5. DESCRIPCIÓN

Lograr la eficiencia en el manejo de los recursos hídricos, desde el punto de vista ambiental, técnico y comercial obteniendo como resultado la disminución del índice de agua no contabilizada (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, Suministrando un óptimo servicio de acueducto, alcantarillado y aseo, cumpliendo las expectativas y necesidades de los usuarios.

2.1.2.2.6. CONCLUSIONES

- a) Con el fin de alcanzar metas más 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.



- b) 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 hasta cubrir su totalidad.

2.1.2.2.7. COMENTARIO

La investigación se enfatiza en establecer una metodología del control de presiones en la red que requiere del montaje de un modelo hidráulico confiable que logre una eficiencia en el uso de los recursos hídricos que incremente la calidad en el servicio de agua en el acueducto San Gil. La investigación propone metas necesarias en un sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES.

2.2.1. DOTACIÓN DE AGUA

Cantidad de agua en litros por segundo necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable considerando cada uno de los habitantes, incluyendo todos los servicios que se realiza en un día anual tomando en cuenta las pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

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 Larapa.

- Sera el resultado de una estimación de consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, adicionando los gastos por eventualidades. (AROCHA R S. , 1979)

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

Donde:

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

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

N° días: número de días de un mes.



2.2.3. CONTROL DE PÉRDIDAS Y USO EFICIENTE.

Conjunto armónico de actividades realizadas por una empresa destinada a alcanzar y mantener un nivel en que los componentes de las pérdidas, y los desperdicios a causa del uso ineficiente del agua sean los mínimos posibles en condiciones de viabilidad técnica, económica, financiera, institucional y social (CAPORALI, 1989).

2.2.3.1. VOLUMEN DE INGRESO AL SISTEMA

Es la cantidad de agua producida y añadida al sistema de distribución. Incluye el agua suministrada por otros operadores y distribuidores de agua y constituye el volumen de agua más grande que ingresa al sistema.

2.2.3.2. FACTORES QUE AFECTAN AL CONSUMO.

2.2.3.2.1. TIPO DE POBLACIÓN.

La urbanización de Larapa está constituido por sectores residenciales, comerciales, industriales, y recreacionales cuya composición porcentual es variable para cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones (AROCHA R S. , 1979).

Según (AROCHA R S. , 1979), clasifica el tipo de consumo de la siguiente manera:

2.2.3.2.1.1. CONSUMO DOMESTICO.

Constituido por el consumo familiar de agua bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego de jardín, lavado de carro y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias.

2.2.3.2.1.2. CONSUMO COMERCIAL O INDUSTRIAL.

Puede ser un gasto significativo en casos donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial. En tal caso, las cifras de consumo deben basarse en el tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumos per cápita.

2.2.3.2.1.3. CONSUMO PÚBLICO.

Está constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines públicos, así como a la limpieza de calles.

2.2.3.2.1.4. CONSUMO POR PERDIDA EN LA RED.

Es motivado por juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas y puede llegar a representar de un 10 a un 15 por 100 del consumo total.

2.2.3.2.1.5. CONSUMO POR INCENDIO.

Puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, y que en el diseño de alguno de sus componentes este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve.

2.2.3.3. 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 (por ejemplo lavado de filtros de plantas de tratamiento de agua potable) (SUNASS.)

2.2.3.4. PÉRDIDAS OPERATIVAS

Son los volúmenes de agua que corresponden al agua que escapa del sistema de distribución por falla en la hermeticidad de sus componentes; que rebosa en los reservorios y otras estructuras abiertas a la atmosfera, por falla en los controles de nivel; o que es consumida en exceso en las operaciones de lavado y desinfección de tuberías y reservorios. Las pérdidas físicas son una pérdida real de agua que aumenta los costos de producción. (CAPORALI, 1989)

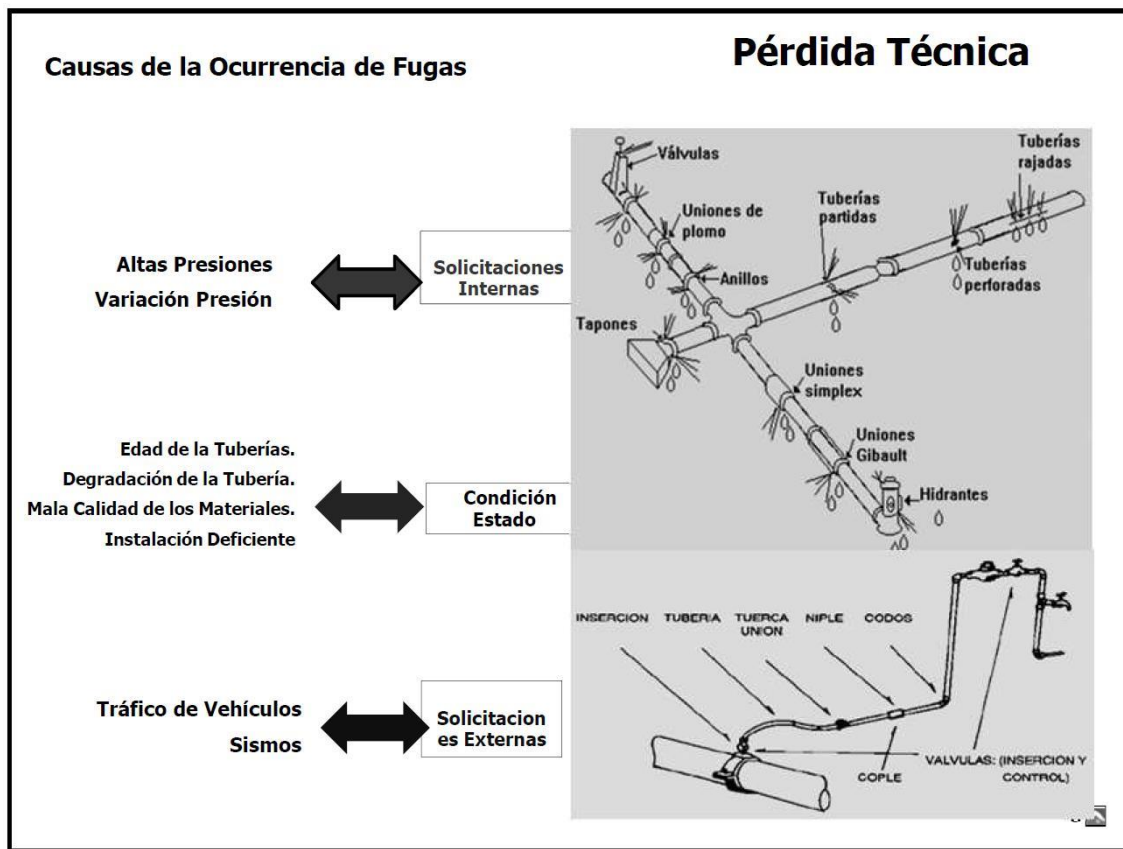
Son los volúmenes que no llegan al consumidor y que se pierden en los componentes del sistema de abastecimiento sean pérdidas en redes, pérdidas en acometidas y abrazaderas y pérdidas en cajas de registro.

Representadas en los reboses de los tanques, tanto urbanos como rurales; fugas en las redes, consumo de agua en operaciones de desinfección de redes y/o tanques o por el mal funcionamiento de válvulas e hidrantes.

Las principales causas de fugas en las redes pueden ser:

- Degeneración del material de las tuberías por el tipo de suelo que las rodea (ácidos orgánicos, llenos con basuras, arcillas, suelos limosos, etc.).
- Asentamientos del terreno que hacen que las tuberías se rompan.
- Movimientos sísmicos.
- Las uniones de metales diferentes ocasionan corrosión por electrólisis, acabando con uno de los dos materiales en contacto.

Figura N° 4: VISTA GRAFICA DE LAS PÉRDIDAS OPERATIVAS.



Fuente: Aguas Andinas, Presentación en seminario AIDIS, 24 Mayo 2013.

2.2.3.4.1. FUGAS VISIBLES

Volumen de agua que se escapa a través de las redes públicas e instalaciones internas de un inmueble y es detectable directamente por los sentidos.

2.2.3.4.2. FUGAS NO VISIBLES

Volumen de agua que se escapa a través de las redes públicas e instalaciones internas de un inmueble y se detecta solamente mediante instrumentos apropiados que utilizan métodos acústicos.

2.2.3.4.3. CONTROL DE FUGAS

2.2.3.4.3.1. CLASIFICACIÓN

Clasificación de fugas, recuperado de “**Biblioteca Virtual De Desarrollo Sostenible Y Salud Ambiental**” el (22/01/2016), link. www.bvsde.paho.org/bvsac/scan/011632-05.pdf.

a) CATEGORÍA 1

Se incluyen dentro de esta categoría las fugas muy pequeñas, por ejemplo, aquellas que se presentan en las juntas o uniones en tuberías principales o de servicio y que son prácticamente exudaciones o goteos. Estas fugas no son detectables por técnicas normales. Más aun, algunas de estas fugas pueden ser visibles como el goteo de una válvula, pero puede que ser que no se repare oportunamente.

b) CATEGORÍA 2

Se incluyen dentro de esta categoría las fugas pequeñas que en conjunto contribuyen en un alto porcentaje al desperdicio total en un sector de fugas, pero que no son aparentes excepto cuando se lleva a cabo una inspección detallada y algunas veces el uso de técnicas más sofisticadas, tales como medición, sectorio y sondeo con equipos acústicos.

c) CATEGORÍA 3

Se incluyen dentro de esta categoría las fugas grandes que se evidencian por varios mecanismos, tales como roturas en el pavimento, agua fluyendo visiblemente, ruido en las casas, baja presión y falta de agua.



2.2.3.4.4. FORMAS DE PRESENTACIÓN DE FUGAS.

Según la “**Biblioteca Virtual De Desarrollo Sostenible Y Salud Ambiental**”, recuperado el (22/01/2016), link. www.bvsde.paho.org/bvsac/scan/011632-05.pdf.

2.2.3.4.4.1. AGUA USADA EN EXCESO EN LA OPERACIÓN

Se define como el agua usada sin necesidad y en exceso en las operaciones rutinarias de plantas de tratamiento (lavado de filtros, lavado de tanques decantadores, Lavado de reservorios, etc.) y tuberías de la red (descargas para la limpieza y desinfección).

2.2.3.4.4.2. REBOSES

Se define como el agua que se pierde en reservorios debido a las infiltraciones por la estructura del reservorio, reboses que ocurren mayormente debido al mal funcionamiento o ausencia de válvulas de cierre que interrumpen el suministro de agua cuando el reservorio alcanza su nivel máximo.

2.2.3.4.4.3. FUGAS EN LOS TANQUES.

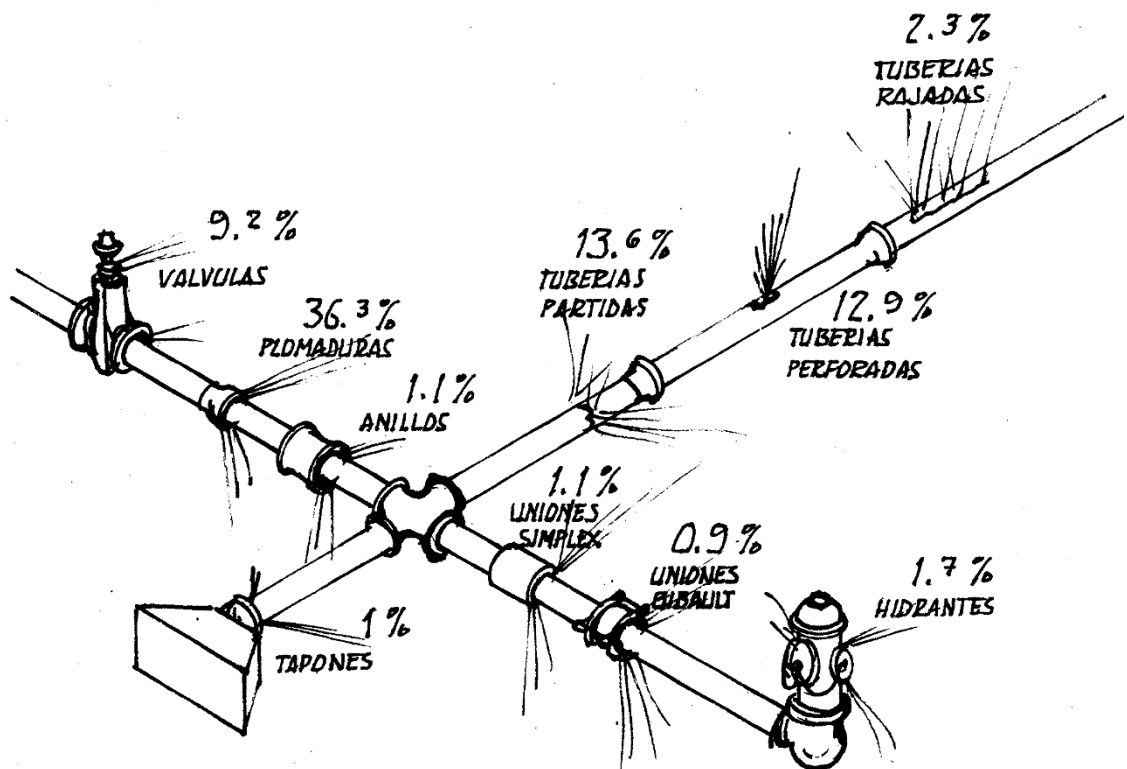
El agua puede fugarse de los tanques por reventaduras o rebases, aquellas por reventaduras pueden ser visibles o no. En cualquier caso, cerrando la entrada y la salida, verificando que efectivamente estas válvulas cierren herméticamente, se mide la altura que desciende el agua en determinado tiempo. La altura multiplicada por el tiempo dará el volumen perdido. Las fugas por rebalse, cuando suceden, generalmente son de gran magnitud por lo que merecen especial atención la inspección y el mantenimiento de las válvulas e control de nivel en el tanque o válvulas de altitud.

2.2.3.4.4. FUGAS EN LAS CONDUCCIONES Y TUBERÍAS PRINCIPALES.

Estas fugas se presentan en las juntas uniones y en el cuerpo del tubo, las primeras suceden con mayor frecuencia en uniones con plomo que en las automáticas “Push on Joint” o mecánicas: también se dan uniones flexibles, tales como la triplex de Asbesto-Cemento y otras similares como Gibault o Dresser.

Las segundas corresponden a tuberías perforadas y rajadas por el efecto de la corrosión, esfuerzos concentrados y sobre presiones.

Figura N° 5: FORMAS DE PRESENTACIÓN DE FUGAS EN LAS CONDUCCIONES Y TUBERÍAS PRINCIPALES.



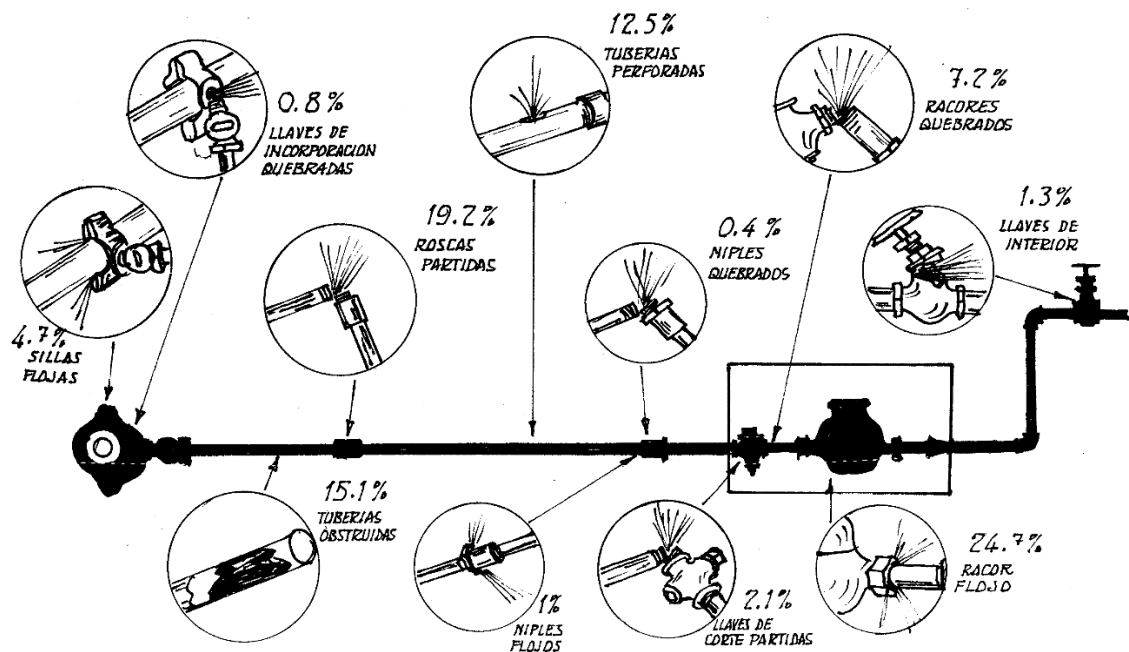
Fuente: Adaptado de Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (BVSDE).

2.2.3.4.4.5. FUGAS EN LAS ACOMETIDAS O TUBERÍAS DE SERVICIO.

Estas fugas se presentan también en las uniones y en el cuerpo del tubo.

Los daños en las acometidas son de menor trascendencia que los daños en las conducciones y en las redes, pero se presentan con una frecuencia mucho mayor.

Figura N° 6: FORMAS DE PRESENTACIÓN DE FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.



Fuente: Adaptado de Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (BVSDE).



2.2.3.4.5. 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 (micrófono) (E.P.S. CHAVIN S.A. , 2009).

2.2.3.4.6. PRESIÓN DIFERENCIAL

La presión diferencial conocido también como Muestreo de Presiones es realizada como 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.

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 (E.P.S. CHAVIN S.A. , 2009).

2.2.3.4.7. DEFINICIONES RELACIONADAS CON LAS REDES

Dentro del contexto de la búsqueda de fugas las definiciones relacionadas a las redes es 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.

Dentro de estos términos podemos definir los más importantes:

2.2.3.4.7.1. 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.

2.2.3.4.7.2. RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o conexiones domiciliarias. (UNATSABAR, 2015).

2.2.3.4.7.3. OBRAS DE DISTRIBUCIÓN.

a) LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.

Están constituidas por las tuberías que van de la fuente, el reservorio, o de la planta de tratamiento a la zona de servicio. (AROCHA R S. , 1979).

b) TUBERÍAS TRONCALES.

Conforman la red principal de distribución debiendo formar en lo posible circuitos cerrados. Deberán instalarse a distancia de 400 a 600 metros entre ellos. (AROCHA R S. , 1979).

c) TUBERÍAS DE SERVICIO.

Son las tuberías que están conectadas a las troncales y dan servicio local a los predios conformando la malla del sistema de distribución, el diámetro mínimo de la tubería de servicio será de 3". (AROCHA R S. , 1979).

2.2.3.4.7.4. VÁLVULA

Accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo y se pueden clasificar en función de la acción específica que realizan. Las válvulas más comunes en una red de distribución son las de compuerta y sirven para aislar segmentos de la misma. (UNATSABAR, 2015).

a) VÁLVULA DE CONTROL

Es un accesorio que se coloca en la red de distribución, sirve para regular el caudal del agua por sectores para poder realizar la labor de mantenimiento y reparación.

Figura N° 7: VÁLVULA DE CONTROL.



Fuente: Adaptado de Google.

b) VÁLVULA DE PURGA

Se coloca en los puntos más bajos de la red de distribución. Sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería.

c) VÁLVULA DE AIRE

Se coloca en los puntos más altos de la red de distribución. Sirve para eliminar el exceso de aire en la tubería, sirve también de incorporador de aire a la falta de aire en la tubería.

2.2.3.4.7.5. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, para que los usuarios puedan utilizar en sus hogares.

La conexión consta de las siguientes partes:

- a) **Elemento de toma:** Que consta de una abrazadera o una tee.
- b) **Elemento de conducción:** que va desde la red matriz hasta la vivienda conocido también como **acometida**.
- c) **Elemento de control:** constituido por dos válvulas de paso y un medidor para el control de consumo de cada usuario.
- d) **Conexión al interior:** Es la distribución interna de la vivienda.

2.2.3.4.8. 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. (RODOLFO).

2.2.3.4.8.1. SECTOR DE ABASTECIMIENTO

Es una región abastecida por una fuente perfectamente definida a través de límites naturales (ríos, divisorias de agua, rieles, carreteras, avenidas, etc.) o límites artificiales (válvula de cierre o tapón de la tubería). La fuente de agua que abastece al sector de abastecimiento puede ser una unidad de producción de agua (pozo, planta de tratamiento, etc.), una unidad de almacenamiento o una derivación de una línea de aducción de agua tratada. (RODOLFO).

2.2.3.4.8.2. OBJETIVOS DE LA SECTORIZACIÓN.

La sectorización tiene los siguientes objetivos principales:

a) Desarrollo de la operación.

Garantizar la infraestructura necesaria para la implantación de macromedidores, contribuyendo en un mejor conocimiento de la red y en el desarrollo del control de la operación.

b) Desarrollo del control de fugas.

Garantizar la infraestructura necesaria para el desarrollo del control de fugas a través de la implantación de sectores de abastecimiento, distrito de medición y micro zonas de maniobra.

c) Desarrollo del mantenimiento de la red.

Optimizar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución, agilizando y facilitando las intervenciones con el establecimiento de distritos y micro zonas de maniobra en los sectores.



2.2.3.4.8.3. PRE-REQUISITOS PARA LA SECTORIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

a) RECURSOS

La sectorización puede demandar la aplicación de inversiones sustanciales ya que el proyecto de sectorización puede determinar la instalación de nuevas tuberías, válvulas de cierre y rehabilitación de las instalaciones existentes en la red para poder alcanzar los objetivos de sectorización. (RODOLFO).

b) CATASTRO TÉCNICO

La existencia de planos actualizados de la red de distribución es un pre-requisito fundamental para el estudio de la sectorización.

La identificación de los límites del sector y de las válvulas de la micro zona de maniobra presupone el conocimiento de la red, obtenido a través del catastro técnico. (RODOLFO).

c) PITOMETRIA Y TOPOGRAFÍA

La elaboración de los estudios pito métricos y topográficos puede ser realizada por personal contratado. Es aconsejable designar uno o más empleados de la EPS para acompañar y apoyar la ejecución de estos servicios. El seguimiento adecuado por este funcionario podrá ser útil a la EPS para la realización de nuevos estudios con recursos propios. (RODOLFO).

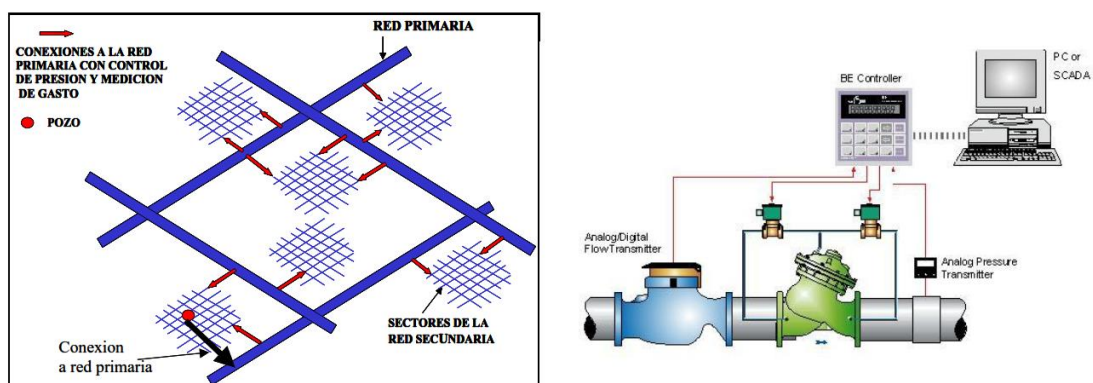
d) MODELOS MATEMÁTICOS

Una red sectorizada presupone que los clientes internos al sector están siendo atendidos de forma regular y en cantidad necesaria. Por lo tanto, la red primaria del sector debe estar dimensionada según los parámetros de diseño de la EPS para atender al consumo. Para poder alcanzar este objetivo se emplearan modelos matemáticos. (RODOLFO).

2.2.3.4.8.4. SECTORIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE

Según (RODOLFO), indica que la sectorización de redes de agua potable es el propósito de sectorizar la red de distribución es el de incrementar su eficiencia hidráulica y ejercer un mayor control operativo de parámetros como la presión, la cantidad de agua, detección de fugas, así como la calidad del agua.

Figura N° 8: SECTORIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.



Fuente: CONAGUA.

a) MICRO ZONA DE MANIOBRA

Es una zona interna de un sector de abastecimiento, con límites bien definidos, que puede ser aislada a través de maniobras de válvulas. Su finalidad principal es crear las condiciones para las mediciones necesarias a fin de identificar fugas no visibles o para estudios específicos. Por lo general, el área abarcada por la micro zona de maniobra va de 1.5 km hasta 3.0 km de tuberías, con aproximadamente 1500 clientes a la red (RODOLFO).



b) ÁREA PILOTO

Según (RODOLFO) Se define Área Piloto como un sector de abastecimiento representativo de la red de distribución operado por la EPS, que representa las condiciones más adecuadas para desarrollar las sistemáticas de reducción y control de fugas físicas de agua. Por lo general, el área piloto debe tener las siguientes características principales:

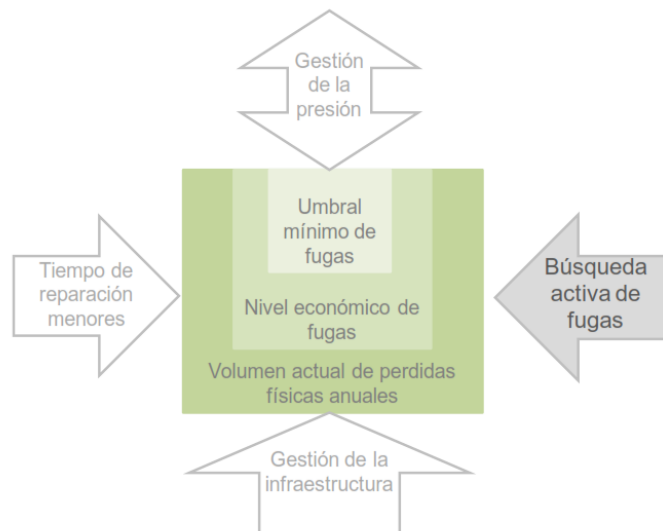
- Mayor facilidad de sectorización.
- Mejores condiciones de abastecimiento en términos de continuidad y confiabilidad del suministro de agua.
- Mejores condiciones para alcanzar el 100 % de cobertura de micro medición.
- Menor número de fuentes de agua que abastecen al sector.
- Facilidad de acceso de las unidades de la EPS involucradas en el proceso de distribución de agua.

2.2.3.4.9. MÉTODO DE LOS CAUDALES NOCTURNOS.

NIGHT FLOW METHOD (NFM).

Nace gracias a las pautas propuestas por el grupo de especialistas en pérdidas de agua de la asociación internacional del agua (IWA. Siglas en ingles), dentro del marco de lo que se conoce como el control activo de fugas, cuyo propósito es reducir el tiempo durante el cual se encuentran activas las fugas que no muestran signos visibles ni producen reducciones significativas de la presión (CABRERA, 2004).

Figura N° 9: CONTROL ACTIVO DE FUGAS.

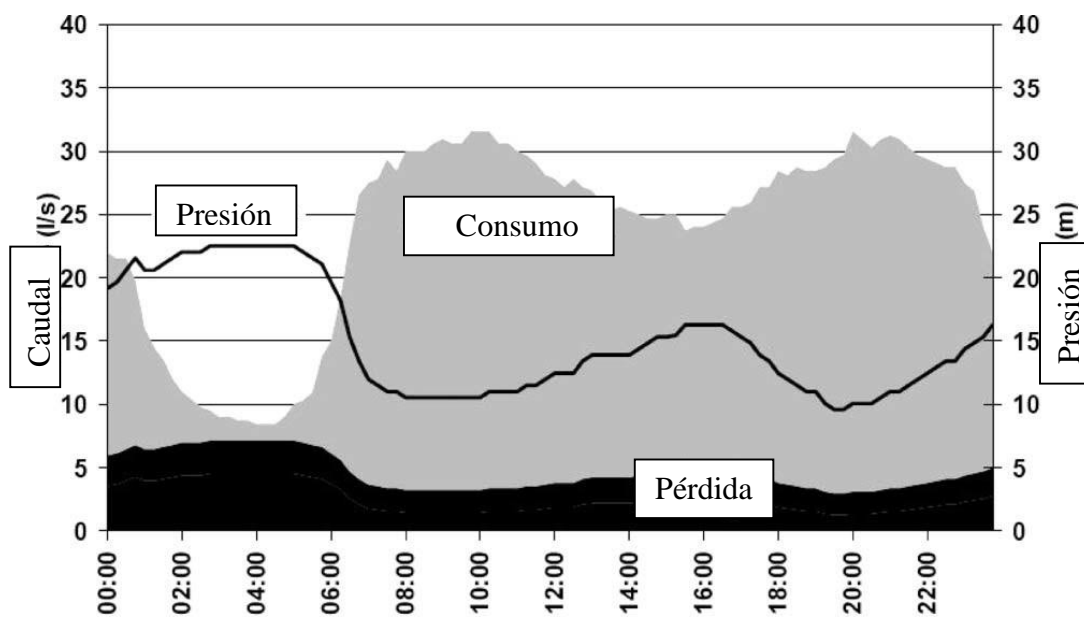


Fuente: Control activo de fugas, Estrategias de International Water Association, IWA.

➤ MÉTODO DE CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO

Necesita como primer dato básico el conocimiento del caudal fugado de la red en una hora. Esta hora, por factibilidad y confianza recaerá en el momento donde el caudal consumido es mínimo, debido a que se presume una mejor precisión en la medición o estimación del consumo. Por otro lado, al tener el mínimo consumo, la presión en la red será máxima y por ende mayor el volumen fugado.

Figura N° 10: MODELO DE FUGAS, MÉTODO CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO.



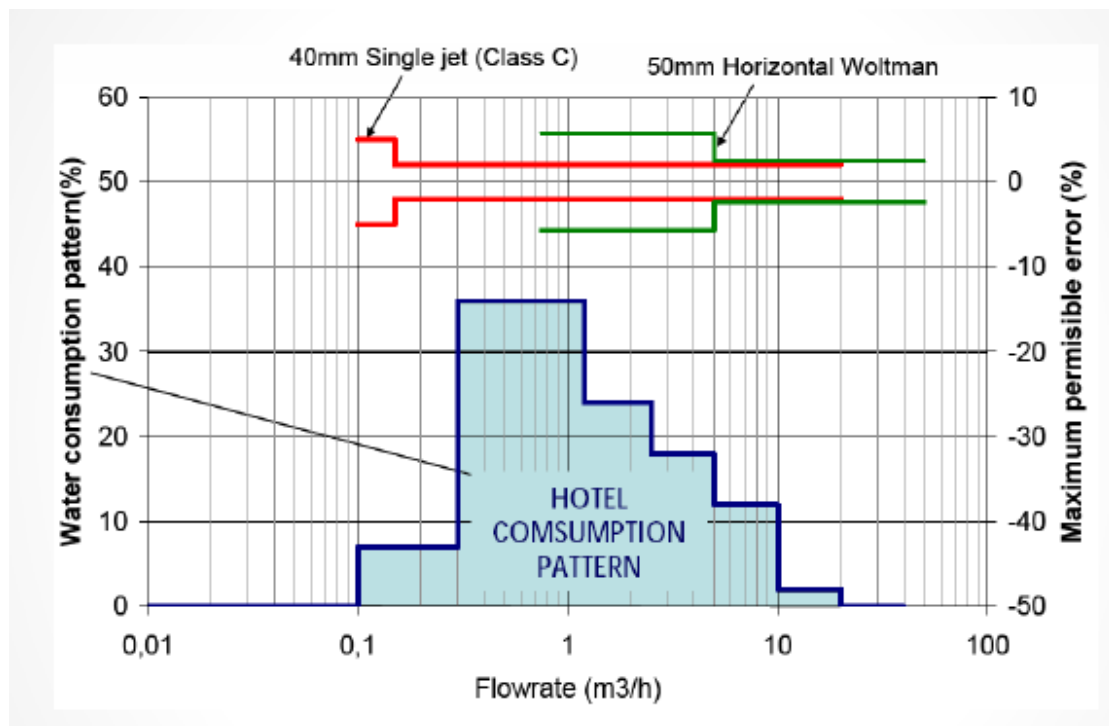
Fuente: Modelo de fugas, (Adaptado de PUUST ET AL., 2010).

2.2.3.5. PÉRDIDAS COMERCIALES.

Corresponde al volumen de agua consumida, pero no registrada, por los micro medidores o por 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, consumos clandestinos, errores de micro medición y errores de estimación de los consumos no medidos. (CAPORALI, 1989)

Figura N° 11: RANGO DE MEDICIÓN DE MEDIDOR DE AGUA POTABLE.



Fuente: Miya, Presentación en seminario Agua No Contabilizada, AIDIS Chile, 24 de Mayo 2013.

“Las pérdidas comerciales generalmente se producen por una selección inadecuada del medidor con respecto al perfil de consumo del cliente”.

2.2.3.5.1. MACROMEDICIÓN.

Es el conjunto de acciones destinadas a conocer los caudales y volúmenes producidos y distribuidos en los sistemas de abastecimiento de agua, además del registro de los niveles de agua en los tanques de almacenamiento y presión en las tuberías de agua, lo que proporciona condiciones para una mejor administración operacional de los sistemas. (CAVALCANTI, SEPTIEMBRE, 1996).

2.2.3.5.2. CAUDAL

El agua que pasa por un riachuelo o río, por una tubería, por una sección normal de una corriente de agua, la que produce un pozo o una mina o la que entra o sale de una planta de tratamiento, medida en una unidad de tiempo. Recuperado de “www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/041225/041225-04.pdf” el 15 de abril del 2016.

2.2.3.5.3. CAUDAL Y VOLUMEN

Según la E.P.S. 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.

2.2.3.5.4. PRESIÓN

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

Según la norma “Redes De Distribución De Agua Para Consumo Humano”, 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.

2.2.3.5.5. MICROMEDICIÓN.

Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios, lo que garantiza que el consumo se realice dentro de los patrones establecidos y que la cobranza sea justa y equitativa por los servicios prestados. (CAVALCANTI, SEPTIEMBRE, 1996).

2.2.3.5.5.1. IMPORTANCIA DE LA MICROMEDICIÓN.

La Micromedición genera:

- Racionalización del consumo.
- Eficiencia operacional y comercial.
- Distribución justa y equitativa.
- Equilibrio de presiones.
- Prolonga el peligro de vida útil de un proyecto de abastecimiento.
- Optima administración, planeamiento y operación.



2.2.3.5.6. MEDICIÓN.

La medición nos permite conocer sobre una propiedad de las cosas, por ejemplo el tamaño, peso, y volumen que tiene un determinado cuerpo u objeto, es decir, la medición nos proporciona un número de dicha propiedad. Para realizar una medición se requiere utilizar un instrumento, como una balanza, tanque calibrado o una regla graduada, además de un determinado método y procedimiento de medición (DAJES CASTRO, 2004).

2.2.3.5.7. MEDIDOR.

Instrumento previsto para medir continuamente, memorizar y exhibir el volumen de agua que pasa a través del transductor de medida en las condiciones de medición (OIML 49).

Instrumento de medición con integradores incorporados que determinan continuamente el volumen de agua que fluye a través de estos (DAJES CASTRO, 2004).

2.2.3.5.8. CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS.

Una de las principales características metrológicas se refiere a los errores máximos permisibles que deben cumplir los medidores de agua. Otra que guarda relación es la clasificación en función de los caudales de trabajo, aunque los errores máximos permisibles son los mismos para cada una de estas dos clases. (DAJES CASTRO, 2004).



Según (DAJES CASTRO, 2004), es necesario para tratar este tema, conocer algunas definiciones relacionadas:

a) Caudal.

Es el cociente del volumen de agua que pasa a través del medidor, y el tiempo que demora en hacerlo.

b) Caudal Permanente (q_p)

Es el caudal en el que se requiere el buen funcionamiento del medidor, bajo condiciones normales de uso como por ejemplo: flujo uniforme y/o intermitente.

c) Caudal de sobrecarga (q_s)

Caudal en el cual se necesita que el medidor de agua opere satisfactoriamente por ciertos periodos de tiempo sin deteriorarse. Su valor es el doble del valor de caudal permanente (q_p).

d) Caudal Mínimo (q_{min})

Es el caudal más bajo donde se requiere que el medidor proporcione indicaciones, dentro del error máximo permisible.

e) Caudal Transición (q_t)

Es el valor del caudal que se encuentra en el de sobrecarga y el mínimo. Divide a este rango de caudales en dos zonas: la “superior” y la “inferior”, cada una de las cuales se caracteriza por un error máximo permisible distinto.

**f) Caudal Arranque**

Valor de caudal en el que el medidor empieza a funcionar de manera estable, sin encontrarse sujeto a una exigencia de cumplimiento de los errores máximos permisibles.

g) Curva de Error

Grafico que muestra los errores de indicación del medidor en función de los caudales. Se emplea una escala semi logarítmica, donde el caudal está en el eje de las abscisas y el error se expresa porcentualmente en el eje de las ordenadas.

2.2.3.5.9. TIPOS DE USUARIOS A MEDIR.

Los Micro medidores pueden ser instalados en usuarios pertenecientes a diferentes categorías. Es muy importante considerar este aspecto pues las características de consumo de una categoría con respecto a otra pueden ser muy diferentes.

A continuación se presenta la categorización de usuarios a medir:

- Domestica
- Comercial
- Industrial
- Social
- Estatal

Es importante considerar que, incluso dentro de una misma categoría, puede haber mucha diferencia respecto a los caudales de consumos típicos.

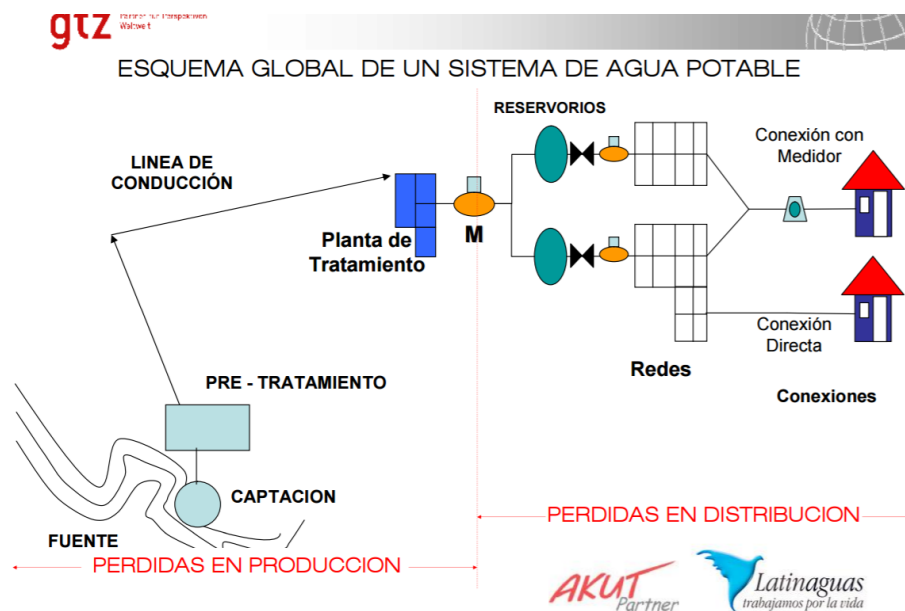
2.2.3.5.10. CATASTRO DE CONSUMIDORES.

El catastro de consumidores tiene por objeto el mantenimiento de un registro adecuado de datos sobre los usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua de la empresa, conexiones existentes y otras informaciones de índole comercial, lo que posibilita la correcta facturación y cobranza de los servicios prestados. (CAVALCANTI, SEPTIEMBRE, 1996).

2.2.3.6. ESQUEMA GLOBAL DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE.

El esquema siguiente podemos observar la presencia de pérdidas en la producción y pérdidas en la distribución en el funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Figura N° 12: ESQUEMA DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE.



Fuente: AKUT, LATINAGUAS.

2.2.3.7. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.

Se trata del volumen salido de las instalaciones de producción del servicio (fuente) para ser introducido en la red de conducción. La noción de volumen producido implica que el agua proviene de las instalaciones precedidas o no de tratamiento.

2.2.3.8. VOLUMEN DE DISTRIBUCIÓN.

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

2.2.3.8.1. VOLUMEN CONTABILIZADO.

Es el volumen que resulta de las lecturas de los aparatos de medición de abonados. Decimos contabilizada en el sentido de la lectura de las mediciones. Tiene en cuenta los volúmenes resultantes de la lectura de los índices (sin correcciones de posibles errores), de las rectificaciones posibles tras un error de lectura, de las evaluaciones por causa de la inaccesibilidad, de mal funcionamiento o la ausencia provisional de ciertos medidores (los volúmenes utilizados) en acometidas que no están dotadas de un medidor permanente no entran en el cálculo de este volumen.

2.2.3.9. VOLUMEN FACTURADO

Se trata del volumen resultante de las facturas. A menudo, es diferente del volumen contabilizado. En efecto, incluye las nociones de precio fijo de consumos mínimos, de agua servida gratuitamente, de descuento por fugas tras el medidor, así como el volumen consumido sin medidos. Incluye también los volúmenes exportados facturados, (E.P.S. SEDACUSCO S.A).

2.2.4. PERDIDAS DE AGUA (VOLUMEN NO CONTABILIZADO).

Si las obras y las redes fueran perfectamente herméticas, y si todos los consumos pudieran ser conocidos con exactitud, el volumen extraído tendría que ser igual al volumen producido. Pasaría lo mismo con el volumen distribuido y el utilizado. Sin embargo, existen diferencias entre esos volúmenes, lo que indica la presencia de pérdidas.

- Volumen Extraído - Volumen Producido = Perdidas en la Producción.
- Volumen Distribuido - Volumen Consumido = Perdidas en la Distribución.

2.2.4.1. PRINCIPALES TIPOS Y FACTORES CAUSANTES DE PÉRDIDAS.

Los principales tipos y factores causantes de fugas, recuperado el (20/01/2016) de la “**Biblioteca Virtual De Desarrollo Sostenible Y Salud Ambiental**”, link, www.bvsde.paho.org/bvsac/scan/011632-05.pdf.

2.2.4.1.1. MOVIMIENTOS DEL TERRENO.

Esta es una causa bien conocida de fugas, especialmente en suelos arcillosos que se expanden y contraen de acuerdo con el contenido de humedad. Los temblores afectan las tuberías produciendo fugas, en mayor o menor grado dependiendo de su intensidad.

2.2.4.1.2. CORROSIÓN DE LA TUBERÍA.

El acarreo de aguas corrosivas o agresivas puede causar en ocasiones ataque a las tuberías metálicas, causando debilitamiento y fugas en el interior de la tubería.

Los problemas asociados con tuberías ferrosas, principales y de servicio son bien conocidos y el debilitamiento causado por la corrosión las hace más susceptibles a falla. Bien conocido es el fenómeno de grafitación causado por la disolución del hierro, quedando como resultado del proceso una estructura débil grafitada desde el exterior de la tubería.

2.2.4.1.3. TRANSITO PESADO.

Las tuberías antiguas ubicadas bajo superficies no diseñadas para aceptar las cargas impuestas por el tráfico moderno son muy susceptibles a fracturarse, especialmente aquellas con uniones rígidas. Las tuberías de instalación reciente pueden sufrir daños similares si la profundidad y compactación del terreno sobre las mismas no son adecuadas.

2.2.4.1.4. PRESIÓN DE SERVICIO.

Es aceptado que un aumento en la presión causara un incremento en el desperdicio y si se considera un orificio fijo en un tubo, la descarga por el mismo aumentara proporcionalmente a la raíz cuadrada de la presión. Aun cuando lo expuesto no es necesariamente cierto para todas las fugas, ya que algunas tienen orificios que varían de tamaño con la presión como un tubo de PVC rajado longitudinalmente, para un sector dado si existe una razón única presión/desperdicio.

La presión en un sistema de distribución tiene tres efectos que deben considerarse:

- a) Una fuga existente aumentara su magnitud con la presión.
- b) La incidencia de fugas aumenta con la presión.



- c) En términos generales, el consumo aumenta con la presión, cuando el uso del agua depende de una válvula que debe ser operada por el usuario por ejemplo, para lavarse las manos, se da en aumento en el consumo conforme mayor es la presión. Aun cuando por definición este aumento no es estrictamente desperdicio, así es de interés el reducirlo.

2.2.4.1.5. EDAD DE LAS TUBERÍAS.

En general, la corrosión externa e interna se incrementa con el tiempo y por consiguiente conforme más viejas son las tuberías, mayor incidencia de fugas se presenta.

2.2.4.1.6. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ACCESORIOS.

La mala calidad de materiales y accesorios redonda en una vida útil corta, reparaciones defectuosas y frecuentes que implican a su vez desperdicios de agua.

En una reparación de un tubo de servicio en una calle asfaltada los costos de perforación, mano de obra y reposición de la superficie de la calle corresponden aproximadamente al 76% del costo total, siendo el 24% restante el costo de la tubería y accesorios, lo que demuestra que no se justifica adquirir materiales y accesorios de mala calidad.

2.2.4.1.7. MALA CALIDAD DE MANO DE OBRA.

Mala calidad de mano de obra implica trabajos defectuosos y de mayor duración en la ejecución. Por lo tanto es indispensable en capacitar al personal en las técnicas de fontanería más adecuadas y al mismo deberá dotársele del equipo y herramientas necesarias.



2.2.4.1.8. GOLPE DE ARIETE.

Es un fenómeno que consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente en una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad.

Los resultados de este efecto son las fallas debidas a altas presiones que producen fracturas en las tuberías principales y de servicio y desplazamientos de los bloques de anclaje. Se debe enseñar al personal a abrir y cerrar las válvulas con tiempo suficiente para impedir la formación de ondas de sobrepresión.

2.2.4.1.9. DEFECTO DENTRO DE LOS DOMICILIOS.

Un alto porcentaje de las fugas dentro de los domicilios se debe a los malos empaques en las válvulas. En algunos casos es rentable para el acueducto proceder por su cuenta a realizar estas reparaciones, siempre y cuando se motive al usuario de que debe continuar manteniendo sus instalaciones en buen estado.

2.2.4.1.10. ELECTROLISIS.

Este fenómeno se presenta en situaciones donde las tuberías metálicas se encuentran en un medio húmedo debido generalmente al nivel del agua freática. En esta condición el material de las tuberías se deposita en el terreno. La práctica, muy común en nuestro medio, de conectar la tierra de aparatos eléctricos como calentadores de agua a la cañería de fierro galvanizado acentúa este fenómeno. En ningún caso esta conexión debe permitirse.

2.2.4.2. DIFERENCIA ENTRE PÉRDIDAS OPERATIVAS Y PÉRDIDAS COMERCIALES.

Según la (EMPRESA CONCESIONARIA DE SERVICIOS SANITARIOS S.A., MARZO, 2014) establece que, la diferencia fundamental que existe entre pérdida operativa y pérdida comercial consiste en que la recuperación de 1m³ de pérdidas operativas permite recuperar el costo marginal de producción, mientras que la recuperación de 1m³ de pérdida comercial permite recuperar el valor de la tarifa completa (producción, distribución, recolección y disposición final). La diferencia entre la tarifa y el costo marginal de producción puede ser de 1 a 40 veces. Además, la recuperación de 1m³ de pérdida comercial ingresa al mes siguiente en la caja de la empresa, mientras que la recuperación de pérdidas operativas es más lenta. Generalmente esto indicaría que, en general, primero se debería abordar las pérdidas comerciales, para luego atacar las pérdidas físicas.

La pérdida operativa recuperada permanece en el tiempo, mientras permanezca la acción que logro recuperarla mientras que la pérdida comercial recuperada puede no permanecer, ya que el cliente puede ajustar su consumo en los periodos posteriores a su detección. Sin embargo, si el objetivo es recuperar el máximo volumen de agua, por escasez de agua, el ataque a las pérdidas operativas es prioritario.

2.2.4.3. PÉRDIDAS EN LA DISTRIBUCIÓN.

Los diferentes componentes de las pérdidas en distribución son:

- El volumen desviado de forma fraudulenta (clandestinos).
- El volumen “defecto del medidor”.
- El volumen malgastado.
- El volumen de las fugas de agua.

2.2.4.3.1. PÉRDIDAS OPERATIVAS.

Corresponden al agua que se escapa del sistema de distribución por falla en la hermeticidad de sus componentes, que rebosa en los reservorios, y otras estructuras abiertas a la atmosfera, por falla en los controles de nivel, o que es consumida en exceso en las operaciones de lavado y desinfección de tuberías y reservorios, las pérdidas operativas son una pérdida real de agua que aumenta los costos de producción (CAPORALI, 1989).

2.2.4.3.2. PÉRDIDAS COMERCIALES.

Son los volúmenes de agua consumida por los usuarios, pero no registrada, por los micro medidores o por 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 consecuencia de consumos gratuitos, consumos clandestinos, errores de Micromedición y errores de estimación de los consumos no medidos (CAPORALI, 1989).

2.2.5. ÍNDICE DE PÉRDIDAS.

Es una expresión que relaciona el volumen producido y el volumen medido o facturado. Esta igualdad demuestra la eficiencia en la conducción de la EPS.

$$IP = \frac{Vp - Vf}{Vp} * 100$$

Donde:

- IP : Índice de Pérdidas.
- Vp : Volumen Producido.
- Vf : Volumen Facturado.

2.2.6. BALANCE HÍDRICO.

Es el método para calcular los volúmenes de pérdidas de agua potable que se presentan tanto en los procesos operativos como procesos comerciales realizados en un sistema de acueducto.

Se realiza a partir de la evaluación de la información general relacionada con la prestación del servicio de acueducto y en especial de los resultados de los diagnósticos empresarial, comercial y técnico del sistema.

Según LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DEL AGUA (IWA) siglas en ingles. Un balance hídrico a intervalos regulares proporciona la base para eliminar las pérdidas de agua.

El balance hídrico es la herramienta de la Auditoría del Agua que permite realizar un diagnóstico integral sobre la situación de las pérdidas de agua en la gestión operacional y comercial de la prestación del servicio de agua potable

Figura N° 13: TERMINOLOGÍA ESTÁNDAR PARA EL BALANCE HÍDRICO DE ACUERDO CON LA “IWA”.

Volumen de entrada al sistema Q_i	Consumo autorizado Q_a	Consumo autorizado facturado Q_{AF}	Agua facturada exportada	Agua facturada
			Consumo facturado medido	
		Consumo facturado no medido	Consumo no autorizado	
		Consumo autorizado no facturado Q_{AuNF}		
	Pérdidas de agua Q_p	Pérdidas aparentes Q_{PA}	Consumo no facturado medido	Agua no facturada
			Consumo no facturado no medido	
		Pérdidas reales Q_{PR}	Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
			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		

Fuente: AWWA/IWA, EPA 2010.

2.2.7. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (SUNASS).

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) es un organismo público descentralizado, creado por Decreto Ley N° 25965, adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, con personería de derecho público y con autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera, cuya función es normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de los servicios de saneamiento, cautelando en forma imparcial y objetiva los intereses del Estado, de los inversionistas y del usuario. En términos de la experiencia regulatoria a nivel internacional, SUNASS viene a ser la agencia reguladora del sector saneamiento en el Perú. (SUNASS.).

2.2.7.1. FUNCIONES

2.2.7.1.1. Realizar acciones de supervisión, programadas o no, con o sin previa notificación a las EPS contando con las facultades señaladas en el artículo N°38 del presente reglamento.

2.2.7.1.2. Acceder a las diferentes instalaciones de las EPS supervisadas.

2.2.7.1.3. Solicitar a las EPS cualquier tipo de información vinculada a la prestación de los servicios de saneamiento.

2.2.7.1.4. Contratar terceros supervisores.

2.2.7.1.5. Ejecutar los programas informáticos necesarios para supervisar cumplimientos normativos, ya sea instalados por la propia EPS, generados por la SUNASS o por terceros supervisores.



- 2.2.7.1.6. Ejecutar en tiempo real acciones de supervisión a las EPS mediante el apoyo tecnológico e informativo.
- 2.2.7.1.7. Aprobar o denegar el compromiso de cese de actos que constituyen infracción de conformidad con el artículo N° 36 del reglamento.
- 2.2.7.1.8. Regular, supervisar y fiscalizar el desarrollo del mercado de servicios de agua potable y alcantarillado, así como resolver los conflictos derivados de estos, actuando con autonomía, imparcialidad y eficiencia, con la finalidad de incentivar la mejora de la calidad de los servicios.

2.2.7.1.9. FUNCIÓN NORMATIVA

La función normativa permite a la SUNASS dictar de manera exclusiva, dentro de su ámbito o, de sus USUARIOS.

Asimismo, comprende la facultad de dictar mandatos u otras disposiciones de carácter particular.

2.2.7.1.10. FUNCIÓN REGULADORA

La SUNASS determinara las tarifas de los servicios y actividades bajo su ámbito.

La función también se ejerce mediante la aprobación de las cláusulas contractuales sobre tarifas y, niveles de cobertura y calidad, a ser incorporadas en los contratos de concesión incluyan cláusulas tarifarias o referidas a los niveles de cobertura y calidad, estas deben ser sometidas a la aprobación de la SUNASS o de cualquier otra obligación que se encuentre a cargo de dicha entidad o actividad supervisada.



2.2.7.1.11. FUNCIÓN FISCALIZADORA Y SANCIONADORA

La función fiscalizadora y sancionadora permite a la SUNASS imponer sanciones y medidas correctivas a las empresas prestadoras que realizan actividades y/o regulaciones dictadas por la SUNASS y, de las obligaciones contenidas en los contratos.

2.2.7.1.12. FUNCIÓN DE SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS Y RECLAMOS.

La función de solución de controversias y reclamos autoriza a los órganos de la SUNASS a resolver en la vía administrativa los conflictos, las controversias y reclamos que, dentro del ámbito de su competencia, surjan entre empresas prestadoras y, entre estas y el USUARIO.

2.2.7.1.13. FUNCIÓN COMPLEMENTARIAS DE LA SUNASS.

Todas las demás funciones que establezcan los dispositivos legales vigentes.

2.2.7.2. SANCIONES.

2.2.7.2.1. LA TIPIFICACIÓN DE LAS INFRACCIONES

Tiene como propósito precisar cuáles son los actos u omisiones de las empresas reguladas que es necesario desincentivar mediante la aplicación de sanciones. Se han tipificado 51 conductas infractoras, que corresponden a las obligaciones más relevantes para los usuarios y las más importantes para el sistema de regulación, en general. El cuadro de infracciones que forma parte de la propuesta contiene además la base legal de cada una de las infracciones tipificadas.

2.2.7.2.2. LA CALIFICACIÓN DE LAS INFRACCIONES

Como leves, graves o muy graves está orientada a introducir criterios de graduación de las infracciones, tomando en cuenta las consecuencias derivadas de éstas. Así, determinadas infracciones, como no entregar información al usuario, deben ser consideradas menos graves que, por ejemplo, incumplir con las normas de control de calidad del agua potable a ser distribuida a la población, o aplicar incrementos de tarifas mayores a los autorizados por la SUNASS. El siguiente cuadro muestra la calificación consolidada según el grado de gravedad de las 51 infracciones que han sido tipificadas.

2.2.7.2.3. TIPOS DE SANCIONES

Para los efectos del presente Reglamento, se han considerado dos tipos de sanción: (i) la amonestación escrita, y (ii) la aplicación de multas.

2.2.7.2.4. ESCALA DE SANCIONES

La Escala de sanciones ha sido diseñada bajo el principio que, a infracciones de mayor gravedad, debieran corresponder multas de mayor monto. En tal sentido, la escala de multas a ser aplicada a las empresas prestadoras por la comisión de infracciones establece topes de multas por tipo de infracción (expresados en Unidades Impositivas Tributarias), y tiene la siguiente forma:



- Infracciones leves: Amonestación escrita o multa hasta de 100 UIT.
- Infracciones graves: Multa de hasta 250 UIT.
- Infracciones muy graves: Multa de hasta 500 UIT.

Es necesario explicar que, el hecho que se utilice la palabra “hasta” y no se haya establecido un “piso” para ninguno de los tres casos, responde a la realidad concreta del sector saneamiento, en el que existe una gran disparidad en el tamaño de las empresas y en sus niveles de ingreso.

En tales condiciones, no sería aplicable un esquema de sanciones escalonado (Leves: 1 a 100 UIT; Graves: 101 a 250 UIT; Muy Graves: 251 a 500 UIT), ya que no tendría en cuenta las grandes diferencias de tamaño existentes entre las distintas empresas prestadoras. Para enfrentar dicha dificultad se evaluaron varias alternativas, entre ellas la de establecer una escala de multas que se expresara como porcentaje de los ingresos de las empresas prestadoras, sin embargo esta alternativa no permitiría que un mismo daño fuera sancionado de manera equivalente, sino que dependiera de la facturación de la empresa, pudiendo dicha opción constituir un incentivo para conservar tarifas por debajo de lo requerido y mantener ineficiencias en la gestión empresarial.

2.2.8. REGISTRO DEL PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (ANF) A NIVEL NACIONAL.

En el cuadro siguiente se observa la distribución de porcentaje de Agua No Facturada (ANF), Determinado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Tabla N° 2: PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (ANF).

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
EMAPA HUANCVELICA S.A.C.	49.97
SEDAPAL S.A.	30.78
SEDAPAR S.A.	30.18
SEDACUSCO S.A.	41.71
EPS CHAVIN S.A.	41.95
EMPSSAPAL S.A.	44.78
EPS MARAÑON S.R.L.	51.69

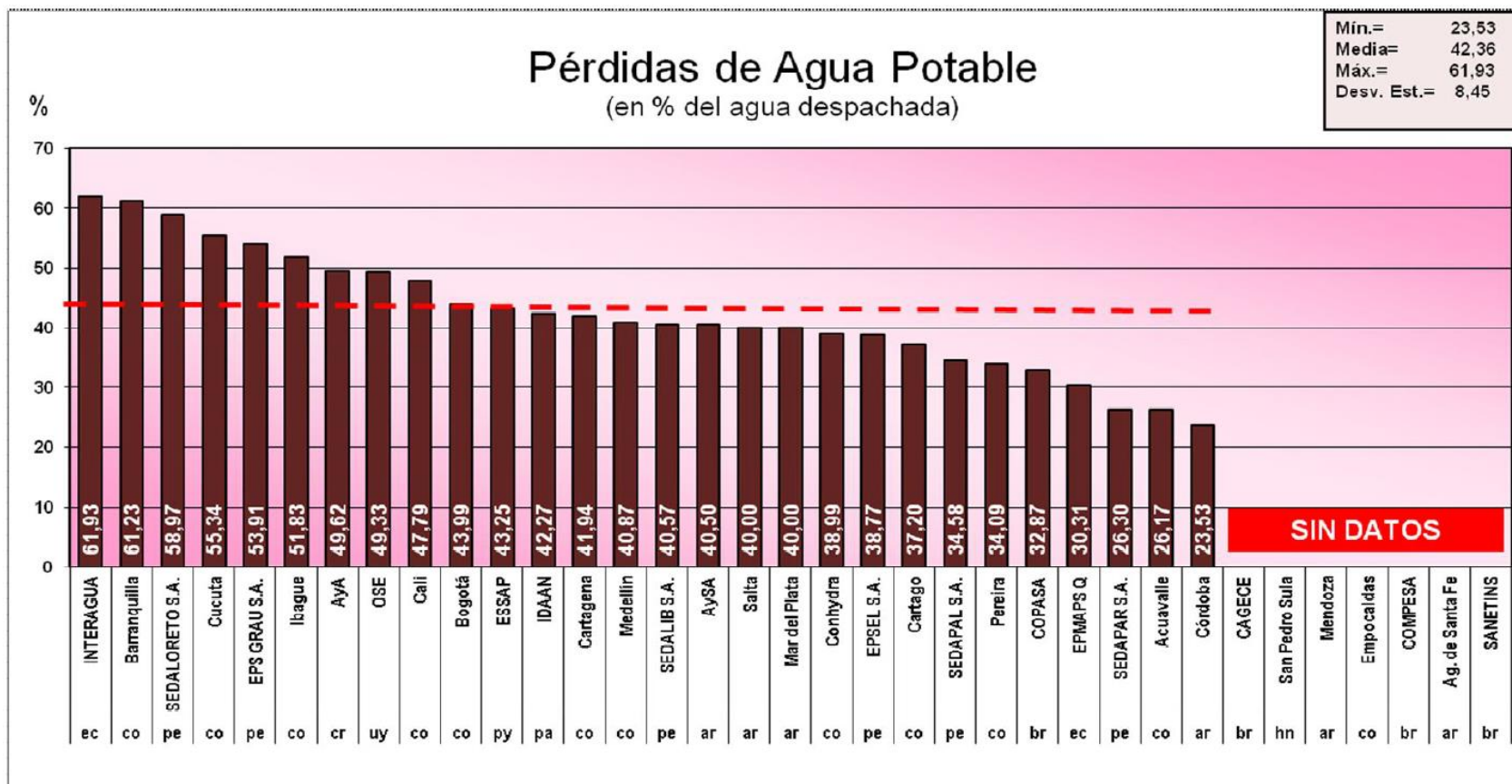
Fuente: Adaptado de Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Según el Banco Mundial se estima que en países emergentes las pérdidas de agua potable en la gestión del recurso hídrico es superior al 45% que se pierde antes de llegar al cliente”

2.2.9. INDICADOR DE BENCHMARKING – AGUA NO FACTURADA (ANF).

En la tabla se tiene las pérdidas de agua potable en las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento.

Tabla N° 3: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE EN LA RED.



Fuente: Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).

En el siguiente cuadro se puede observar el índice da agua no facturada, verificándose que la menor cantidad de pérdidas agua potable se registra en Japón en la ciudad de Tokio.

Tabla N° 4: ÍNDICE DE AGUA NO FACTURADA POR PAÍSES.

RESULTADO DE ÍNDICE DE AGUA NO FACTURADA POR PAÍSES	
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)

CAPITULO III: METODOLOGÍA.

3. METODOLOGÍA.

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1.1. SEGÚN SU FINALIDAD.

APLICADA.

La investigación se considera **APLICADA**, ya que busca aplicar conocimientos conocidos para poder implementar en la presente investigación y posteriormente en la ingeniería civil.

Llamada también constructiva o utilitaria, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven. (SANCHEZ CARLESI, 1998)

3.1.1.2. SEGÚN SU ENFOQUE.

CUANTITATIVA.

La investigación se considera de tipo **CUANTITATIVO**, 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)

Los instrumentos utilizados permiten mediciones de datos numéricos que indican la condición actual del sistema de abastecimiento de agua potable.

Es el que centra de manera predominante la investigación social en los aspectos objetivos y susceptibles de cuantificación de los fenómenos sociales. Lo cuantitativo se identifica con el número lo positivo, lo hipotético - deductivo, lo particular, lo objetivo, la búsqueda de resultados generalizables, lo confiable y lo válido. (SIERRA BRAVO, 1996).

3.1.1.3. SEGÚN LAS FUENTES DE DATOS.

CAMPO Y GABINETE.

La investigación se considera de **CAMPO**, porque la recolección de datos se realiza en campo. Para cuestiones de pérdidas Operativas y pérdidas Comerciales.

La investigación se considera de **GABINETE**, porque el procedimiento de análisis de datos y determinación de porcentaje de pérdidas que se realiza en gabinete.

3.1.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

HIPOTÉTICO – DEDUCTIVO.

La investigación se considera **HIPOTÉTICO**, porque para analizar el porcentaje de agua no facturada (ANF), pérdidas de agua operativas y pérdidas de agua comercial se planteó al principio una hipótesis general de acuerdo al problema y el objetivo determinando 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).

3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

DESCRIPTIVO.

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. (SAMPIERI, 2006).

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. (DANHKE, 1989)

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

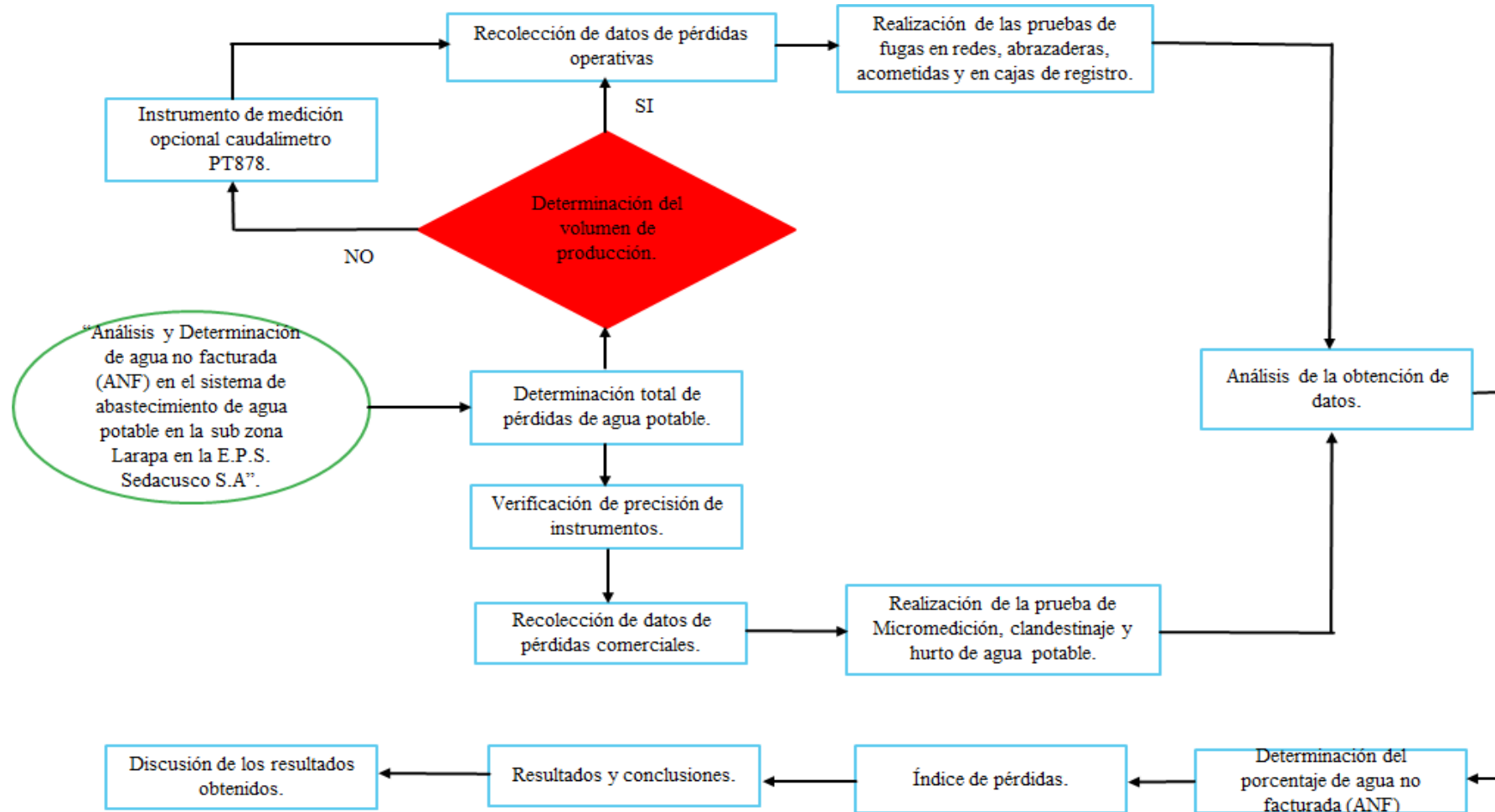
NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL.

La investigación se considera de diseño no experimental – transversal ya que no modifica los componentes, 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.

Donde los datos obtenidos se dieron en un único momento de tiempo, en el caso de la investigación se recolectaron los datos en un periodo de tiempo y comportamiento mensual (SAMPIERI, 2006).

3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA.

La metodología de diseño a nivel de ingeniería sigue un procedimiento mostrado a continuación:



Fuente: Elaboración Propia.



3.2.2.1. DETERMINACIÓN TOTAL DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE.

En la presente etapa se determinó el porcentaje total de pérdidas de agua potable, que requiere de dos campos amplios para su determinación dividida en Pérdidas Operativas y Pérdidas Comerciales donde su determinación requiere un tratamiento distinto de recolección de datos.

3.2.2.2. VERIFICACIÓN DE PRECISIÓN DE INSTRUMENTOS.

Para la obtención de datos se tiene mucha influencia tecnológica. La empresa prestadora de servicios de saneamiento dispone un equipo de medición Caudalimetro de Ultrasonido (PT878) que ha sido instalado en el ingreso al sistema de distribución de agua potable Larapa, el cual se verifico para tener lecturas precisas.

3.2.2.3. RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS.

La presente etapa de recolección de datos de pérdidas operativas se obtuvo analizando las redes con el equipo “*Correlador de redes*” determinando fugas en acometidas, abrazaderas y redes de distribución y con el equipo “*Geófono Acústico*”, la ubicación de fugas de agua potable. Posteriormente con el apoyo de la empresa prestadora de servicios de saneamiento se llevó a cabo la exposición de la fuga y el aforo de volumen de perdida de agua potable.

3.2.2.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES.

La presente etapa de recolección de datos de pérdidas comerciales se obtuvo analizando los medidores (Micromedición), clandestinaje y hurto de agua potable mediante registros de conexiones y re categorización tarifaria dentro de la sub zona de estudio.



3.2.2.5. ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE DATOS Y DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA (ANF).

En la presente etapa, se procesó el caudal de producción empleando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*; el volumen de agua acumulado en un mes de análisis, así se tendrá el caudal de ingreso en l/s al sistema de abastecimiento de agua potable sub zona Larapa.

Se determinó el porcentaje de pérdidas de agua potable por categoría operativa y categoría comercial.

3.2.2.6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Se analizaron los datos obtenidos y se determinó el porcentaje de pérdidas de agua no facturada (ANF), el índice de pérdidas (IP) y se establecieron las respectivas conclusiones y recomendaciones.

3.2.2.7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Se discutió por medio de preguntas exactas la cantidad de pérdidas de agua potable, factores causantes de fugas y las actividades de recomendación posterior a la investigación.



3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1. POBLACIÓN.

3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

- a) La población consta del sistema de abastecimiento de agua potable “Vilcanota”, la sub zona de Larapa comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12.

- b) La población consta de todas las conexiones comprendidas entre conexiones de categorías domésticas, comerciales, industriales, sociales y estatales con medidor y conexiones sin medidor.

3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN.

- a) la investigación consta de una población única de estudio el sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa comprendida entre la avenida 01, avenida La Cultura, avenida 05 y la avenida 12 con un área de 71.51 hectáreas y un perímetro de 4320.00 metros.

- b) La sub zona de Larapa cuenta con 1627 conexiones en total comprendidas entre conexiones de categoría domésticas, comerciales, industriales, sociales y estatales con medidor y conexiones sin medidor.



3.3.2. MUESTRA.

3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

- a) La muestra de investigación es el sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Larapa Grande comprendida entre la Avenida 01, Avenida La Cultura, Avenida 05 y la Avenida 12.
- b) La sub zona de Larapa cuenta con una determinada cantidad de conexiones a evaluar entre conexiones domésticas, comerciales, industriales, sociales y estatales.

3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.

- a) la investigación consta de una muestra única de estudio el sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa comprendida entre la avenida 01, avenida La Cultura, avenida 05 y la avenida 12 con un área de 71.51 hectáreas y un perímetro de 4320.00 metros.
- b) La sub zona de Larapa cuenta con 1627 conexiones de agua potable por ello se determinó un tamaño de muestra para un proporción de acuerdo a la **fórmula para poblaciones finitas.**

Se tomó una muestra de 189 conexiones con medidor y sin medidor, distribuidas en proporción de acuerdo a la categoría tarifaria sea doméstica, comercial, industrial, social y estatal. Donde se verifica el modo de obtención del número de muestra.

Tabla N° 4: DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA EL ESTUDIO			
"ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE AGUA NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA SUB ZONA LARAPA EN LA E.P.S. SEDACUSCO S.A"			
DISTRIBUCIÓN DE GAUSS	Zα=	1.96	$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$
TOTAL DE LA POBLACIÓN	N=	1627	
PROPORCIÓN ESPERADA	p=	0.05	
	q=	0.95	
PRECISIÓN	D=	0.03	
NUMERO DE MUESTRA	n=	180.38	181

Fuente: Murray y Larry 2005.

Donde:

Zα: 1.96 al cuadrado (si la seguridad es el 95%).

p : proporción esperada (en este caso 5%=0.05).

q : 1-p (en este caso 1-0.05=0.95).

d : Error o precisión (en la investigación se usa un 3%).

- c) El tamaño de muestra se distribuye de acuerdo a la categoría tarifaria (domestico, comercial, industrial, social y estatal) y al rango de consumo establecido por la empresa prestadora de servicios de saneamiento presente en cuadro de cada recibo de los usuarios.
- d) Se utilizó el 3% de precisión para poder tener un tamaño de muestra mayor y la distribución de la muestra se diera en todas las categorías tarifarias y sea proporcional a la población.

Tabla N° 5: CUADRO CATEGORÍAS TARIFARIAS EN LA E.P.S. SEDACUSCO S.A.

CATEGORÍA TARIFARIA							
CLAS E	CATEGORÍA	CÓDIGO	RANGO (m3/mes)	TARIFA		CARGO FIJO (s/.)	ASIGNACIÓN DE CONSUMO (m3/mes)
				AGUA (s/.)	ALCANTA-RILLADO (s/.)		
RESIDENCIAL	Social	082	0-20	0.333	0.293	3.773	15.00
			21 a más	1.146	1.009	3.773	
	Domestico I	012	0-10	0.602	0.529	3.773	19.00
			11-28	1.034	0.910	3.773	
			29 a más	2.658	2.339	3.773	
	Domestico II	022	0-20	0.539	0.474	3.773	15.00
21 a más			1.146	1.009	3.773		

Fuente: E.P.S. SEDACUSCO S.A.

Tabla N° 6: CUADRO CATEGORÍAS TARIFARIAS EN LA E.P.S. SEDACUSCO S.A.

CATEGORÍA TARIFARIA							
CLAS E	CATEGORÍA	CÓDIGO	RANGO (m3/mes)	TARIFA		CARGO FIJO (s/.)	ASIGNACIÓN DE CONSUMO (m3/mes)
				AGUA (s/.)	ALCANTA-RILLADO (s/.)		
NO RESIDENCIAL	Estatal	512	0-70	1.620	1.425	3.773	60.00
			71 a más	1.841	1.620	3.773	
	Comercial I	092	0-50	2.551	2.245	3.773	50.00
			51 a más	5.007	4.406	3.773	
	Comercial II	162	0-30	1.620	1.425	3.773	30.00
			31 a más	3.386	2.980	3.773	
Industrial	302	0-100	3.035	2.670	3.773	90.00	
		101 a más	6.352	5.591	3.773		

Fuente: E.P.S. SEDACUSCO S.A.

- e) En la siguiente tabla se verifica el muestreo realizado en la investigación de acuerdo a la categoría tarifaria y los rangos de consumo establecidos por la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

Tabla N° 7: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE MUESTRA EN LA INVESTIGACIÓN.

CATEGORÍA TARIFARIA	RANGO DE CONSUMO	N° CONEXIONES	N° MUESTRA
DOMÉSTICO	0-10	707	77
	11-28.	581	59
	29-MAS	103	11
COMERCIAL 092	0-50	4	3
	51-MAS	2	2
COMERCIAL 162	0-30	34	17
	31-MAS	8	4
INDUSTRIAL	0-100	20	2
	101-MAS	0	0
ESTATAL	0-70	2	1
	71-MAS	0	0
SOCIAL	0-20	2	0
	21-MAS	6	1
DIRECTO	-----	158	12
TOTAL		1627	189

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO.

El método de muestreo fue: **NO PROBABILÍSTICO** en vista que la elección de la muestra no dependió de la probabilidad si no de las características y limitaciones de la investigación, tales como categoría tarifaria, rangos de consumo, continuidad y tipo de conexión de medidor.

3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA.

Para la determinación de la muestra se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Se caracterizó de acuerdo a la categoría tarifaria doméstico, comercial, industrial, estatal y social.
- Se caracterizó de acuerdo al orden de consumo.
- Se caracterizó de acuerdo al tipo de conexión sea con medidor o sin medidor.

3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Los datos obtenidos se realizaron:

- Se utilizó medidores de diámetro de ½” ya que medidores de otro tamaño de medidor no es representativo de acuerdo al número de muestra.
- Todas las mediciones se realizaron dentro de la urbanización Larapa grande, comprendida entre la avenida 01, avenida La Cultura, avenida 05 y la avenida 12.
- La red de distribución de la sub zona de Larapa tiene tubería de *policloruro de vinilo (PVC)*.
- Los medidores en evaluación tienen una antigüedad promedio de 11 años.
- La tubería de la distribución de agua potable en la sub zona Larapa tiene una antigüedad mayor a 30 años.



3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS.

3.4.1.1. INSTRUMENTOS DE GABINETE.

3.4.1.1.1. EQUIPOS BÁSICOS DE OFICINA.

Se utilizó equipos de oficina generales como: una computadora para la utilización de software y para la elaboración de la investigación, una impresora para la impresión de todos los documentos y la propia investigación y útiles de escritorio.

3.4.1.1.2. HOJA DE CÁLCULO.

Como programa para el procesamiento de datos se utilizó el software Microsoft Excel Versión 2013. En este, se programó la hoja de cálculo de tal forma que al momento de introducir los datos del caudal, afericiones, fugas, mediciones de consumo se determinó el porcentaje de pérdidas de agua potable.

Se utilizó el software Minitab 17® para el procesamiento de datos del volumen de ingreso al sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa.



3.4.1.1.3. SOFTWARE AUTOCAD 2015.

Se utilizó para la elaboración de los planos de la zona de trabajo, la división para la sectorización adecuada para el estudio y la ubicación de puntos de presión.

3.4.1.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**3.4.1.2.1. GUÍAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.****3.4.1.2.1.1. FORMATO DE MEDICIÓN DE CAUDALES.**

El formato de recolección de mediciones de caudal se realizó mediante la ficha siguiente:

Tabla N° 8: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: MEDICIÓN DE CAUDALES.


TESIS: "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.									
	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL								
	PRUEBA	FICHA MEDICIÓN DE CAUDALES							
	FECHA	22 DE ABRIL 2015							
	EQUIPOS	CAUDALIMETRO PT878							
RESPONSABLE	BACH. ERICK FELIPE GUTIERREZ BACA								
LUGAR	RESERVORIO LARAPA (R-12)								
N°	HORA	l/s	N°	HORA	l/s	N°	HORA	l/s	
1	00:00		9	08:00		17	16:00		
2	01:00		10	09:00		18	17:00		
3	02:00		11	10:00		19	18:00		
4	03:00		12	11:00		20	19:00		
5	04:00		13	12:00		21	20:00		
6	05:00		14	13:00		22	21:00		
7	06:00		15	14:00		23	22:00		
8	07:00		16	15:00		24	23:00		

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.2.1.3. FICHA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES.

La ficha de instalación se realizó con el fin de comunicar a los usuarios el día de instalación de medidor patrón mediante la ficha siguiente.

Figura Nº 15: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES.

 AÑO 2015
Nº 000245

ACTA DE INSTALACION DEL MEDIDOR PATRON

Siendo las _____ horas del día _____ la Entidad Contrastadora EPS SEDACUSCO S.A. ha procedido a Instalar medidor Patron en la conexión domiciliarias de agua potable, con fines de evaluación de acuerdo al programa de inventario de perdidas Realizado por el Departamento de Control de Perdidas, la instalación del medidor es temporal por lo que finalizado el estudio se procedera al retiro del Medidor haciendole este de su conocimiento.

Empresa Prestadora:	E.P.S. SEDA CUSCO S.A.			
Localidad o Centro de Servicio:	Av. Tomasa Tito Condemayta s/n			
INFORMACION DEL USUARIO:				
Nombre :				
Direccion :				
Nº de Suministro :			Nº Inscripción :	
INFORMACION DEL MEDIDOR INSTALADO EN CAMPO:				
Nº del Medidor :			DIAMETRO :	
Marca del Medidor :			Clase Metrologica :	
Modelo del Medidor :	Año	Capacidad del Medidor :		
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de _____ m ³			
INFORMACION DEL MEDIDOR PATRON:				
Nº del Medidor :			DIAMETRO :	
Marca del Medidor :			Clase Metrologica :	
Modelo del Medidor :	Año	Capacidad del Medidor :		
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de _____ m ³			
MEDIDA DE PRESION EN EL PUNTO ANTES DE LA INSTALACION _____ PSI				
REPORTE VISUAL DEL MEDIDOR Y CAJA DE REGISTRO				
Medidor con precinto de seguridad:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Caja : SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Medidor con filtro:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Tapa : SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Conexión enterrada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Conexión Interior : SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES ALCANCES Y DETALLES DE LA CONEXIÓN:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Firma del Tecnico	Firma de la EPS	Firma del Usuario
Nombre :	Nombre :	Nombre :
D.N.I. :	D.N.I. :	D.N.I. :

Fuente: E.P.S. SEDACUSCO S.A.

3.4.1.2.1.4. FORMATO DE LECTURA DE MEDIDORES PARA LA MICROMEDICIÓN.



La ficha de lectura de medidores se realizó con el fin de recolectar lecturas diarias de medición de medidores prueba y medidores en directo respectivamente mediante las fichas siguientes.

Tabla N° 9: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: LECTURA DE MEDIDORES PATRÓN.

TESIS: "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.						
	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL					
	PRUEBA	FICHA LECTURA DE MEDIDORES PATRÓN				
	FECHA					
	EQUIPOS					
RESPONSABLE					HORA	
LUGAR						
			FECHA:		FECHA:	
			ANTERIOR	PATRÓN	ANTERIOR	PATRÓN
N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	NUMERO DE MEDIDOR	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 10: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: LECTURA DE MEDIDORES EN DIRECTO.

TESIS: "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.								
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL						
		PRUEBA	FICHA LECTURA DE MEDIDORES EN DIRECTO					
		FECHA						
RESPONSABLE							HORA	
LUGAR								
			FECHA: PATRÓN	FECHA: PATRÓN	FECHA: PATRÓN	FECHA: PATRÓN	OBSERVACIÓN	
N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	NUMERO DE MEDIDOR	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Fuente: Elaboración Propia.



3.4.1.2.1.5. FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DE HURTO Y CLANDESTINAJE.

Ficha para la obtención de la prueba de pérdidas de agua potable por hurto y clandestinaje

Tabla N° 11: FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE HURTO Y CLANDESTINAJE.

TESIS: "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.			
	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL		
	PRUEBA	FICHA DE UBICACIÓN HURTO Y CLANDESTINAJE	
	FECHA	20 DE ABRIL - 20 DE MAYO 2015	
	EQUIPOS	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS	
RESPONSABLE	BR. ERICK FELIPE GUTIERREZ BACA		
LUGAR	URBANIZACION LARAPA GRANDE		

INSCRINRO	TIPURB	URB	TIPCAL	CALLE	PRENRO	TARIFA	MEDNROX	USODES	LEC ACTUAL	OBSERVACION
01791202	APV	ACIAAS (TANCARPATA)	APV	SAN SILVERIO	B-2	012,		Vivienda		
01606048	APV	AGUA BUENA	APV	AGUA BUENA	J-18 2do.PISO.A	012,	10000008	Vivienda		
01606059	APV	AGUA BUENA	APV	AGUA BUENA	J-18 2do.PISO.B	012,	1199102429	Vivienda		
01649889	APV	ALTIVA CANAS - SAN J	APV	ALTIVA CANAS	K-04	012,	10105545	Vivienda		
01658982	APV	EL EDEN	APV	EL EDEN	B-1	012,	10108687	Vivienda		
01824871	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-1	012,		Vivienda		
01714118	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-2	012,		Vivienda		
01823916	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-3-B	012,		Vivienda		
01824348	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-04	012,		Vivienda		
01824531	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-2	012,		Vivienda		
01824553	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-3-2	012,		Vivienda		
01825350	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-5-1	012,		Vivienda		
01825485	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2	012,		Vivienda		
01700383	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2-3	012,	10105538	Vivienda		
01697423	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2-4	012,	10104009	Vivienda		
01824882	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-4	012,		Vivienda		
01824860	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-8-1	012,		Vivienda		
01825429	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-8-3	012,		Vivienda		
01823905	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	F-5	012,		Vivienda		
01823836	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	G-1	012,		Vivienda		
01823892	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	G-2	012,		Vivienda		
01828295	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-4-2	012,		Vivienda		
01823723	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-4-3	012,		Vivienda		
01714129	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-5	012,		Vivienda		
01826033	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	I-1	012,		Vivienda		

Fuente: Elaboración Propia.

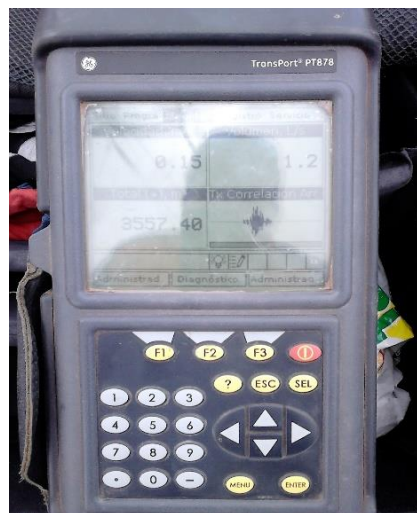
3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA.

3.4.2.1. CAUDALIMETRO ULTRASONIDO (PT878).

El Caudalimetro ultrasonido TransPort (PT878) es un equipo necesario para la medición de Caudales de Ingreso al Sistema de abastecimiento de agua potable sub zona Larapa y la prueba de Caudal Mínimo Nocturno.

El Caudalimetro Ultrasonido TransPort (PT878), tiene un sistema muy versátil, auto contenido, sistema portátil cuyo principio de funcionamiento es el tiempo de transito de un fluido en este caso para las mediciones de flujo de agua en tuberías.

Figura N° 16: CAUDALIMETRO PARA LA MEDICIÓN DE CAUDAL.



Fuente: Elaboración Propia.

En este método, dos transductores que sirven como generadores y receptores de señales ultrasónicas. Al montarse en un tubo, están en comunicación acústica entre sí. Esto significa que el segundo transductor puede usar señales ultrasónicas transmitidas por el primer transductor y viceversa.

3.4.2.2. CORRELADOR DE RUIDOS DE FUGAS.

Equipo necesario para la ubicación de fugas no visibles de categoría 2 y 3 las cuales son fugas de gran intensidad en redes, acometidas y abrazaderas que son detectados por el equipo correlador de fugas.

Figura N° 17: CORRELADOR DE RUIDOS DE FUGAS, “MICROCOR TOUCH”.



Fuente: Mejoras Energeticas.com/ Correladores.

3.4.2.3. GEÓFONO ACÚSTICO DIGITAL.

El Geófono Acústico Digital es un equipo necesario para la ubicación de fugas en cajas de registro ya que algunos son imposibles de detectar a simple vista.

Figura N° 18: GEÓFONO DIGITAL ACÚSTICO DIGITAL.



Fuente: Fluidis.net / GEOFONIA.

3.4.2.4. MEDIDOR DE AGUA POTABLE.

El medidor de agua potable se utilizó en la medición de la prueba de Micromedición en cada uno de los usuarios afectados para conocer el error de medición de los medidores Existentes.

Figura N° 19: MEDIDOR DE AGUA POTABLE.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2.5. MANÓMETRO.

El Manómetro es necesario para la prueba de muestreo de presiones en todo el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa, verificando la presión mínima y máxima de las redes de agua.

Figura N° 20: MANÓMETRO.

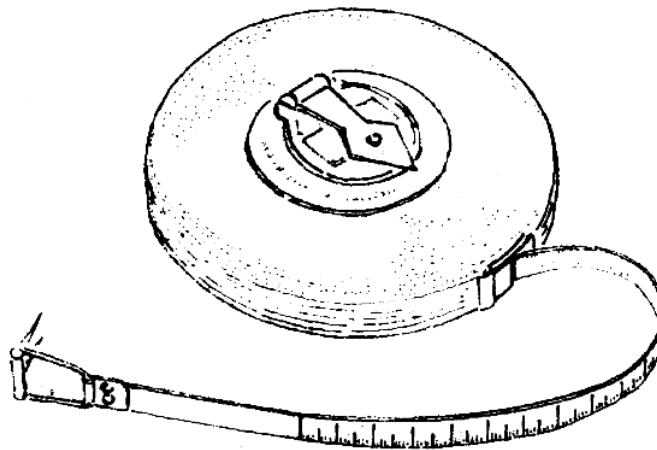


Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2.6. CINTA MÉTRICA.

Las cintas métricas de fibra o de plástico normalmente vienen en medidas de 20, 30, 50 o 100 m y sus precios varían considerablemente. Una cinta de acero aunque más precisa, requiere más mantenimiento y es mucho más cara. Sin embargo una cinta de fibra bastara para el trabajo normal de medición de distancias.

Figura N° 21: CINTA MÉTRICA.



Fuente: Cinta Métrica Estudio de Emplazamiento.

3.4.2.7. SOFTWARE EXCEL Y AUTOCAD.

La utilización de software Excel es necesario para la elaboración de hojas de cálculo y procesamiento de datos, errores de medición.

La utilización de software Autocad es necesario para la elaboración de planos, delimitación de la sectorización, muestreo de válvulas y muestreo de presiones.

Figura N° 22: SOFTWARE UTILIZADOS.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2.8. COMPUTADOR.

En el cálculo de caudal de ingreso al sistema de abastecimiento de agua potable, Micromedición, error de medición, aferición de medidores, clandestinaje, hurto, fugas en redes, fugas en abrazaderas y fugas en acometidas es necesario una computadora para el procesamiento de análisis de datos.

Figura N° 23: COMPUTADOR PROCESADOR DE DATOS



Fuente: Elaboración Propia.

3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.5.1. MEDICIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA.

3.5.1.1. MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

Para la medición de caudal se utilizó el medidor de fluidos ultrasonido Transport (PT878) que se instaló en la tubería de ingreso al sistema de abastecimiento de agua potable sub zona Larapa. La recolección de datos se realizó en periodos de tiempo de una hora, por espacio de un mes.

Para minimizar el error de los datos de medición, el equipo tiene un sistema de guardado de datos automático, donde se programó el guardado de datos con intervalos de tiempo de 60 segundos registrados en la memoria del equipo, posteriormente los datos fueron descargados en una base de datos de Excel para el procesamiento de análisis de datos utilizando el *software Minitab 17*®.

Figura N° 24: INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE FLUIDOS ULTRASONIDO EN LA TUBERÍA DE INGRESO DE AGUA POTABLE.



Fuente: Elaboración Propia.

Se utilizó la siguiente ficha para la recolección de datos de campo, de la medición de caudales en l/s recolectando datos por intervalos de una hora.

Tabla N° 12: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS: MEDICIÓN DE CAUDALES.

TESIS: "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.								
	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL							
	PRUEBA			FICHA MEDICIÓN DE CAUDALES				
	FECHA			22 DE ABRIL 2015				
EQUIPOS			CAUDALIMETRO PT878					
RESPONSABLE			BACH. ERICK FELIPE GUTIERREZ BACA					
LUGAR			RESERVORIO LARAPA (R-12)					
N°	HORA	l/s	N°	HORA	l/s	N°	HORA	l/s
1	00:00		9	08:00		17	16:00	
2	01:00		10	09:00		18	17:00	
3	02:00		11	10:00		19	18:00	
4	03:00		12	11:00		20	19:00	
5	04:00		13	12:00		21	20:00	
6	05:00		14	13:00		22	21:00	
7	06:00		15	14:00		23	22:00	
8	07:00		16	15:00		24	23:00	



Fuente: Elaboración Propia.

3.1.5.1.1. PROCEDIMIENTO.

- a) El equipo Caudalimetro PT878 se instaló en la cámara de ingreso al sistema de distribución de agua potable en la urbanización de Larapa dentro del reservorio R-12.

- b) Se verifico el ingreso de agua en el medidor de fluidos de ultrasonido donde la medición promedio de análisis realizada es cada hora. Lo cual se verifica el llenado de la ficha de recolección de datos de medición de caudal.

Figura N° 25: RECOLECCIÓN DE DATOS-VOLÚMENES.

TESIS: "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.								
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL						
		PRUEBA		FICHA MEDICIÓN DE CAUDALES				
		FECHA		22 DE ABRIL 2015				
		EQUIPOS		CAUDALIMETRO PT878				
RESPONSABLE		BACH. ERICK FELIPE GUTIERREZ BACA						
LUGAR		RESERVORIO LARAPA (R-12)						
N°	HORA	m3	N°	HORA	m3	N°	HORA	m3
1	00:00	23.790	9	08:00	31.950	17	16:00	30.522
2	01:00	23.783	10	09:00	32.082	18	17:00	30.164
3	02:00	23.662	11	10:00	32.938	19	18:00	28.427
4	03:00	23.735	12	11:00	32.542	20	19:00	27.278
5	04:00	23.916	13	12:00	32.014	21	20:00	26.851
6	05:00	24.830	14	13:00	31.505	22	21:00	8.424
7	06:00	30.518	15	14:00	31.153	23	22:00	5.820
8	07:00	31.728	16	15:00	31.430	24	23:00	3.903

Fuente: Elaboración Propia.



3.1.6. RECOLECCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS OPERATIVAS.

3.1.6.1. PRUEBA SECTORIZACIÓN DE LA SUB ZONA DE LARAPA.

3.1.6.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRUEBA.

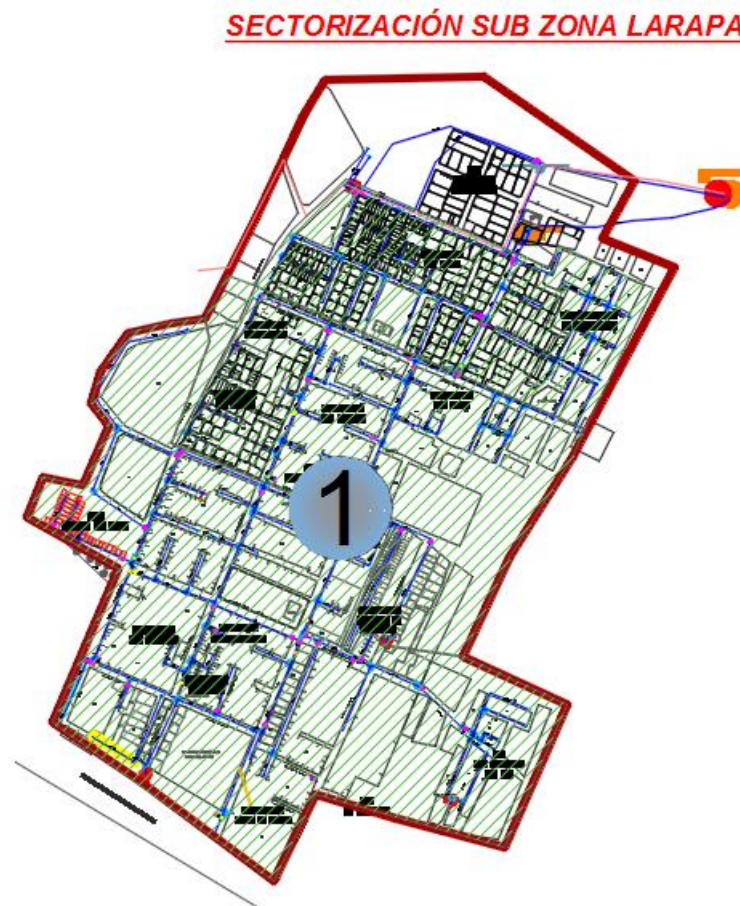
- Plano digital de abastecimiento de agua potable facilitado por la E.P.S. SEDACUSCO S.A.
- Computador.

3.1.6.1.2. PROCEDIMIENTO.

Para la recolección de datos de fugas en cajas de registro, fugas de redes y fugas en acometidas y abrazaderas.

- a) Se estableció la zona de abastecimiento de agua potable donde se verificó la existencia de una sola válvula de ingreso, y una válvula de salida que para la medición de datos se procedió al cierre de la válvula de salida.

Figura N° 26: SECTORIZACIÓN SUB ZONA LARAPA.



Fuente: Elaboración Propia.

- b) Dentro de la zona se realizara las pruebas de muestreo de presiones, hermeticidad de válvulas y la prueba de caudal mínimo nocturno.

3.1.6.2. PRUEBA DE MUESTREO DE PRESIONES Y HERMETICIDAD DE VÁLVULAS.

3.1.6.2.1. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRUEBA.

- Geófono acústico.
- Llave tee.
- Manómetro.
- Ficha de recolección de datos.
- Plano de ubicación de válvulas instaladas.

3.1.6.2.2. PROCEDIMIENTO.

- a) En la presente prueba se procedió a realizar la prueba de hermeticidad de válvulas que consiste en la verificación de estado actual de las válvulas a intervenir determinando el buen funcionamiento de cada válvula, realizando la apertura y cierre con la utilización de una llave tee. Se verifico la no existencia de fugas en cada una de las válvulas.
- b) Posteriormente con ayuda de geófono acústico digital se verifico el estado actual de cada una de las válvulas.

Figura N° 27: REALIZANDO LA PRUEBA DE HERMETICIDAD DE VÁLVULAS.



Fuente: Elaboración Propia.

- c) En la prueba de muestreo de presiones se procedió a la verificación de la presión en las conexiones para verificar que se encuentren dentro de lo establecido por norma **“Redes de distribución de agua para consumo humano (OS.050)”**, del reglamento nacional de edificaciones. Es decir la presión de servicio a cada una de las conexiones se encuentren dentro del rango como mínimo 10 mca y como máximo 50 mca.

3.1.6.3. PRUEBA DE CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO.

3.1.6.3.1. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRUEBA.

- Caudalímetro Ultrasonido modelo PT878.
- Ficha de recolección de datos.
- Geófono acústico.
- Correlador de redes.

3.1.6.3.2. PROCEDIMIENTO.

- a) Para la ejecución de la prueba de caudal mínimo nocturno se procedió a la instalación del Caudalímetro Ultrasonido PT878 en el ingreso agua potable hacia la sub zona de Larapa. La siguiente prueba se realizó en horas de la noche a partir de las 00:00 hasta las 3:00 de la madrugada, horas donde el consumo de agua potable es mínimo y la presión es máxima.

Figura N° 28: PIQUE REALIZADO PARA LA PRUEBA DE CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO.



Fuente: Elaboración Propia.

- b) Para la presente prueba se requirió un personal de apoyo para proceder a la verificación de fugas, conexión por conexión en cada una de las cajas de registro y al cierre correspondiente de las válvulas de control de ingreso de agua a cada una de las viviendas.

- c) Se realizó el cierre de las válvulas de control de ingreso de agua potable a cada una de las viviendas, puesto que el análisis de pérdidas operativas de agua potable se realiza antes del medidor de agua instalado en cada conexión de usuario, verificando siempre la existencia de fugas con el equipo Geófono Acústico.

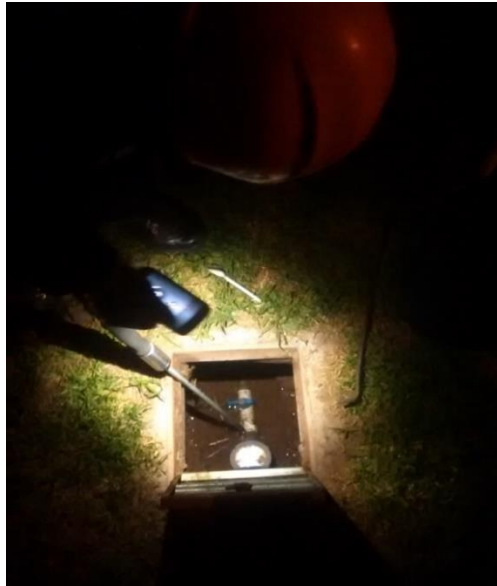
Figura N° 29: PERSONAL DE APOYO, EN LA PRUEBA DE CAUDAL MÍNIMO NOCTURNO.



Fuente: Elaboración Propia

- d) Se utilizó el geófono acústico electrónico para detectar posibles fugas en cajas de registro, acometidas y abrazaderas.

Figura N° 30: ETAPA DE DETECCIÓN DE FUGAS EN CAJAS DE REGISTRO.



Fuente: Elaboración Propia.

- e) La presente prueba se realizó en horas de la noche, horas de menor tráfico, mayor presión que facilita la detección de fugas en redes, abrazaderas y acometidas.
- f) Luego del catastro de las cajas de registro, redes de distribución, acometidas y abrazaderas. Se procedió a la exposición de los puntos determinados la existencia de fugas de agua potable.

- g) Posteriormente a la exposición de las fugas se realizó el aforo de cada una de las fugas existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable sub zona Larapa.

Figura N° 31: FUGA EN ABRAZADERAS, AFORADOR MIDIENDO EL VOLUMEN DE PERDIDA.



Fuente: Elaboración Propia.



3.1.6.4. DETERMINACIÓN DE FUGAS EN REDES CON EL EQUIPO “CORRELADOR DE RUIDOS DE FUGAS”

Se utilizó el Correlador de ruidos de fugas MICROCORR TOUCH (correlador con pantalla táctil a color), para detectar las posibles fugas en todas las redes de distribución enmarcadas dentro de la sub zona Larapa.

El equipo cuenta con una precisión de longitud máxima de 50 metros de separación en los sensores digitales.

3.1.6.4.1. DETALLE DEL PROCEDIMIENTO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS CON EL EQUIPO CORRELADOR DE FUGAS.

- a) Se instalaron los sensores en partes metálicas en la red de tubería que pueden ser válvulas, medidores metálicos, uniones metálicas para su correcta adherencia.
- b) Posterior a la instalación se procedió a la configuración y lectura del correlador, lo cual el correlador detecta los ruidos de fuga en la red.
- c) Los sensores envían la señal digitalizada a las radios y estas a la unidad central donde se realiza el proceso de correlación y se representa en la pantalla.
- d) Detectando así las fugas en redes, acometidas y abrazaderas en la red de distribución.

- e) Posteriormente se procedió a la detección de fugas tramo por tramo en toda la red de distribución.

Figura N° 32: EQUIPO CORRELADOR DE FUGAS PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS.



Fuente: Elaboración Propia.

3.1.6.5. DETERMINACIÓN DE FUGAS EN CAJAS DE REGISTRO.

3.1.6.5.1. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRUEBA.

- Ficha de recolección de datos.
- Tortol.
- Aforador de fugas.
- Cronometro.

3.1.6.5.2. PROCEDIMIENTO.

- a) Como primer paso se procedió a la verificación y ubicación de fugas en cajas de registro sea por rajadura de la tubería, mala colocación de accesorios (niples, tuercas, codos, uniones y medidores), desperfectos de instalación.

Figura N° 33: GEÓFONO ACÚSTICO PARA DETECCIÓN DE FUGAS.



Fuente: Elaboración Propia.

- b) Posteriormente a la ubicación de fugas en cajas de registro se procedió a la medición de caudal de fugas en cada una de las cajas de registro localizadas con existencia de fugas. Utilizando la fórmula de caudal: ***VOLUMEN SOBRE TIEMPO***, para su determinación.

Figura N° 34: VERIFICACIÓN DE FUGAS EN CAJA DE REGISTRO.



Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7. RECOLECCIÓN DE DATOS PÉRDIDAS COMERCIALES.

3.1.7.1. MICROMEDICIÓN.

3.1.7.1.1. PROCEDIMIENTO.

La recolección de datos en la etapa de Micromedición se realizó de la siguiente manera:

- a) De acuerdo al número total de conexiones, se tomó un número de muestra para poblaciones finitas, resultando un total de 189 conexiones a intervenir con la instalación de medidores, entre conexiones con medidor y conexiones sin medidor.

- b) Se distribuyó la muestra considerando la categoría tarifaria, continuidad, rangos de consumo, en categoría doméstica, comercial 092, comercial 162, industrial, estatal, social y directo.

De acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla N° 13: CUADRO DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES EN LA ETAPA DE LA MICROMEDICIÓN.

CATEGORÍA TARIFARIA	RANGO DE CONSUMO (m3/mes)	N° CONEXIONES	N° MUESTRA
DOMÉSTICO	0-10	707	77
	11-28.	581	59
	29-MÁS	103	11
COMERCIAL 092	0-50	4	3
	51-MÁS	2	2
COMERCIAL 162	0-30	34	17
	31-MÁS	8	4
INDUSTRIAL	0-100	20	2
	101-MÁS	0	0
ESTATAL	0-70	2	1
	71-MÁS	0	0
SOCIAL	0-20	2	0
	21-MÁS	6	1
DIRECTO	-----	158	12
TOTAL		1627	189

Fuente: Elaboración Propia.



3.1.7.1.2. CONEXIONES CON MEDIDOR (MEDIDORES DE PRUEBA).

3.1.7.1.2.1. PROCEDIMIENTO.

- a) Se realizó la notificación a cada uno de los usuarios indicando el motivo de la instalación de los medidores, donde el tiempo de instalación de los medidores es mensual y comunicando luego de cumplir el periodo de lectura se procederá al retiro de medidor.
- b) Se procedió a la instalación de medidores entregando el acta de instalación de medidores.
- c) La instalación se realizó en serie de forma longitudinal conforme el agua pase por los dos medidores.
- d) La verificación se realizó de manera diaria y poder así verificar el comportamiento diario de los medidores instalados y verificar posibles fugas en el comportamiento mensual de cada uno de los medidores.

Figura N° 35: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE PRUEBA.



AÑO 2015

ACTA DE INSTALACION DEL MEDIDOR PATRON

N° 000246

Siendo las 11:00 horas del día 24 abril la Entidad Contrastadora EPS SEDACUSCO S.A. ha procedido a Instalar medidor Patron en la conexión domiciliarias de agua potable, con fines de evaluacion de acuerdo al programa de inventario de perdidas Realizado por el Departamento de Control de Perdidas, la instalación del medidor es temporal por lo que finalizado el estudio se procedera al retiro del Medidor haciendole este de su conocimiento.

Empresa Prestadora:	E.P.S. SEDA CUSCO S.A.
Localidad o Centro de Servicio:	Av. Tomasa Tito Condemayta s/n

INFORMACION DEL USUARIO:

Nombre	: ALZAMORA SALCEDO OLINTHO
Direccion	: LADAPA GRANDE A-4-13
N° de Suministro	:
N° Inscripción	:

INFORMACION DEL MEDIDOR INSTALADO EN CAMPO:

N° del Medidor	: 1010070	DIAMETRO	: 1/2
Marca del Medidor	: EGNIBER	Clase Metrologica	:
Modelo del Medidor	: Año	Capacidad del Medidor	:
Estado del Registro	: El medidor Registra un Volumen de <u>45.679</u> m ³		

INFORMACION DEL MEDIDOR PATRON:

N° del Medidor	: A115628976	DIAMETRO	: 1/2
Marca del Medidor	: JFON	Clase Metrologica	:
Modelo del Medidor	: Año	Capacidad del Medidor	:
Estado del Registro	: El medidor Registra un Volumen de <u>1.504</u> m ³		
MEDIDA DE PRESION EN EL PUNTO ANTES DE LA INSTALACION	_____ PSI		

REPORTE VISUAL DEL MEDIDOR Y CAJA DE REGISTRO

Medidor con precinto de seguridad:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Caja :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Medidor con filtro:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Tapa :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Conexión enterrada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Conexión Interior :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES ALCANCES Y DETALLES DE LA CONEXIÓN:

02 tubas abasto de 1/2"
03 tuercas de 1/2"
03 tuercas roscas de 1/2"
03 empaques de 1/2"
01 cinta teflon

Firma del Tecnico	Firma de la EPS	Firma del Usuario
Nombre :	Nombre :	Nombre :
D.N.I. :	D.N.I. :	D.N.I. :

Fuente: Elaboración Propia.

- e) Los medidores se colocaron en serie utilizando los siguientes materiales:
- Medidor patrón de ½"
 - Tubos de abasto.
 - Niples y tuercas.

Figura N° 36: FORMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES.



Fuente: Elaboración Propia.

- f) Posteriormente de la instalación de medidores se procedió a la lectura del medidor de manera diaria durante un mes y saber el comportamiento del medidor existente y el comportamiento del medidor de prueba.

Figura N° 37: LECTURA DE MEDIDORES EXISTENTES Y MEDIDORES DE PRUEBA.



Fuente: Elaboracion Propia.

- g) Luego de cumplida el periodo de lectura de medidores de un mes se procedió al retiro de medidores entregando a cada uno de los usuarios actas de retiro de medidor patrón.

Figura N° 38: ACTA DE RETIRO DE MEDIDOR PATRÓN.

AÑO 2015 N° _____

ACTA DE RETIRO DEL MEDIDOR PATRON

Siendo las 08:45 horas del día 25 mayo la Entidad Contrastadora EPS SEDACUSCO S.A. ha procedido a retirar medidor Patron en la conexión domiciliar de agua potable luego de haber concluido con la evaluación de acuerdo al programa de Inventario de Perdidas Realizado por el Departamento de Control de Perdidas

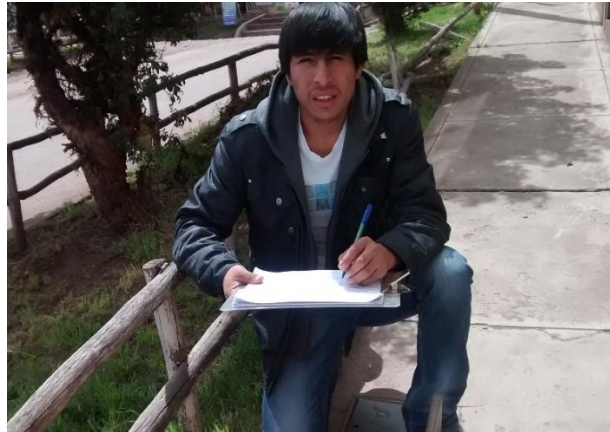
Empresa Prestadora : E.P.S SEDA CUSCO S.A		
Localidad o Centro de Servicio : A.v Tomasa Tito Condemayta s/n		
INFORMACION DEL USUARIO :		
Nombre : ALZAMORA SALGADO OLINTHO		
Dirección : LADARA GRANDE		
N° de Suministro :	N° Inscripción :	
INFORMACION DEL MEDIDOR INSTALADO EN CAMPO:		
N° del Medidor : 10100970	Diametro : 1/2"	
Marca del Medidor : Zenar	Clase Metrologica :	
Modelo del Medidor : Año	Capacidad del Medidor :	
Estado del Registro : El medidor Registra un Volumen de 57.548 m³		
INFORMACION DEL MEDIDOR PATRON :		
N° del Medidor : A115628916	Diametro : 1/2"	
Marca del Medidor : ITRON	Clase Metrologica :	
Modelo del Medidor : Año	Capacidad del Medidor :	
Estado del Registro : El medidor Registra un Volumen de 17.475 m³		
MEDIDA DE PRESION EN EL PUNTO ANTES DE LA INSTALACION _____ PSI		
REPORTE VISUAL DEL MEDIDOR Y CAJA DE REGISTRO		
Medidor con precinto de seguridad : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Caja : SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Medidor con filtro: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Medidor Con Tapa : SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
conexión Enterrada SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Conexión Interior : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES ALCANCES Y DETALLES DE LA CONEXIÓN :		
<u>02 tubos de Abasto de 1/2"</u>		
<u>03 tuercas de 1/2"</u>		
<u>03 nipples de 1/2"</u>		
<u>03 Empaques de 1/2"</u>		
<u>01 cinta teflon 1/2"</u>		
 Firma del Tecnico Nombre : <u>Julio Carronari</u> D.N.I : <u>40256580</u>	Firma de la EPS Nombre : _____ D.N.I : _____	 Firma del Usuario Nombre : _____ D.N.I : _____

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7.1.2.2.TOMA DE DATOS.

En la toma de datos se realizó la lectura de medidores durante un periodo de un mes, de manera diaria para poder saber el comportamiento del consumo de cada uno de las conexiones en estudio.

FIGURA N° 39: RECOLECCIÓN DIARIA DE DATOS DE CONSUMO DE LOS MEDIDORES.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 40: LECTURA DIARIA DE MEDIDORES DE PRUEBA.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
LECTURA DIARIA DE CONEXIONES MEDIDORES PATRÓN								
Responsable de Medición: <i>Erick Felipe Gutiérrez Baca</i>				HORA: <i>7:00 - 11:00</i>				
Equipos: <i>medidores Itron, Tanta</i>								
N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO	N° MED ANTIGUO	N° MED PATRÓN	FECHA: <i>26/04/15</i>		FECHA: <i>27/04/15</i>		OBSERVACIÓN
				ANTERIOR	PATRÓN	ANTERIOR	PATRÓN	
				DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	
11	CORNEJO CASTRO GLADYS URSULA			<i>330.469</i>	<i>3.417</i>	<i>331.993</i>	<i>3.880</i>	
12	SAJI ENRIQUEZ AUGUSTO			<i>1621.635</i>	<i>11.242</i>	<i>1621.770</i>	<i>11.281</i>	
13	TOMAYLLA ZAMALLOA SUSY ELENA			<i>578.048</i>	<i>4.202</i>	<i>578.279</i>	<i>4.447</i>	
14	CALDERON CAMACHO VDA.DE YABAR ANA AUREL			<i>136.322</i>	<i>5.702</i>	<i>136.613</i>	<i>6.009</i>	
15	CRUZ TORRES WILSON FREDY			<i>467.546</i>	<i>0.356</i>	<i>467.609</i>	<i>0.41</i>	
16	FRISANCHO DEL SOLAR EDDY DONATO			<i>226.925</i>	<i>7.370</i>	<i>226.967</i>	<i>7.414</i>	
17	VALDIVIA PINAZO JORGE JESUS			<i>91.348</i>	<i>2.966</i>	<i>91.528</i>	<i>3.228</i>	
18	LA HERMOZA OCOLLATUPA MATEO			<i>33.802</i>	<i>2.876</i>	<i>33.857</i>	<i>2.923</i>	
19	ABARCA ZUDIGA REMIGIO			<i>63.918</i>	<i>0.014</i>	<i>64.05</i>	<i>0.025</i>	
20	CORONADO SERRATD MATEO			<i>345.332</i>	<i>2.115</i>	<i>345.395</i>	<i>2.181</i>	

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7.1.3. CONEXIONES SIN MEDIDOR (MEDIDORES EN DIRECTO).

3.1.7.1.3.1. PROCEDIMIENTO.

- a) Se realizó la notificación a cada uno de los usuarios indicando el motivo de la instalación de los medidores, donde el tiempo de instalación de los medidores es mensual y comunicando luego de cumplir el periodo de lectura se procederá al retiro de medidor.
- b) La instalación se realizó en conexiones directas existentes en la sub zona de Larapa indicando previamente a los usuarios que la instalación es temporal periodo de duración de la prueba un mes, posteriormente a ello se procederá al retiro del medidor Testigo.


Figura N° 41: INSTALACIÓN DE MEDIDOR EN CONEXIÓN EN DIRECTO.



Fuente: Elaboración Propia.

c) Se procedió a la instalación de medidores entregando el acta de instalación de medidores.

Figura N° 42: ACTA DE INSTALACIÓN DE MEDIDOR TESTIGO.



AÑO 2015

ACTA DE INSTALACION DEL MEDIDOR PATRON **Nº 000246**

Siendo las 11:00 horas del día 24 abril la Entidad Contrastadora EPS SEDACUSCO S.A. ha procedido a Instalar medidor Patron en la conexión domiciliarias de agua potable, con fines de evaluacion de acuerdo al programa de inventario de perdidas Realizado por el Departamento de Control de Perdidas, la instalación del medidor es temporal por lo que finalizado el estudio se procederá al retiro del Medidor haciendole este de su conocimiento.

Empresa Prestadora:		E.P.S. SEDA CUSCO S.A.			
Localidad o Centro de Servicio:		Av. Tomasa Tito Condemayta s/n			
INFORMACION DEL USUARIO:					
Nombre :	<u>ALBAMORA SANCEDO OLINTHO</u>				
Direccion :	<u>LANAPA GRANDE A-4-13</u>				
Nº de Suministro :			Nº Inscripción :		
INFORMACION DEL MEDIDOR INSTALADO EN CAMPO:					
Nº del Medidor :	<u>1010070</u>	DIAMETRO :	<u>1/2</u>		
Marca del Medidor :	<u>EGNER</u>	Clase Metrologica :			
Modelo del Medidor :		Año			
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de <u>45.679</u> m ³				
INFORMACION DEL MEDIDOR PATRON:					
Nº del Medidor :	<u>A115628976</u>	DIAMETRO :	<u>1/2</u>		
Marca del Medidor :	<u>FRON</u>	Clase Metrologica :			
Modelo del Medidor :		Año			
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de <u>1.504</u> m ³				
MEDIDA DE PRESION EN EL PUNTO ANTES DE LA INSTALACION _____ PSI					
REPORTE VISUAL DEL MEDIDOR Y CAJA DE REGISTRO					
Medidor con precinto de seguridad:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Caja :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Medidor con filtro:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Tapa :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Conexión enterrada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Conexión Interior :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia.

d) Los medidores se colocaron en serie utilizando los siguientes materiales:

- Medidor patrón de ½"
- Tubos de abasto.
- Niples y tuercas.

Figura N° 43: FORMA DE INSTALACIÓN DE MEDIDORES TESTIGO.



Fuente: Elaboración Propia.

e) Posteriormente de la instalación de medidores se procedió a la lectura del medidor de manera diaria durante un mes y saber el comportamiento del medidor testigo.

Figura N° 44: LECTURA DE MEDIDORES TESTIGO.



Fuente: Elaboración Propia.

- f) Luego de cumplida el periodo de lectura de medidores de un mes se procedió al retiro de medidores entregando a cada uno de los usuarios actas de retiro de medidor testigo.

Figura N° 45: ACTA DE RETIRO DE MEDIDOR PATRÓN.

AÑO 2015 N° _____

ACTA DE RETIRO DEL MEDIDOR PATRON

Siendo las 08:45 horas del día 25 mayo la Entidad Contrastadora EPS SEDACUSCO S.A. ha procedido a retirar medidor Patron en la conexión domiciliarias de agua potable luego de haber concluido con la evaluación de acuerdo al programa de Inventario de Perdidas Realizado por el Departamento de Control de Perdidas

Empresa Prestadora :		E.P.S SEDA CUSCO S.A			
Localidad o Centro de Servicio :		A.v Tomasa Tito Condemayta s/n			
INFORMACION DEL USUARIO :					
Nombre :	AIZAMORA SALGADO ALINTHO				
Direccion :	LADARA GRANDE				
N° de Suministro :			N° Inscripcion :		
INFORMACION DEL MEDIDOR INSTALADO EN CAMPO:					
N° del Medidor :	10100970	Diametro :	1/2"		
Marca del Medidor :	ZANES	Clase Metrologica :			
Modelo del Medidor :		Año :			
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de <u>57.548</u> m ³				
INFORMACION DEL MEDIDOR PATRON :					
N° del Medidor :	A115628916	Diametro :	1/2"		
Marca del Medidor :	PATON	Clase Metrologica :			
Modelo del Medidor :		Año :			
Estado del Registro :	El medidor Registra un Volumen de <u>17.475</u> m ³				
MEDIDA DE PRESION EN EL PUNTO ANTES DE LA INSTALACION		PSI			
REPORTE VISUAL DEL MEDIDOR Y CAJA DE REGISTRO					
Medidor con precinto de seguridad :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor con Caja :	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Medidor con filtro:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Medidor Con Tapa :	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
conexión Enterrada	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Conexión Interior :	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7.1.3.2.TOMA DE DATOS.

La toma de datos se realizó tomando lectura a los medidores durante el periodo de un mes, para poder saber el comportamiento del consumo de agua potable de cada una de las conexiones en estudio.

Figura N° 46: LECTURA DIARIA DE MEDIDORES TESTIGO.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
LECTURA DIARIA DE CONEXIONES DIRECTAS "MEDIDORES TESTIGO" (m3)							
Responsable de Medición: Erick Felipe Gutiérrez Baca						HORA: 7:00 - 10:00 am	
Equipos: Medidores Marca "DH"							
FECHA:		01/04/15	02/04/15	03/04/15	04/04/15		
		TESTIGO	TESTIGO	TESTIGO	TESTIGO	OBSERVACIÓN	
Nº	NOMBRE DEL PROPIETARIO	NUMERO DE MEDIDOR	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	
1	ZANABRIA DE PALMA MILNE JUDITH	410608119	04.560	5.412	6.753	6.965	
2	GRUPO DEGOL S.A.C.	410604342	0.563	0.525	0.671	0.685	
3	HUAMAN SUPANTA VITA	410600923	4.140	5.598	5.293	6.043	
4	CHOQUE SAICO DORA	410103687	22.769	13.086	15.478	18.085	
5	RAMIREZ ALFARO VICTOR JUVENAL	410200195	2.139	2.227	2.713	3.407	
6	GARCIA MENGUA EDITH	410804830	7.827	8.014	9.315	10.497	
7	PAIVA MOLLE YENICA SANDRA	410604383	9.928	9.381	10.904	11.083	
8	LAZARTE CARDENAS ANGEL EMILIO	410804860	3.172	3.532	4.477	5.947	
9	GUTIERREZ TAPIA YEFER	410402369	1.903	1.928	1.924	1.956	
10	ALVAREZ PEDA BLANCA ISABEL	410809776	11.697	14.869	19.694	17.648	medidor esta retirado
11	CALATAYUD BORNAS JOSE ANTONIO	410102165	2.127	2.314	3.939	3.154	medidor esta retirado
12	PACHECO DEL CASTILLO JORGE WASHINGTON.	410402032	9.294	9.577	10.313	11.814	

Fuente: Elaboración Propia.



3.1.7.2. HURTO Y CLANDESTINAJE DE AGUA POTABLE.

Formato de recolección de datos de hurto y clandestinaje realizado conexión por conexión, verificando la correspondencia de todas las categorías tarifarias.

Tabla N° 14: FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CLANDESTINAJE.

TESIS: "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.				
	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL			
	PRUEBA	FICHA DE UBICACIÓN HURTO Y CLANDESTINAJE		
	FECHA	20 DE ABRIL - 20 DE MAYO 2015		
EQUIPOS	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
RESPONSABLE	BR. ERICK FELIPE GUTIERREZ BACA			
LUGAR	URBANIZACION LARAPA GRANDE			

INSCRINRO	TIPURB	URB	TIPCAL	CALLE	PRENRO	TARIFA	MEDNROX	USODES	LEC ACTUAL	OBSERVACION
01791202	APV	ACIAAS (TANCARPATA)	APV	SAN SILVERIO	B-2	012,		Vivienda		
01606048	APV	AGUA BUENA	APV	AGUA BUENA	J-18 2do.PISO.A	012,	10000008	Vivienda		
01606059	APV	AGUA BUENA	APV	AGUA BUENA	J-18 2do.PISO.B	012,	1199102429	Vivienda		
01649889	APV	ALTIVA CANAS - SAN J	APV	ALTIVA CANAS	K-04	012,	10105545	Vivienda		
01658982	APV	EL EDEN	APV	EL EDEN	B-1	012,	10108687	Vivienda		
01824871	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-1	012,		Vivienda		
01714118	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-2	012,		Vivienda		
01823916	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	B-3-B	012,		Vivienda		
01824348	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-04	012,		Vivienda		
01824531	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-2	012,		Vivienda		
01824553	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-3-2	012,		Vivienda		
01825350	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	C-5-1	012,		Vivienda		
01825485	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2	012,		Vivienda		
01700383	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2-3	012,	10105538	Vivienda		
01697423	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-2-4	012,	10104009	Vivienda		
01824882	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-4	012,		Vivienda		
01824860	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-8-1	012,		Vivienda		
01825429	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	D-8-3	012,		Vivienda		
01823905	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	F-5	012,		Vivienda		
01823836	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	G-1	012,		Vivienda		
01823892	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	G-2	012,		Vivienda		
01828295	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-4-2	012,		Vivienda		
01823723	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-4-3	012,		Vivienda		
01714129	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	H-5	012,		Vivienda		
01826033	ASV	FEDATARIOS Y POSESIO	ASV	FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	I-1	012,		Vivienda		

Fuente: Elaboración Propia

3.6. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS.

3.6.1. MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

3.6.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

La presente prueba consistió en determinar el volumen de ingreso a la población de Larapa mediante la instalación del equipo Caudalímetro de Ultrasonido (PT878), cuyo equipo de medición registra caudales de ingreso de agua potable en intervalos de tiempo de 60 segundos y registra también el volumen acumulado de agua potable que ingresa hacia la población de Larapa. La medición se realizó durante el periodo de un mes.

a) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN ACUMULADO DE AGUA POTABLE EN EL INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

La presente prueba consistió en determinar el volumen acumulado de agua potable en el ingreso a la población de Larapa.

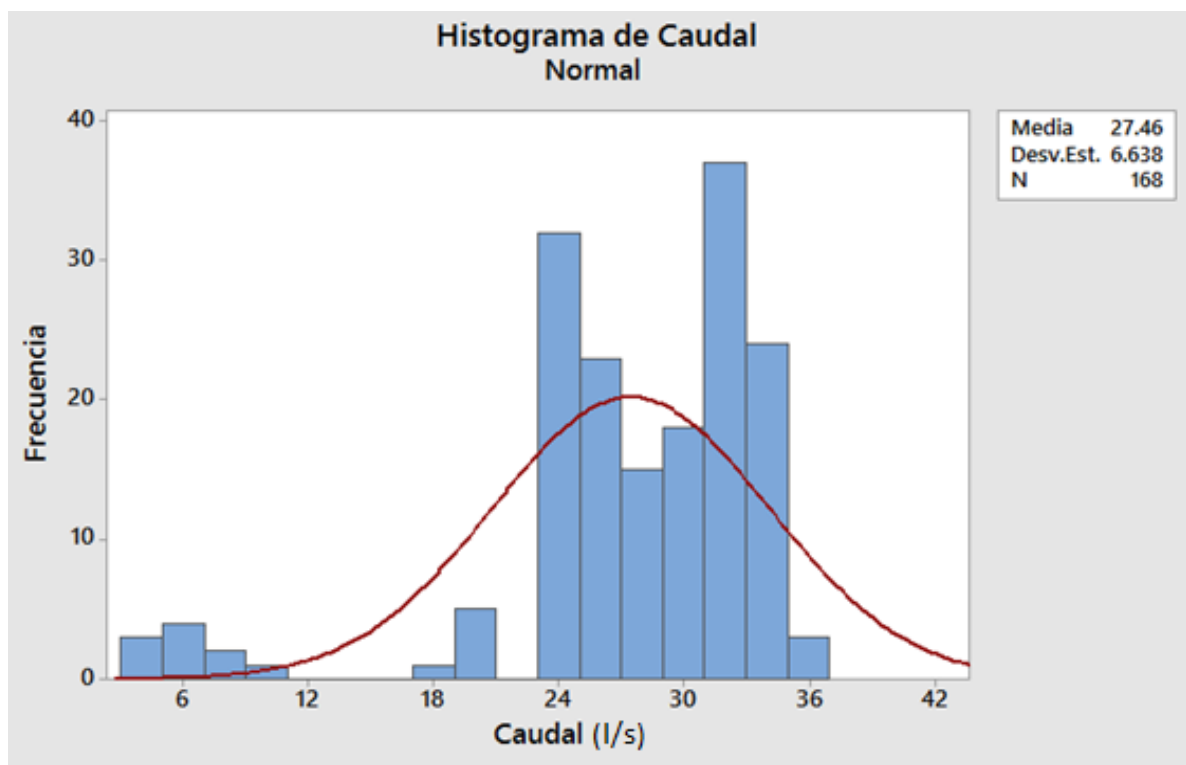
La determinación del volumen acumulado de agua potable en la tubería de ingreso se determinó del dato del equipo Caudalímetro de Ultrasonido (PT878), registrando un volumen total acumulado de 75088.42 m³/mes.

b) DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

La presente prueba consistió en determinar el caudal de ingreso a la población de Larapa.

La determinación del caudal en la tubería de ingreso a la población de Larapa se realizó en intervalos de tiempo de 60 segundos por el periodo de un mes que han sido analizados estadísticamente. El cálculo ha sido desarrollado con la plataforma de Software Minitab 17 ®.

Figura N° 47: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES PROMEDIO DE INGRESO DE AGUA POTABLE A LA POBLACIÓN DE LARAPA.



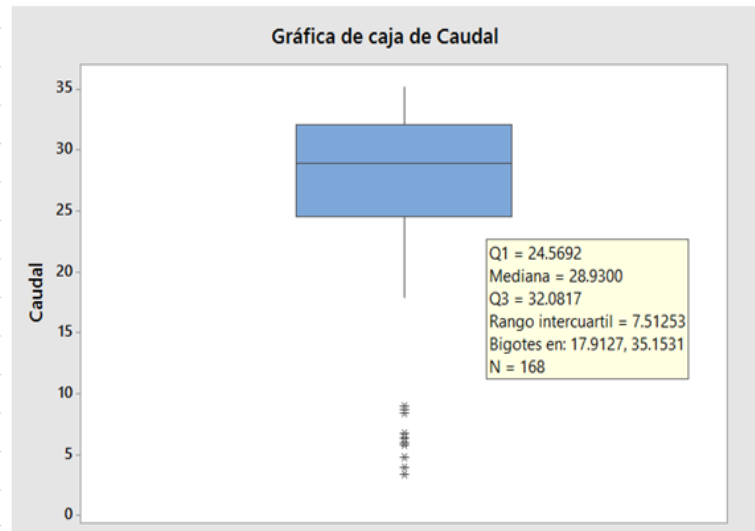
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura se muestra una distribución “bimodal” para los datos, así como los valores aislados de caudal. Con el objetivo de tener una representación gráfica de la distribución de datos y poder analizar el valor de Caudal de ingreso a la población de

Larapa, emplearemos el diagrama de cajas que nos señala donde caen la mayoría de los datos así como los valores atípicos o discordantes llamados “**OUTLIER**” (CÓRDOVA ZAMORA, 2003). El cálculo será desarrollado con la plataforma del Software Minitab 17®.

Figura N° 48: GRAFICA DE CAJA - CAUDAL INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

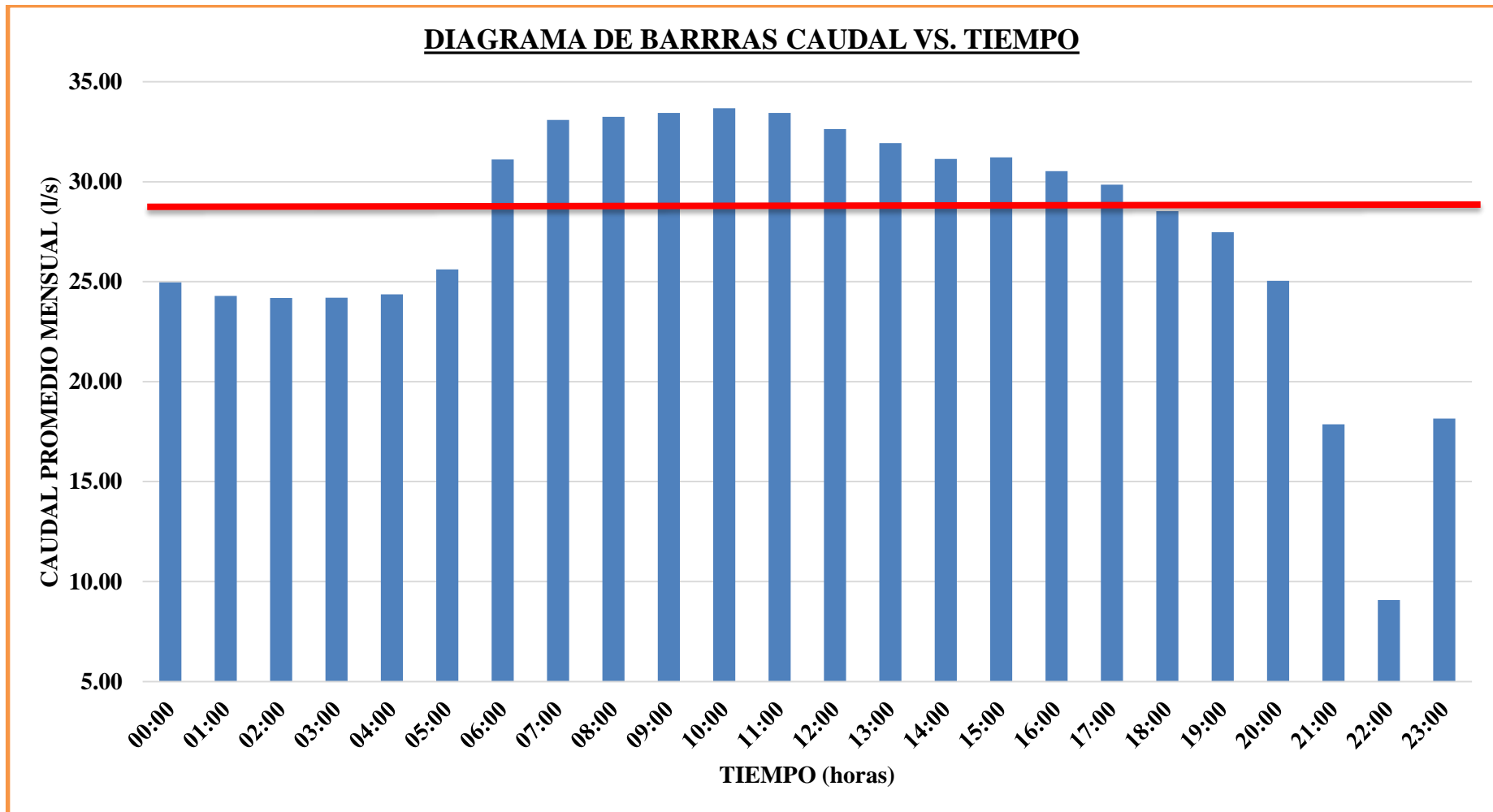
ANALISIS ESTADISTICO	
POBLACION	168
Stat Descriptiva	{l/s}
DESVIACION EST.	6.638
MEDIA	27.46
MEDIANA	28.93
MAXIMO	35.153
MINIMO	3.351
CUARTIL SUP.	32.082
CUARTIL INF.	24.569
RANGO INTER.	7.513
EXTREMO SUP.	35.153
Minitab 17.	



Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, se eligió como el valor más cercano al volumen acumulado de agua potable “la mediana”, el valor de **28.93 l/s**. La mediana descarta valores atípicos y valores extremos que alteran el valor exacto de los datos.

Figura N° 49: DIAGRAMA DE BARRAS CAUDAL VS. TIEMPO DEL VOLUMEN DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 49 se tiene la distribución del caudal promedio mensual versus tiempo (horas) donde se observa un mayor consumo de agua potable de las 7:00 horas a las 20.00 horas, de todos los días de la semana.

3.6.1.2. VOLUMEN DE INGRESO.

El volumen de ingreso mensual al sistema de abastecimiento de agua potable se determinó utilizando la fórmula de caudal considerando una continuidad de 24 horas.

$$V = Q * t$$

Donde:

V.- volumen de ingreso mensual (m³).

Q.- caudal promedio de ingreso en (m³/s) = 0.02893 m³.

t.- tiempo (meses) = 3600 s, 24 horas, 1 mes.

$$V = Q * t = 0.02893 * (3600 * 24 * 30)$$

$$V = 74986.56 \frac{m^3}{mes}$$

3.6.1.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

Se pudo observar, de acuerdo a la pruebas de mediciones volumétricas, el caudal promedio mensual de ingreso a la población de Larapa es de 28.930 l/s. Teniendo un volumen de ingreso mensual al sistema de abastecimiento de agua potable de la sub zona Larapa un total de **74986.56 m³/mes.** Valor tomado de la mediana como valor más cercano al volumen total acumulado.

Tabla N° 15: CUADRO COMPARATIVO DE VOLUMEN DE INGRESO DE AGUA POTABLE.

CUADRO COMPARATIVO DE VOLUMEN	
Equipo	Caudalimetro (PT878)
Medición acumulada	75088.42 m ³ /mes
Medida de tendencia central "Mediana"	74986.56 m ³ /mes.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2. PROCESAMIENTO DE DATOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS.

En el procesamiento de pérdidas operativas se considera pruebas de fugas en cajas de registro, pruebas de fugas en redes y pruebas de fugas en acometidas y abrazaderas y su procesamiento de cada una de ellas se detallan a continuación:

3.6.2.1. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA FUGAS EN CAJA DE REGISTRO.

3.6.2.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

- a) En la presente etapa se procedió a verificar las fugas en caja de registro, conexión por conexión dentro del área de estudio de la investigación.
- b) En cada una de conexiones ubicadas se procedió al respectivo aforo y determinar la cantidad de pérdida de agua, por cada caja de registro ubicada con presencia de fugas. Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q.- caudal de aforo en (l/s).

V.- volumen de aforo en (litros) = 1.44 l/min.

t.- tiempo (seg) = 60 seg.

$$Q = \frac{1.44}{60} = 0.024$$

$$Q = 0.024 \text{ l/s.}$$

- c) Se verifica que el caudal de pérdida por fugas en caja de registro de una de ellas resulta *0.024 l/s*.

- d) Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*, determinamos el volumen de pérdida de agua potable por Fugas en Caja de Registro.

Donde:

V.- volumen de ingreso mensual (m³).

Q.- caudal promedio de ingreso (m³/s) = 0.000561 m³/s.

t.- tiempo (meses) = 3600 s, 24 horas, 1 mes.

$$V = Q * t = 0.000561 * (3600 * 24 * 30)$$

$$V = 1454.112 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.6.2.1.2. DIAGRAMAS O TABLAS.

Se tiene los siguientes resultados de análisis de *FUGAS EN CAJA DE REGISTRO*.

Tabla N° 16: CUADRO DE PERDIDAS DE AGUA POTABLE DE FUGAS EN CAJA DE REGISTRO

FUGAS EN CAJA DE REGISTRO				
ÍTEM	DIRECCIÓN	N°	N° MEDIDOR	CAUDAL DE AFORO (L/S)
1	URB LARAPA GRANDE	H-2-9	10201150	0.024
2	URB LARAPA GRANDE	H-4-31	ILEGIBLE	0.032
3	URB LARAPA GRANDE	H-5-22	10104523	0.011
4	URB LARAPA GRANDE	H-8-23	10000205	0.031
5	URB LARAPA GRANDE	H-10-1	10605422	0.022
6	URB LARAPA GRANDE	H-10-1	10701447	0.011
7	URB LARAPA GRANDE	H-1-6	ILEGIBLE	0.008
8	URB LARAPA GRANDE	H-15-1	10104069	0.006
9	URB LARAPA GRANDE	F-1-11	1293174	0.005
10	URB LARAPA GRANDE	B-8	ILEGIBLE	0.008
11	URB LARAPA GRANDE	D-6-9-A	1492186	0.015
12	URB LARAPA GRANDE	B-1-12	10803431	0.01
13	URB LARAPA GRANDE	A-2-13	1341162	0.004
14	URB LARAPA GRANDE	D-2-11	DIRECTO	0.005

15	URB LARAPA GRANDE	D-2-1-A	10000046	0.004
16	URB LARAPA GRANDE	D-1-6	1293323	0.012
17	URB LARAPA GRANDE	B-7-1	1293863	0.005
18	URB LARAPA GRANDE	B-8-1	1499558	0.013
19	URB LARAPA GRANDE	B-8-1	1501100	0.035
20	URB LARAPA GRANDE	B-8-12	10807724	0.027
21	URB LARAPA GRANDE	B-3-5	1333399	0.011
22	URB LARAPA GRANDE	B-3-1	ILEGIBLE	0.012
23	URB LARAPA GRANDE	B-10-3	DIRECTO	0.015
24	URB LARAPA GRANDE	E-3-9	DIRECTO	0.017
25	URB LARAPA GRANDE	E-7-4	10201226	0.002
26	URB LARAPA GRANDE	E-4-8	1414648	0.087
27	URB LARAPA GRANDE	E-7-16	DIRECTO	0.035
28	URB LARAPA GRANDE	E-4-1	10105875	0.084
29	URB LARAPA GRANDE	C-1-2	ILEGIBLE	0.01
TOTAL				0.561

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2.1.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) Se identificó 29 conexiones con presencia de fugas en caja de registro.
- b) De acuerdo al análisis realizado para la determinación del caudal de pérdida de agua potable por *FUGAS EN CAJA DE REGISTRO*, se tiene un caudal de pérdida de 0.561 l/s.
- c) Se determinó el volumen de pérdida mensual por Fugas en Caja de Registro, resultando un volumen total de **1454.112 m³/mes.**

3.6.2.2. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA FUGAS EN REDES.

3.6.2.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

- a) En esta presente etapa de investigación se procedió a la revisión de las redes en su totalidad con equipos de detección de fugas.
- b) Posteriormente se procedió a la exposición de las fugas con ayuda de personal de apoyo, que al ubicarlas se realizó el respectivo aforo de caudal.
- c) Los datos obtenidos del aforo de caudal se procedió a realizar el análisis respectivo. Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q.- caudal de aforo en (l/s).

V.- volumen de aforo en (litros) = 61.26 litros.

t.- tiempo (seg) = 60 seg.

$$Q = \frac{61.26}{60} = 1.021$$

$$Q = 1.021 \text{ l/s.}$$

- e) Se verifica que el caudal de pérdida por fugas en redes de una de ellas resulta *1.021 l/s*.

- f) Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*, determinamos el volumen de pérdida de agua potable por Fugas en Redes.

Donde:

V.- volumen de ingreso mensual (m³).

Q.- caudal promedio de ingreso (m³/s) = 0.007309 m³/s.

t.- tiempo (meses) = 3600 s, 24 horas, 1 mes.

$$V = Q * t = 0.007309 * (3600 * 24 * 30)$$

$$V = 18944.928 \frac{m^3}{mes}$$

3.6.2.2.2. DIAGRAMAS O TABLAS.

Tabla N° 17: CUADRO FUGAS DE AGUA EN REDES.

FUGA EN REDES				
ÍTEM	DIRECCIÓN	N°	NIVEL	CAUDAL DE AFORO (L/S)
1	PSJ. LAS ORQUÍDEAS	A-2-21	4	1.021
2	LARAPA AV. 3	D-2-1-C	3	0.532
3	LARAPA LOS RUISEÑORES	D-2-4	2	0.392
4	LARAPA LOS RUISEÑORES	D-2-9	3	0.874
5	LARAPA	D-8-6	2	0.627
6	LARAPA AV. LOS SAUCES	B-1-3	2	0.536
7	APV. VERSALLES	L-12	2	0.211
8	URB. LARAPA		2	0.956
9	URB. LARAPA	I-2-I	2	0.492
10	MACHUPICOL	E-2	3	0.729
11	MACHUPICOL	F-9	3	0.441
12	URB. LARAPA AV. 5	F-4-10	2	0.322
13	URB. LARAPA AV. 5	F-3	2	0.176
TOTAL				7.309

Fuente: Elaboración Propia.



3.6.2.2.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) Se identificaron 13 puntos de fugas de agua en redes en toda la red de distribución de agua potable.
- b) De acuerdo al análisis realizado para la determinación del caudal de pérdida de agua potable por *FUGAS EN REDES*, se tuvo un caudal de pérdida de **7.309 L/S**.
- c) Se determinó el volumen de pérdida por Fugas en Redes, resultando un volumen total de **18944.928 m³/mes.**

3.6.2.3. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.

3.6.2.3.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

- a) En esta presente etapa de investigación se procedió a la revisión de acometidas y abrazaderas en su totalidad con equipos de detección de fugas.
- b) Posteriormente se procedió a la exposición de las fugas con ayuda de personal de apoyo, que al ubicarlas se realizó el respectivo aforo de caudal.
- c) Los datos obtenidos del aforo de caudal se procedió a realizar el análisis respectivo. Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q.- caudal de aforo en (l/s).

V.- volumen de aforo en (litros) = 47.04 litros.

t.- tiempo (seg) = 60 seg.

$$Q = \frac{47.04}{60} = 0.784$$

$$Q = 0.784 \text{ l/s.}$$

- d) Aplicando la fórmula de caudal: *VOLUMEN SOBRE TIEMPO*, determinamos el volumen de pérdida de agua potable por Fugas en Redes.

Donde:

V.- volumen de ingreso mensual (m³).

Q.- caudal promedio de ingreso (m³/s) = 0.007872 m³/s.

t.- tiempo (meses) = 3600 s, 24 horas, 1 mes.

$$V = Q * t = 0.007872 * (3600 * 24 * 30)$$

$$V = 20404.224 \frac{m^3}{mes}$$

3.6.2.3.2. DIAGRAMAS O TABLAS.**Tabla N° 18: CUADRO DE FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.**

FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS.				
ÍTEM	DIRECCIÓN	N°	INSCRIPCIÓN	CAUDAL DE AFORO (L/S)
1	URB. LARAPA IGLESIA MORMONES	D-1-2	1293403	0.784
2	URB. LARAPA AV-1	B-1-9-D	1748758	0.254
3	URB. LARAPA	D-1-9-D	01293414	0.492
4	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-1	1464251	0.392
5	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-1	1499597	0.542
6	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-1	1502394	0.632
7	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-1	1504216	0.268
8	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-1	1518507	0.784
9	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-2	1506321	0.326
10	URB. LARAPA LOS JARDINES	B-8-3	1505955	0.121
11	VERSALLES LOS PORTALES	L-2-30-1	-----	0.023
12	URB. LOS VERSALLES	A-7	10601329	0.924
13	URB. LARAPA	I-4-II	1554614	0.654
14	URB. LARAPA	A-1	10106937	0.954
15	URB. LARAPA	F-5-23	1834168	0.368
16	URB. LARAPA AV. 5	F-5-23	CORTADO	0.354
TOTAL				7.872

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2.3.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) Se identificaron 16 puntos de fugas de agua en acometidas y abrazaderas en toda la red de distribución de agua potable.
- b) De acuerdo al análisis realizado para la determinación del caudal de pérdida de agua potable por *FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS*, se tuvo un caudal de pérdida de **7.872 L/S**.
- c) Se determinó el volumen de pérdida por Fugas en Redes, resultando un volumen total de **20404.224 m³/mes.**

3.6.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES.

En el procesamiento de pérdidas comerciales se considera pruebas de Micromedición y pruebas de hurto y clandestinaje y su procesamiento de cada una de ellas se detallan a continuación:

3.6.3.1. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN.

3.6.3.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

Esta prueba consistió en la determinación de la pérdida de agua potable verificando el comportamiento metrológico de los medidores. Para lo cual se instaló medidores nuevos en 189 conexiones de acuerdo al número de muestra, categoría tarifaria, rangos de consumo, continuidad de servicio. Y verificar el consumo mensual (m³) de cada uno de los usuarios.

3.6.3.1.1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN EN (CONEXIONES SIN MEDIDOR - MEDIDORES TESTIGO).

a) Volumen de consumo mensual.

En la presente etapa se instalaron 12 medidores de una población de 158 conexiones de categoría doméstica.

Se determinó de la siguiente manera:

$$V. consumo = \sum (Lectura Final - Lectura Inicial)$$

Donde:

V. consumo : Volumen de consumo mensual.

Demostración:

- Fecha de instalación : 26/03/2015.
- Fecha de lectura : 28/03/2015 al 28/04/2015.

Donde:

- Lectura inicial : 5.584 m3.
- Lectura final : 32.333 m3.

$$V. consumo = (Lect Final - Lect Inicial) = 32.333 - 5.584 = 26.749 \text{ m3/mes.}$$

b) Volumen de pérdida mensual.

En la etapa de Micromedición del tipo de conexiones sin medidor la empresa prestadora de servicios asigna un volumen de consumo promedio de **19.00 m3/mes**, para este tipo de conexiones que fue estimado mediante un estudio realizado por dicha empresa y autorizado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) para la categoría doméstica.

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

$$V. Pérdida Mensual = V. consumo - V asignado.$$

Donde:

- V. Pérdida Mensual : Volumen de Pérdida Mensual (m3).
- V. consumo : Volumen de consumo (m3).
- V. asignado : Volumen Asignado (m3).

Demostración:

- V. consumo : 26.749 m3.
- V. asignado : 19.000 m3.

$$\begin{aligned} V. Pérdida Mensual &= V consumo - V asignado = 26.749 - 19.000 \\ &= 7.749 \text{ m3/mes.} \end{aligned}$$

- c) Se verifica en la siguiente tabla el comportamiento de los medidores en *directo* instalados en campo de acuerdo al consumo de cada vivienda.

Tabla N° 19: VOLUMEN DE PÉRDIDA MENSUAL EN CONEXIONES SIN MEDIDOR (DIRECTO).

VOLUMEN DE PERDIDA EN CONEXIONES SIN MEDIDOR (M3)						
N°	NUMERO DE MEDIDOR	LECTURA	LECTURA	VOLUMEN DE CONSUMO M3	VOLUMEN ASIGNADO M3	VOLUMEN DE PÉRDIDA. MENSUAL M3
		INICIAL	FINAL			
		28/03/2015	28/04/2015			
1	410804860	1.672	16.288	14.616	19.000	-4.384
2	410402369	0.447	4.686	4.239	19.000	-14.761
3	410102165	0.616	8.937	8.321	19.000	-10.679
4	410608119	2.275	24.245	21.970	19.000	2.970
5	410604342	0.337	1.725	1.388	19.000	-17.612
6	410402032	7.832	20.099	12.267	19.000	-6.733
7	410600923	2.169	18.761	16.592	19.000	-2.408
8	410103687	3.798	169.574	165.776	19.000	146.776
9	410200195	1.325	9.188	7.863	19.000	-11.137
10	410809776	5.584	32.333	26.749	19.000	7.749
11	410804830	3.703	32.234	28.531	19.000	9.531
12	410604383	5.843	31.423	25.580	19.000	6.580

Fuente: Elaboración Propia.

- d) **Inferido al número total de conexiones sin medidor (directo).**

En la presente etapa se determinó el volumen de pérdida total de conexiones en directo de la categoría doméstica, empleando el valor de pérdida de agua potable promedio de 8.824 m³/mes.

Se determinó de la siguiente manera:

$$V. \text{Pérdida Directo} = V. \text{Pérdida promedio} * N^{\circ} \text{ conexiones.}$$

Donde:

V. Pérdida Directo : Volumen de Pérdida en Directo.

V. Pérdida Promedio : Volumen de Pérdida Promedio.

Nº conexiones : Número de Conexiones sin Medidor.

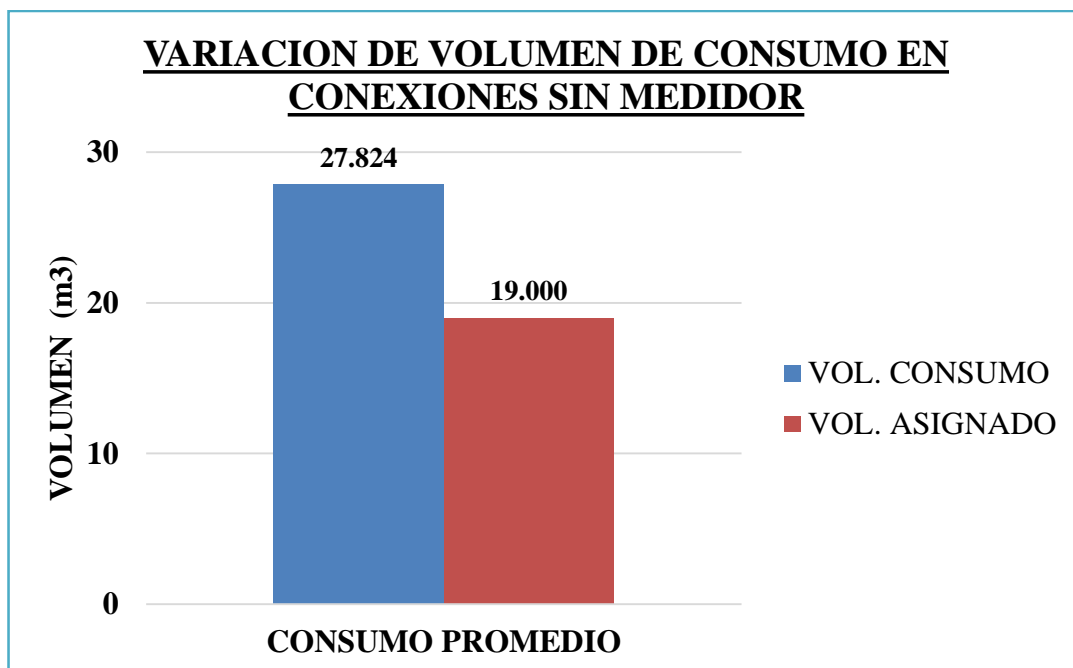
Demostración:

- V. Pérdida Promedio : 8.824 m³.
- Nº conexiones : 158.

$$\begin{aligned} V. Pérdida. Directo &= V. Pérdida promedio * N^{\circ} conexiones \\ &= 8.824 * 158 = 1394.192 \text{ m}^3/\text{mes}. \end{aligned}$$

3.6.3.1.1.2. DIAGRAMAS O TABLAS.

Figura Nº 50: VOLUMEN DE PÉRDIDA PROMEDIO EN CONEXIONES SIN MEDIDOR.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6.3.1.1.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- Se tiene una pérdida de volumen promedio mensual de 8.824 m³ de agua potable por conexión sin medidor.
- Se tiene una pérdida de volumen mensual de conexiones sin medidor un total de 1394.192 m³/mes, que se pierde en el consumo de los usuarios.

3.6.3.1.1.4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN EN (CONEXIONES CON MEDIDOR - MEDIDORES DE PRUEBA).**a) Volumen de consumo mensual.**

En la presente etapa se instalaron 177 medidores de una población de 1469 conexiones entre categoría doméstica, categoría comercial, categoría industrial, categoría estatal y categoría social.

Se determinó de la siguiente manera:

$$V. consumo = \sum (Lectura Final - Lectura Inicial)$$

Donde:

V. consumo : Volumen de consumo mensual.

Demostración:

- Fecha de instalación : 24/04/2015.
- Fecha de lectura : 26/04/2015 al 26/05/2015.

**Medidor de existente.****Donde:**

- Lectura inicial : 335.349 m3.
- Lectura final : 344.854 m3.
- V. medidor existente : Volumen de consumo de medidor existente

$$V. \text{ medidor existente} = (\text{Lectura Final} - \text{Lectura Inicial})$$

$$V. \text{ medidor existente} = 344.854 - 335.349 = 9.505 \text{ m3/mes.}$$

Medidor Prueba.**Donde:**

- Lectura inicial : 15.695 m3.
- Lectura final : 48.512 m3.
- V. medidor prueba: Volumen de consumo de medidor prueba.

$$V. \text{ medidor prueba} = (\text{Lectura Final} - \text{Lectura Inicial})$$

$$V. \text{ medidor prueba} = 48.512 - 15.695 = 32.817 \text{ m3/mes.}$$

b) Volumen de pérdida mensual.

En el tipo de conexiones con medidor se instaló medidores de prueba en serie, junto al medidor existente para evaluar el comportamiento metrológico del medidor existente en cada una de las conexiones.



Entonces se determinó el volumen de pérdida mensual de la siguiente manera:

$$V. \text{Pérdida Mensual} = V. \text{medidor prueba} - V. \text{medidor existente.}$$

Donde:

V. Pérdida Mensual : Volumen de Perdida Mensual (m3).

V. medidor prueba : Volumen de consumo de medidor de prueba (m3).

V. medidor existente : Volumen de consumo de medidor existente (m3).

Demostración:

- V. medidor prueba : 9.505 m3.
- V. medidor existente : 32.817 m3.

$$\begin{aligned} V. \text{Pérdida Mensual} &= V. \text{medidor prueba} - V. \text{medidor existente} \\ &= 32.817 - 9.505 = 23.312 \text{ m3/mes.} \end{aligned}$$



c) En la presente tabla N° 20 se observa el volumen de pérdida de agua mensual en (m³) por conexión de acuerdo a la categoría tarifaria y rango de consumo.

Tabla N° 20: VOLUMEN DE PÉRDIDA MENSUAL EN CONEXIONES CON MEDIDOR (PRUEBA).

VOLUMEN DE PERDIDA EN CONEXIONES SIN MEDIDOR (M3)									
N°	NUMERO DE MEDIDOR		LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		VOLUMEN DE CONSUMO MEDIDOR EXISTENTE (M3)	VOLUMEN DE CONSUMO MEDIDOR PRUEBA (M3)	VOLUMEN PÉRDIDA MENSUAL (M3)
			EXISTENTE	PRUEBA	EXISTENTE	PRUEBA			
	CAMPO	PATRON	26/04/2016	26/04/2016	26/05/2015	26/05/2015			
1	101314699	A115628892	335.349	15.695	344.854	48.512	9.505	32.817	23.312
2	101316054	A115628975	174.496	9.637	198.672	35.049	24.176	25.412	1.236
3	101302542	A115628990	73.647	11.971	100.377	40.100	26.730	28.129	1.399
4	10100399	A115628974	525.169	7.371	537.433	23.875	12.264	16.504	4.240
5	10000007	A115628928	313.075	3.586	320.236	7.876	7.161	4.290	-2.871
6	101324957	A115628980	113.9	6.367	133.399	27.044	19.499	20.677	1.178
7	10104983	A115628973	183.812	1.69	198.715	9.870	14.903	8.180	-6.723
8	101324834	9920891	2.704	23.042	2.716	23.050	0.012	0.008	-0.004
9	10101447	A115628973	215.525	12.277	216.912	14.288	1.387	2.011	0.624
10	10101446	A115628885	689.552	1.139	696.112	8.614	6.560	7.475	0.915
11	101324411	A115628927	87.281	5.342	92.547	10.620	5.266	5.278	0.012
12	10104245	A115628943	377.885	6.387	385.251	15.850	7.366	9.463	2.097
13	10607463	A115628949	666.124	3.054	669.608	7.332	3.484	4.278	0.794

Fuente: Elaboración Propia.

d) Inferido al número total de conexiones con medidor (medidor de prueba).

En la presente etapa se determinó el volumen de pérdida total en conexiones con medidor de categoría doméstica, categoría comercial, categoría industrial, categoría social y categoría estatal. Considerando el rango de consumo de cada una de las categorías mencionadas.

Lo cual se determina de la siguiente manera:

Volumen medido en el medidor existente.

$$\begin{aligned} V. \text{medidor existente } (0 - 10) &= \\ &= \text{Vol. medidor promedio}(0 - 10) * N^{\circ} \text{ conexiones.} \end{aligned}$$

Donde:

V. medidor existente (0-10) : Volumen de medidor existente rango de consumo (0-10).

V. medidor promedio (0-10) : Volumen de Medido Promedio rango de consumo (0-10).

N° conexiones : Número de Conexiones de rango de consumo (0-10).

Demostración:

➤ **V. medidor promedio (0-10)** : 7.6455 m³.

➤ **N° conexiones** : 707.

$$\begin{aligned} V. \text{medidor Existente } (0 - 10) &= \\ &= V. \text{medidor promedio}(0 - 10) * N^{\circ} \text{ conexiones} = 7.6455 * 707 \\ &= 5405.401 \text{ m}^3/\text{mes.} \end{aligned}$$

**Volumen medido en el medidor de prueba.**

$$\begin{aligned} V. \text{medidor prueba } (0 - 10) &= \\ &= V. \text{medidor promedio}(0 - 10) * N^{\circ} \text{ conexiones.} \end{aligned}$$

Donde:

V. medidor prueba (0-10) : Volumen de medidor de prueba rango de consumo (0-10).

V. medidor Promedio (0-10) : Volumen de Medido Promedio rango de consumo (0-10).

N° conexiones : Número de Conexiones de rango de consumo (0-10).

Demostración:

➤ **V. medidor promedio (0-10)** : 8.826 m3.

➤ **N° conexiones** : 707.

$$\begin{aligned} V. \text{medidor prueba } (0 - 10) &= \\ &= V. \text{Pérdida promedio}(0 - 10) * N^{\circ} \text{ conexiones} = 8.826 * 707 \\ &= 6239.982 \text{ m3/mes.} \end{aligned}$$



Volumen de Pérdida de agua potable en la categoría doméstico, rango de consumo (0-10).

$$\begin{aligned} V. \text{Pérdida Domestico } (0 - 10) &= \\ &= \text{Vol. medidor prueba } (0 - 10) - \text{Vol. medidor prueba } (0 - 10). \end{aligned}$$

Donde:

- V. Perdida Doméstico (0-10)** : Volumen pérdida de categoría doméstica, rango de consumo (0-10).
- V. medidor prueba (0-10)** : Volumen de medidor de prueba rango de consumo (0-10).
- V. medidor existente (0-10)** : Volumen de medidor existente rango de consumo (0-10).

Demostración:

- **Vol. medidor prueba (0-10)** : 6239.982 m³.
- **Vol. medidor existente (0-10)** : 5405.401 m³.

$$\begin{aligned} V. \text{Pérdida Domestico } (0 - 10) &= \\ &= \text{V. medidor prueba } (0 - 10) - \text{V. medidor existente } (0 - 10) \\ &= 6239.982 - 5405.401 = 834.581 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}. \end{aligned}$$



- e) En la presente tabla N° 21, se observa el inferido final a todo el total de conexiones de categoría doméstica, categoría comercial 092, categoría comercial 162, categoría industrial, categoría estatal y categoría social de acuerdo al rango de consumo en cada categoría tarifaria.

Tabla N° 21: TABLA DE RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE EN CONEXIONES CON MEDIDOR.

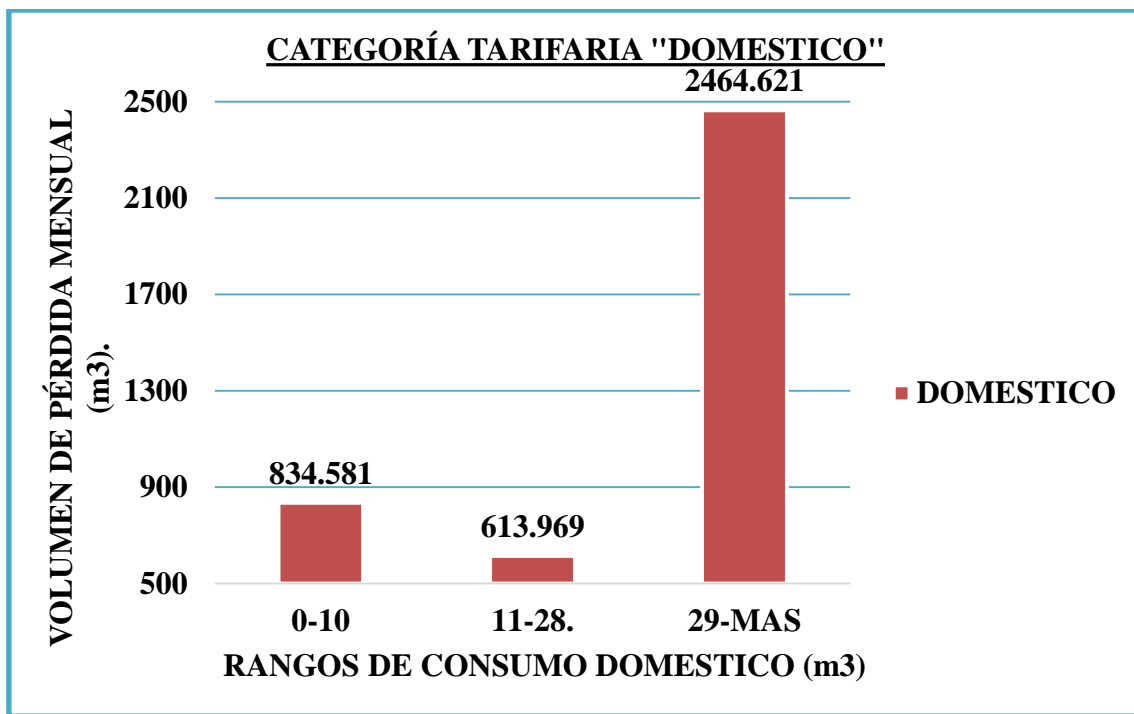
CATEGORIA	RANGO DE CONSUMO	VOLUMEN DE CONSUMO MENSUAL				INFERIDO FINAL AL NUMERO TOTAL DE CONEXIONES (MES)			VOLUMEN DE PÉRDIDA POR CATEGORIA TARIFARIA	PROMEDIO	
		N° CONEXIONES	N° MUESTRA	VOLUMEN LEIDO (M3) MEDIDOR EXISTENTE	VOLUMEN LEIDO (M3) MEDIDOR DE PRUEBA	VOLUMEN MEDIDOR EXISTENTE	VOLUMEN MEDIDOR DE PRUEBA	VOLUMEN DE PÉRDIDA MENSUAL		MEDIDOR EXISTENTE	MEDIDOR DE PRUEBA
DOMESTICO	0-10	707	77	588.707	679.602	5405.401	6239.982	834.581	3913.172	7.646	8.826
	11-28.	581	59	816.640	878.988	8041.828	8655.797	613.969		13.841	14.898
	29-MAS	103	11	434.196	697.408	4065.653	6530.275	2464.621		39.472	63.401
COMERCIAL 092	0-50	4	3	91.117	90.288	121.489	120.384	-1.105	17.482	30.372	30.096
	51-MAS	2	2	236.507	255.094	236.507	255.094	18.587		118.254	127.547
COMERCIAL 162	0-30	34	17	123.042	150.802	246.084	301.604	55.520	410.216	7.238	8.871
	31-MAS	8	4	499.732	677.080	999.464	1354.160	354.696		124.933	169.270
INDUSTRIAL	0-100	20	2	12.427	12.486	124.270	124.860	0.590	0.590	6.214	6.243
	101-MAS	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
ESTATAL	0-70	2	1	1.387	1.500	2.774	3.000	0.226	0.226	1.387	1.500
	71-MAS	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
SOCIAL	0-20	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.400	0.000	0.000
	21-MAS	8	1	262.074	266.374	2096.592	2130.992	34.400		262.074	266.374
TOTAL		1469	177	3065.829	3709.622	21340.062	25716.148	4376.086	4376.086		

Fuente: Elaboración Propia.

3.6.3.1.1.5. DIAGRAMAS O TABLAS.

- a) En la figura N° 51 se observa la diferencia de pérdida de agua potable de acuerdo al rango de consumo de categoría tarifaria doméstica.
- b) Se verifica la existencia de un elevado volumen de pérdida de agua potable en categoría domestica rango de consumo (29 m3 a mas).

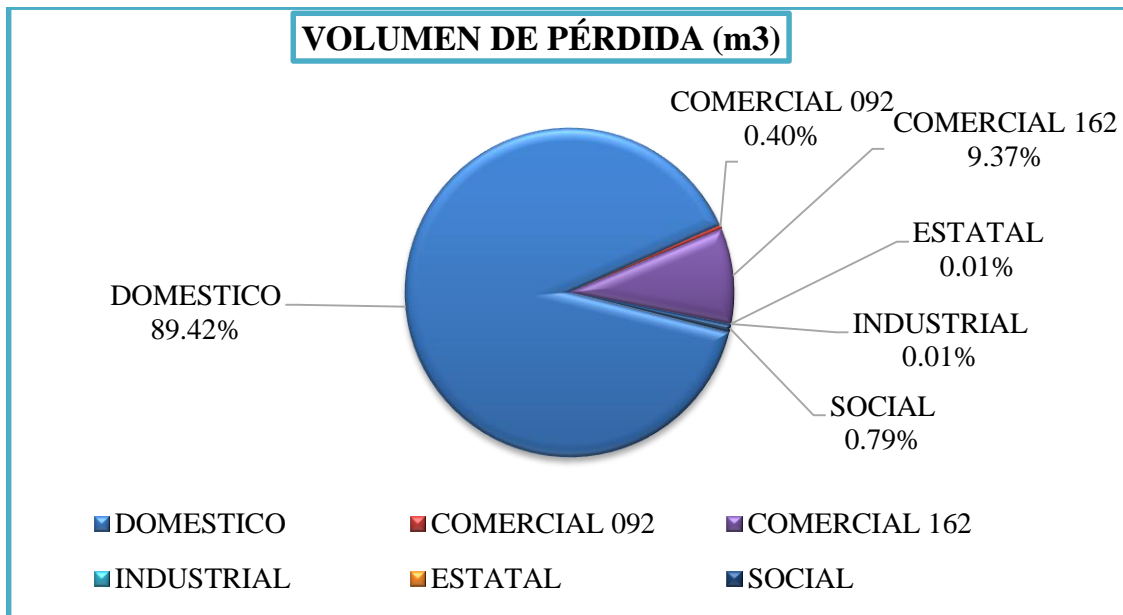
Figura N° 51: VOLUMEN DE PÉRDIDA CATEGORÍA DOMESTICO.



Fuente: Elaboración Propia.

- c) En la figura N° 52, se observa la distribución en porcentaje de las pérdidas de agua potable dentro de la prueba de Micromedición, por categoría tarifaria.
- d) Se observa un gran volumen de pérdida de agua potable en la categoría doméstica, debido a que la urbanización de Larapa viene siendo una zona completamente residencial que ha ido incrementando considerablemente.

Figura N° 52: VOLUMEN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE POR CATEGORÍA TARIFARIA.

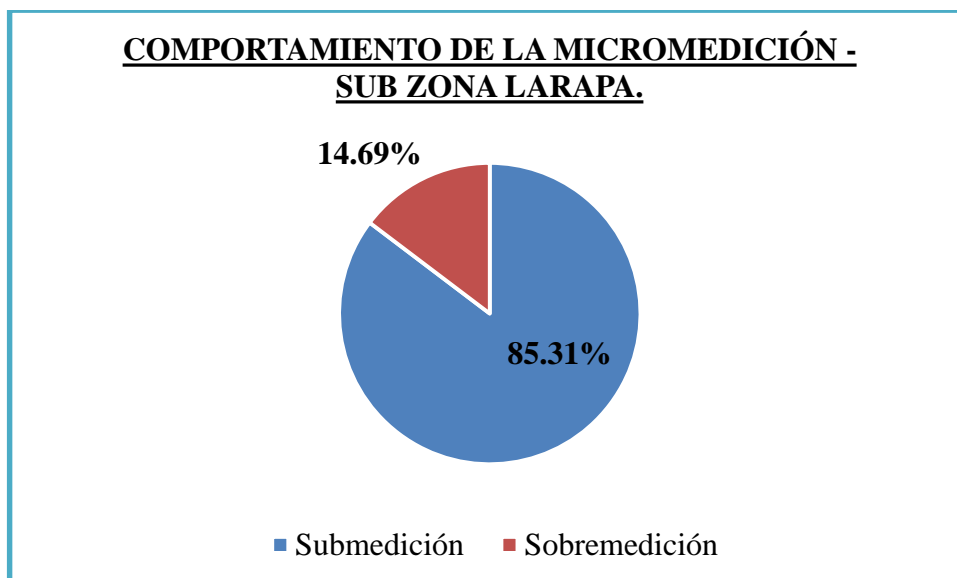


Fuente: Elaboración Propia.

- e) En la figura N° 53, se observa el comportamiento de la prueba de Micromedición expresada en porcentaje de acuerdo a la medición de consumo por conexión.
- f) El 85.31% de las conexiones presentan Submedición y el 14.69% presentan sobre medición como se aprecia en la figura N° 53.

Donde 1253 conexiones con medidor presentan una Submedición, y 216 conexiones con medidor presentan una sobre medición.

Figura N° 53: COMPORTAMIENTO DE LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN DENTRO DE LA SUB ZONA DE LARAPA.



Fuente: Elaboración Propia.



3.6.3.1.1.6. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

De acuerdo a la tabla N° 21 se puede observar:

- La pérdida volumen de agua potable en conexiones de categoría doméstica es mayor con un total de 3913.171 m³/mes, que se pierde en la prueba de Micromedición, representando el **89.42 %**, de la pérdida de agua potable en la prueba de Micromedición.
- El porcentaje de pérdida de agua potable en conexiones de categoría Comercial 162 es de **9.37%**, de pérdida en la prueba de Micromedición.
- Pérdida de volumen mensual de conexiones con medidor de **4376.086 m³**, que se pierde en el consumo de los usuarios dentro de la Micromedición.
- Se puede verificar que a mayor consumo se tiene un porcentaje mayor de pérdidas de agua potable.

3.6.3.2. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA DE HURTO Y CLANDESTINAJE DE AGUA POTABLE**3.6.3.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.****a) Determinación de la cantidad hurto y clandestinaje de agua potable.**

En la presente etapa se obtuvo acceso a información a la base de datos de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento para poder determinar la cantidad de conexiones en la zona de investigación consideradas como hurto y clandestinaje de agua potable. Determinándose la cantidad de volumen de agua potable pérdida el registrando volúmenes de consumo promedio para cada conexión en el registro de consumos asignado por la E.P.S. SEDACUSCO S.A.

3.6.3.2.2. DIAGRAMAS O TABLAS.

- a) En el siguiente cuadro se puede verificar la lista de conexiones por Hurto y clandestinaje ubicados dentro de la zona de investigación

Tabla N° 22: LISTA DE CONEXIONES UBICADAS CON PRESENCIA DE CONEXIONES CLANDESTINAS.

CUADRO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE PÉRDIDAS POR CLANDESTINAJE.

N°	NOMBRE DE PROPIETARIO	CONSUMO (M3)	DIRECCIÓN	CATEGORÍA TARIFARIA
1	01494257	42.00	URB. LARAPA GRANDE C-6-9	012
2	01736738	24.00	APV. LOS JARDINES	012
3	01592698	24.00	APV. VERSALLES L-16-A-3	012
4	01715197	15.00	URB. LOS ANDENES A-10-5	012
5	NO CLIENTE	300.00	CONDominio. LAS AMÉRICAS B-7-X, POR LA AV.3	012
6	01699812	300.00	APV. PICOL ORCCONPUGIO M-14	012
7	01821710	57.00	APV. SURIHUAYLLA GRANDE P-7	012



8	01627770	270.00	APV. VERSALLES I-8	012
9	01637023	180.00	URB. LARAPA GRANDE U-1-1	012
10	01784338	57.00	URB. LARAPA GRANDE C-7-5-B	012
11	01484711	57.00	URB. LARAPA GRANDE C-3-A-1	012
12	01842817	57.00	APV. PICOL ORCCONPUGIO B-6-B	012
13	01842748	57.00	AP. PICOL ORCCOMPUGIO C-05	012
14	01824144	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA	012
15	01824280	57.00	APV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS - LARAPA R-4-2	012
16	1824860	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA D-8-1	012
17	01714834	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS L-2-4-LARAPA	012
18	01714118	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS B-2-LARAPA GRANDE	012
19	01714129	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS H-5-LARAPA GRANDE	012
20	01830993	42.00	URB. LARAPA GRANDE F-6-3	012
21	1851147	57.00	URB. LARAPA GRANDE B-07 DPTO.101	012
22	1568041	57.00	URB. LARAPA GRANDE H-7-3	012
23	1855196	54.00	URB. LARAPA GRANDE B-7-4-DPTO.302	012
24	1824133	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA C-06-1	012
25	1577757	33.00	APV. PICOL ORCCOMPUGIO A-5	012
26	1714732	57.00	APV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA H-4-6	012
27	1524141	171.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO G-13	012
28	1523480	165.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO B-1	012



29	1824097	57.00	APV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA K-3-3	012
30	1381104	39.00	APV. SURIHUAYLLA GRANDE D-11-B	012
31	1896195	57.00	URB. LARAPA GRANDE A-2-17	012
32	1782610	57.00	APV. LAS PRADERAS DEL SUR E-1	012
33	1883521	270.00	APV. LAS PRADERAS DEL SUR B-05	012
34	1578703	33.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO K-4	012
35	1532992	57.00	URB LARAPA GRANDE B-1-12	012
36	1811989	54.00	URB. LARAPA GRANDE B-7-3-DPTO. 301	012
37	1613014	57.00	URB. LARAPA GRANDE C-3-1-B	012
38	1825316	57.00	ASV. FEDATARIOS Y PROFESIONALES Y-3-1B	012
39	1866860	30.00	SACASHUAYLLA TICAPATA S/N	012
40	1867383	51.00	CD. SACASHUAYLLA - TICAPATA B-2	012
41	1382581	60.00	APV. SURIHUAYLLA GRANDE	012
42	1380750	24.00	APV. SURIHUAYLLA GRANDE R-2	012
43	1575971	96.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO L-5	012
44	1670182	51.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO H-14-A	012
45	1524243	60.00	URB. LARAPA GRNADE D-4-12-A	012
46	1745308	159.00	URB. LARAPA GRANDE C-6-6	012
47	1525824	72.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO F-4	012
48	1381751	33.00	APV. SURIHUAYLLA GRANDE B-14	012
49	1703115	270.00	AV. LOS KÁNTUS DE LARAPA B-20	012
50	1729853	57.00	AV. LOS K'ANTUS DE LARAPA LOTE 11	012
51	1756334	57.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO K-20-B	012
52	1825270	24.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOSR-4-3	012

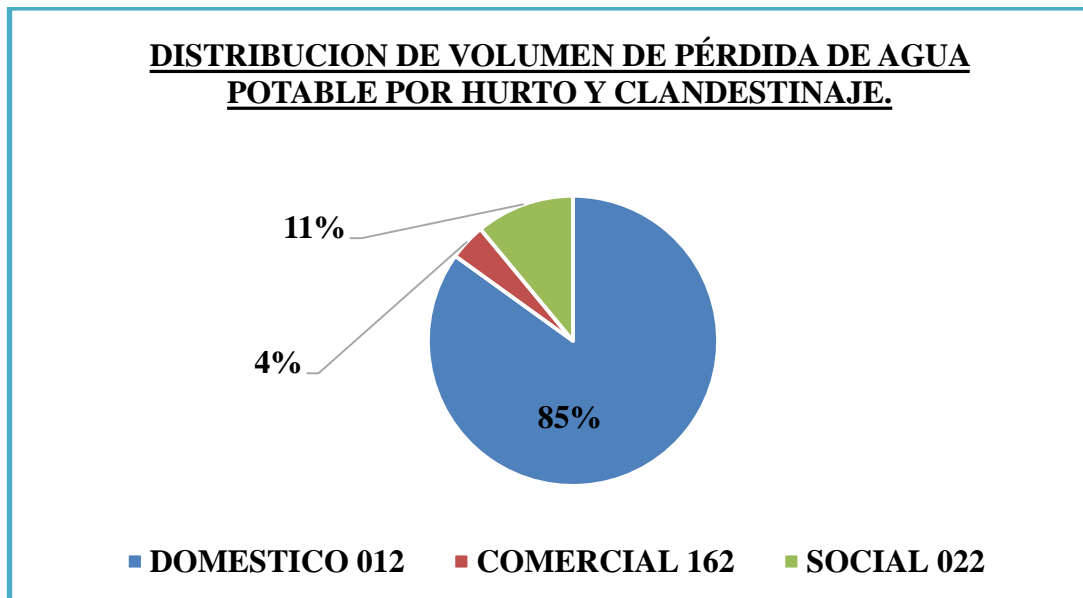


53	1670182	39.00	APV. PICOL ORCOMPUGIO H-14-A	012
54	1576450	18.00	ACTIVA CORTADA	012
55	1339419	15.00	AV.3 E-3-3 URB. LARAPA GRANDE	012
56	1624926	15.00	APV. VERSALLES LOTE 31 A-11	012
57	1706845	57.00	URB. LARAPITA (SAN JERONIMO) B-9	012
58	01824360	57.00	ASV. FEDATARIOS Y POSESIONARIOS LARAPA J-08	162
59	1524061	39.00	URB. LARAPA GRANDE A- 1-1	162
60	1508390	57.00	URB. LARAPA A-2-1 1° PISO SAN JERÓNIMO	162
61	01332730	57.00	URB. LARAPA GRANDE D- 4-9	162
62	01355920	300.00	URB. LARAPA GRANDE S/N	022
63	01355920	270.00	URB. LARAPA GRANDE S/N	022
TOTAL (M3)		5181		

Fuente: Elaboración Propia.

- b) En la figura N° 54, se verifica la distribución del volumen en porcentaje de pérdidas de agua potable por Hurto y Clandestinaje.
- c) Se observa que el 85% de la pérdida por hurto y clandestinaje se encuentra dentro de clientes de categoría doméstico 012, representando un volumen de 4401.00 m³/mes de pérdida de agua potable.

Figura N° 54: PRUEBA DE HURTO Y CLANDESTINAJE.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6.3.2.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) En la prueba de Hurto y Clandestinaje se ubicaron un total 63 conexiones con presencia de Clandestinaje y Hurto de agua potable.
- b) La pérdida total por la prueba de Hurto y Clandestinaje de agua potable es de **5181.000 m³/mes.**
- c) En la figura N° 54 se observa que el **85%** del volumen de pérdida por Hurto y Clandestinaje pertenece a la categoría Doméstico 012, el **11%** del volumen de pérdida de agua potable pertenece a la categoría Comercial 162 y **4%** del volumen de pérdida por Hurto y Clandestinaje pertenece a la categoría Social 022.

3.6.4. PROCESAMIENTO DE LA PRUEBA ÍNDICE DE PÉRDIDAS.

3.6.4.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

Para el análisis de Índice de Pérdidas, se utilizara la siguiente expresión que relaciona el volumen producido y el volumen medido o facturado. Esta igualdad demuestra la eficiencia en la conducción de la EPS.

$$IP = \frac{Vp - Vf}{Vp} * 100$$

Donde:

- IP : Índice de Pérdidas.
Vp : Volumen Producido.
Vf : Volumen Facturado.

Demostración.

- Vp : 74986.56 m3.
Vf : 23231.00 m3.

$$IP = \frac{Vp - Vf}{Vp} * 100 = \frac{74986.56 - 23231.00}{74986.56} * 100$$
$$IP = 69.02 \% . \sim \mathbf{69.00 \%} .$$

3.6.4.2. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) De acuerdo al procesamiento de datos se puede verificar un porcentaje *ÍNDICE DE PÉRDIDAS ES DE 69.00 %*. Lo cual indica la eficiencia de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable por la empresa prestadora de servicios de saneamiento en la urbanización de Larapa.

3.6.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL VOLUMEN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA.

3.6.5.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS.

El análisis económico de las pérdidas de agua potable se calculó considerando el rango de consumo y a la categoría tarifaria en proporción a la cantidad de usuarios por categoría tarifaria.

3.6.5.2. DIAGRAMAS O TABLAS

En la tabla N° 23, Se verifica el análisis económico de todas las pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa.

Tabla N° 23: CUADRO DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE					
CATEGORÍA TARIFARIA	RANGO DE CONSUMO (m3)	Nº CONEXIONES	TARIFA DE AGUA (S/.)	VOLUMEN DE PÉRDIDA (m3)	COSTO DE LA PÉRDIDA DE AGUA POTABLE (S/.)
DOMESTICO	0-10	707	0.602	22489.527	S/. 13,538.70
	11-28.	581	1.034	18481.493	S/. 19,109.86
	29-MAS	103	2.658	3276.409	S/. 8,708.70
COMERCIAL 092	0-50	4	2.551	127.239	S/. 324.59
	51-MAS	2	5.007	63.620	S/. 318.54
COMERCIAL 162	0-30	34	1.62	1081.533	S/. 1,752.08
	31-MAS	8	3.386	254.478	S/. 861.66
INDUSTRIAL	0-100	20	3.035	636.196	S/. 1,930.85
	101-MAS	0	6.352	0.000	S/. 0.00
ESTATAL	0-70	2	1.62	63.620	S/. 103.06
	71-MAS	0	1.841	0.000	S/. 0.00
SOCIAL	0-20	0	0.333	0.000	S/. 0.00
	21-MAS	8	1.146	254.478	S/. 291.63
DIRECTO	-----	158	1.034	5025.948	S/. 5,196.83
TOTAL		1627	-----	51754.542	S/. 52,136.51

Fuente: Elaboración Propia.



3.6.5.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA.

- a) En la tabla N° 23, se observa la pérdida de agua potable de la sub zona Larapa representado en soles una cantidad aproximada de S/. 52,136.51 al mes que se pierde.

- b) Se observa también que la categoría doméstica tiene la mayor cantidad de pérdida de agua potable debido a que la urbanización de Larapa es una zona residencial que ha ido en aumento en los últimos años representado en soles una cantidad aproximada de S/. 41,357.26 al mes que se pierde.

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4. RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

a) RESULTADO DE VOLUMEN ACUMULADO EN EL INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA

Se determinó el volumen acumulado de agua potable en el ingreso a la población de Larapa mediante la instalación del equipo Caudalimetro de ultrasonido (PT878). Resultando un volumen acumulado de 75088.42 m³/mes.

b) RESULTADO DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.

Se determinó el caudal de ingreso a la población de Larapa mediante la instalación del equipo Caudalimetro de ultrasonido (PT878). Resultando un caudal de **28.93** l/s. Que va incrementando de acuerdo al crecimiento de la población y el incremento de actividades de construcción en la sub zona Larapa.

c) Se obtuvo como resultado un caudal de ingreso a la población de Larapa de 28.93 l/s, tomado en cuenta *la mediana* como el valor referencial más exacto más cercano al volumen acumulado de agua potable en el ingreso a la población de Larapa.

Según (WILLIAN MENDENHALL, 2010), “la mediana es menos sensible a valores extremos o resultados atípicos”.

d) Utilizando la fórmula de caudal se tiene un volumen mensual de **74986.56** m³/mes.

$$V = Q * t = 0.02893 * (3600 * 24 * 30)$$

$$V = 74986.56 \frac{m^3}{mes}$$

e) CUADRO COMPARATIVO DEL CALCULO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LARAPA

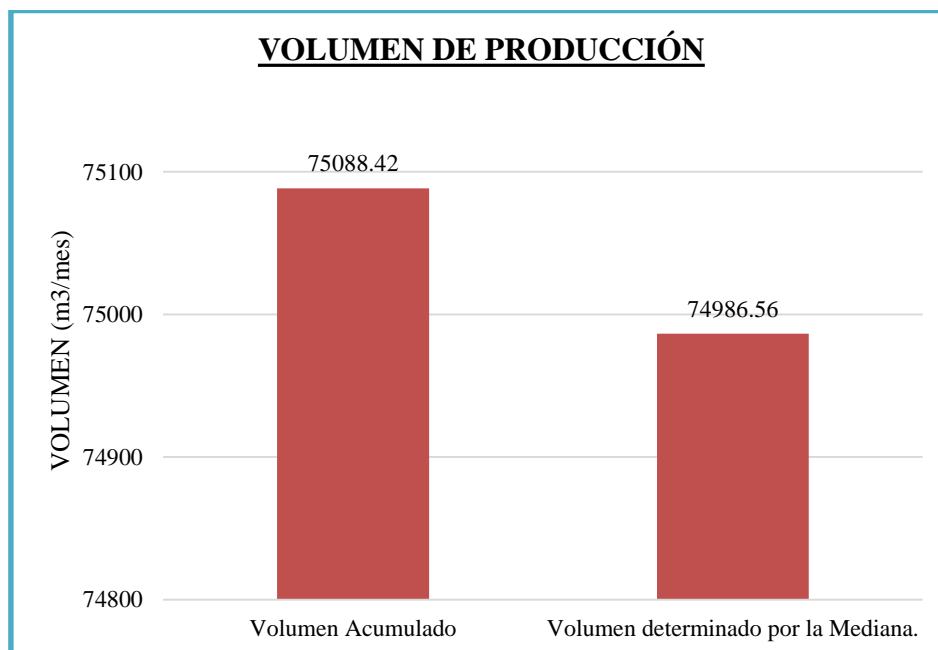
En la tabla N° 24, se presenta el cuadro comparativo donde se ve una comparación entre el volumen acumulado y el volumen determinado por el caudal de producción, considerando a *la mediana* como el valor más cercano a volumen acumulado.

Tabla N° 24: CUADRO COMPARATIVO DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN		
DESCRIPCIÓN	Caudal (l/s)	Volumen (m3/mes)
Volumen acumulado de producción.	-----	75088.42
Volumen determinado utilizando la mediana.	28.93	74986.56

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 55, Se observa una diferencia de 101.86 m3/mes con respecto al volumen acumulado y el volumen determinado utilizando la mediana.

Figura N° 55: DIAGRAMA DE VARIACIÓN ENTRE EL VOLUMEN ACUMULADO Y EL VOLUMEN UTILIZANDO LA MEDIANA.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. RESULTADOS DE PÉRDIDAS OPERATIVAS.

- a) En la tabla N° 25, se verifica la cantidad de volumen de pérdida de agua potable por desperfectos en las redes de agua potable, debidos a la presión y a la mala utilización del sistema de distribución de agua potable.

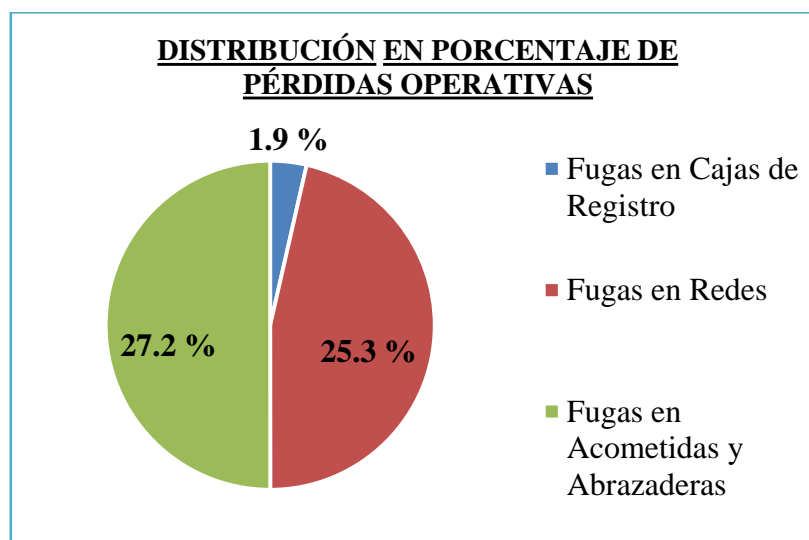
Tabla N° 25: CUADRO DE PÉRDIDAS OPERATIVAS.

Pérdidas Operativas		
Sub-Variable	Volumen de Pérdida (m3/mes)	Porcentaje de Pérdida de agua potable.
fugas en caja de registro	1454.112	3.56
fugas en redes	18944.928	46.43
fugas en acometidas y abrazaderas	20404.224	50.01
TOTAL	40803.264	100.00

Fuente: Elaboración Propia.

- b) En la figura N° 56, se verifica la distribución de porcentaje de pérdidas operativas, donde la pérdida de agua potable por Fugas en Caja de Registro representa el **1.90 %**, la pérdida de agua potable por Fugas en Redes representa el **25.30 %** y la pérdida de agua potable por Fugas en Acometidas y Abrazaderas representa el **27.20%**.

Figura N° 56: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN PORCENTAJE DE PERDIDAS OPERATIVAS.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3. RESULTADOS DE PÉRDIDAS COMERCIALES.

- a) En la tabla N° 26, se puede verificar la cantidad de volumen de pérdida de agua potable por desperfectos de la Micromedición y por causas de Hurto y Clandestinaje de agua potable.

Tabla N° 26: CUADRO DE PÉRDIDAS COMERCIALES.

Pérdidas Comerciales			
Sub-Variable		volumen de pérdida (m3/mes)	Porcentaje de pérdida de agua potable (%)
Micromedición	sin medidor	1394.192	12.73
	con medidor	4376.086	39.96
Hurto y clandestinaje		5181.000	47.31
TOTAL		10951.278	100.00

Fuente: Elaboración Propia.

- b) Las pérdidas de agua potable por los errores de medición en la prueba de Micromedición se refieren a los errores de medición en los medidores por errores por edad de los medidores, errores por inclinación y mala instalación de medidores (no acorde a la categoría tarifaria del usuario).

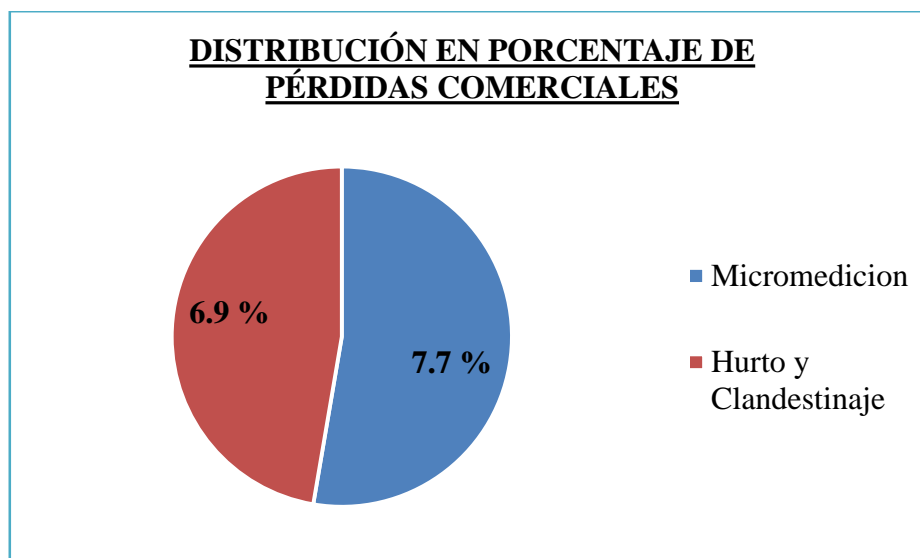
Tabla N° 27: CUADRO DE RESULTADO EN LA PRUEBA DE MICROMEDICIÓN.

CATEGORIA	RANGO DE CONSUMO	VOLUMEN DE CONSUMO MENSUAL				INFERIDO FINAL AL NUMERO TOTAL DE CONEXIONES (MES)			VOLUMEN DE PÉRDIDA POR CATEGORIA TARIFARIA	PROMEDIO	
		N° CONEXIONES	N° MUESTRA	VOLUMEN LEIDO (M3) MEDIDOR EXISTENTE	VOLUMEN LEIDO (M3) MEDIDOR DE PRUEBA	VOLUMEN MEDIDOR EXISTENTE	VOLUMEN MEDIDOR DE PRUEBA	VOLUMEN DE PÉRDIDA MENSUAL		MEDIDOR EXISTENTE	MEDIDOR DE PRUEBA
DOMESTICO	0-10	707	77	588.707	679.602	5405.401	6239.982	834.581	3913.172	7.646	8.826
	11-28.	581	59	816.640	878.988	8041.828	8655.797	613.969		13.841	14.898
	29-MAS	103	11	434.196	697.408	4065.653	6530.275	2464.621		39.472	63.401
COMERCIAL 092	0-50	4	3	91.117	90.288	121.489	120.384	-1.105	17.482	30.372	30.096
	51-MAS	2	2	236.507	255.094	236.507	255.094	18.587		118.254	127.547
COMERCIAL 162	0-30	34	17	123.042	150.802	246.084	301.604	55.520	410.216	7.238	8.871
	31-MAS	8	4	499.732	677.080	999.464	1354.160	354.696		124.933	169.270
INDUSTRIAL	0-100	20	2	12.427	12.486	124.270	124.860	0.590	0.590	6.214	6.243
	101-MAS	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
ESTATAL	0-70	2	1	1.387	1.500	2.774	3.000	0.226	0.226	1.387	1.500
	71-MAS	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
SOCIAL	0-20	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.400	0.000	0.000
	21-MAS	8	1	262.074	266.374	2096.592	2130.992	34.400		262.074	266.374
TOTAL		1469	177	3065.829	3709.622	21340.062	25716.148	4376.086	4376.086		

Fuente: Elaboración Propia.

- c) Las pérdidas de agua potable por hurto y clandestinaje se refieren al robo de agua por instalaciones clandestinas no visibles por la empresa prestadora de servicios de saneamiento y reconexión automática del corte del medidor por manipuleo del usuario.
- d) En la investigación se tiene medidores con antigüedad promedio de 11 años y ello conlleva a tener mayores errores en la Micromedición.
- e) En la figura N° 57, se observa la distribución de porcentaje de pérdidas comerciales, donde la pérdida de agua potable por Micromedición representa el **7.70 %**, y pérdida por Hurto y Clandestinaje representa el **6.90%**.

Figura N° 57: CUADRO DE DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE PÉRDIDAS COMERCIALES.



Fuente: Elaboración Propia.

- f) Destacar que los porcentajes obtenidos en la figura N° 57, están de acuerdo a porcentaje total de pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa.

4.4. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ÍNDICE DE PÉRDIDAS.

De acuerdo al procesamiento de datos del índice de Pérdidas se puede verificar:

Demostración.

V_p : 74986.56 m³.

V_f : 23231.00 m³.

$$IP = \frac{V_p - V_f}{V_p} * 100 = \frac{74986.56 - 23231.00}{74986.56} * 100$$

$$IP = 69.02 \% \sim \mathbf{69.00 \%}.$$

Se puede verificar que el *ÍNDICE DE PÉRDIDAS ES DE 69.00 %*. Lo cual indica la eficiencia de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable por la empresa prestadora de servicios en la urbanización de Larapa.

4.5. BALANCE HIDRÁULICO DE LA SUB ZONA DE LARAPA.

En la tabla N° 28, se puede verificar el balance hídrico de la sub zona de Larapa. Representados en cantidad de volumen en m³ y volumen en porcentaje (%).

Tabla N° 28: BALANCE HÍDRICO SUB ZONA LARAPA.

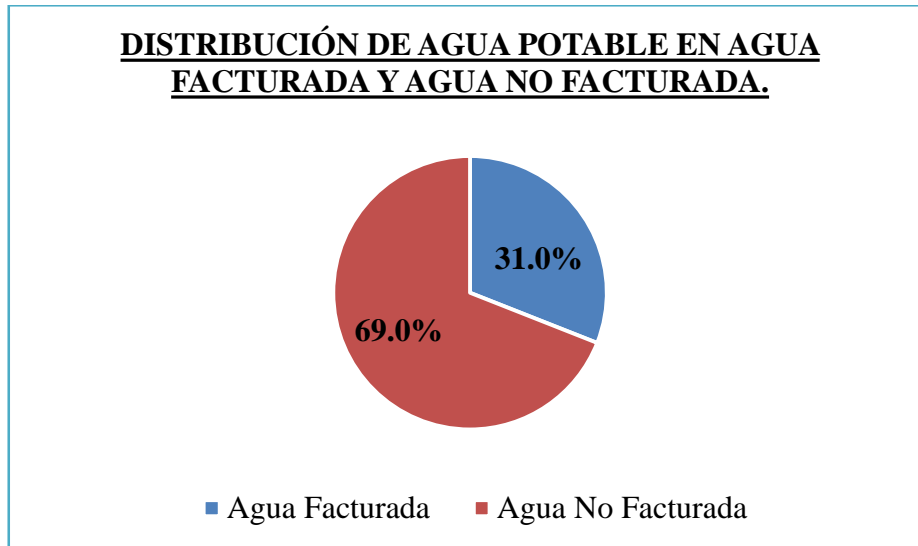
Descripción	Volumen (m ³ /mes)	Volumen en (%)
Volumen de distribución	74986.560	100.0
Agua facturada	23231	31.0
Agua no facturada	51754.542	69.0
Pérdidas operativas	40803.264	54.4
Fugas en cajas de registro	1454.112	1.9
Fugas en redes	18944.928	25.3
Fugas en acometidas y abrazaderas	20404.224	27.2
Pérdidas comerciales	10951.278	14.6
Micromedición	5770.278	7.7
Hurto y clandestinaje	5181.000	6.9

Fuente: Elaboración Propia.

- a) En el cuadro de balance hídrico se verifica, el volumen de agua facturado representa el **31 %** del total de volumen producido en la sub zona de Larapa, siendo un volumen de **23231.00 m³/mes**.

- b) Se verifica en el balance hídrico, el volumen de agua no facturado representa el **69%** del total volumen producido en la sub zona Larapa, siendo un volumen de **51754.542 m³/mes**. Como se observa en la figura N°58:

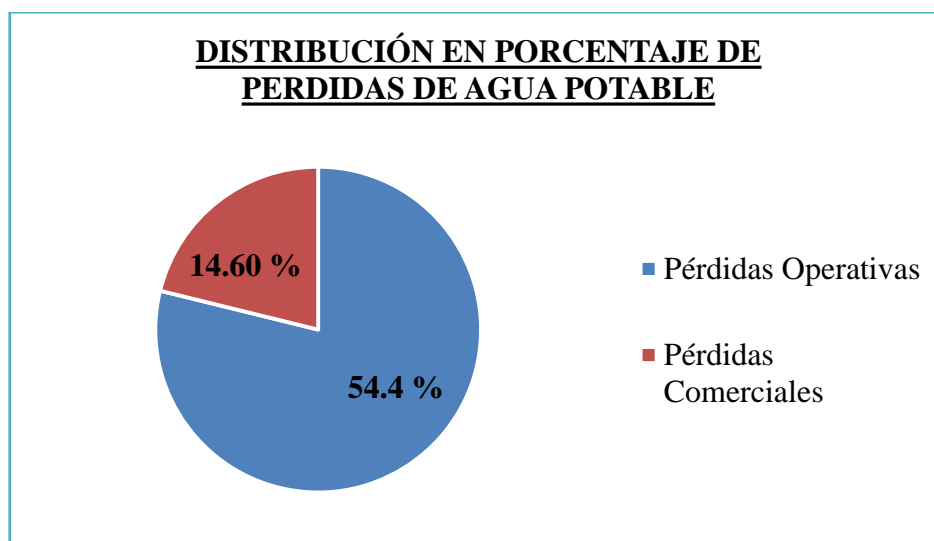
Figura N° 58: DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE.



Fuente: Elaboración Propia.

- c) En la figura N° 59, se representa las pérdidas de agua potable donde el **54.40%** pertenecen a las Pérdidas Operativas y **14.60%** pertenecen a las Pérdidas Comerciales.

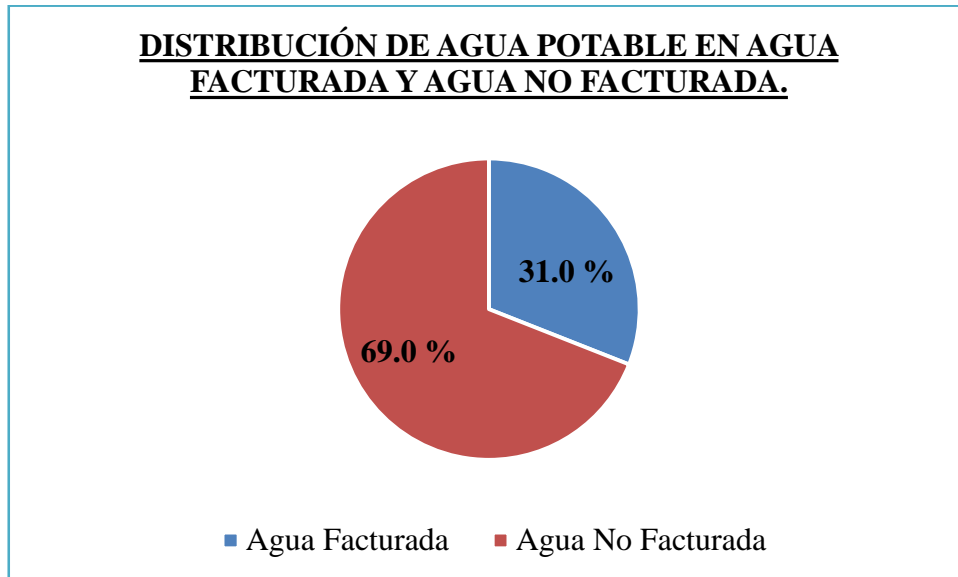
Figura N° 59: DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE



Fuente: Elaboración Propia.

- d) En la figura N° 60, se observa la cantidad en porcentaje del Agua Facturada y el porcentaje de Agua No Facturada. Verificándose que el **31%** de agua producida es facturada por la empresa prestadora de servicios de saneamiento y el **69%** de agua producida se pierde en el sistema de distribución de agua potable.

Figura N° 60: DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE AGUA NO FACTURADA.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2. RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE.

Tabla N° 29: CUADRO DE RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE.

RESUMEN DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA			
VARIABLES	SUB-VARIABLES	VOLUMEN DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE (m3/mes)	PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE AGUA POTABLE (%)
PERDIDAS OPERATIVAS	PÉRDIDAS POR FUGAS EN CAJA DE REGISTRO	1454.112	2.8
	PÉRDIDAS POR FUGAS EN REDES	18944.928	36.6
	PÉRDIDAS POR FUGAS EN ACOMETIDAS Y ABRAZADERAS	20404.224	39.4
PERDIDAS COMERCIALES	PÉRDIDAS POR ERROR DE MEDICIÓN EN LA MICROMEDICION	5770.278	11.2
	PÉRDIDAS POR HURTO Y CLANDESTINAJE	5181	10.0
TOTAL DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE (m3/mes)		51754.542	100

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. RESUMEN DE AGUA NO FACTURADA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA.

Tabla N° 30: CUADRO RESUMEN DE AGUA NO FACTURADA (ANF)

RESUMEN DE AGUA NO FACTURADA (ANF)		
VARIABLES	VOLUMEN DE (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
VOLUMEN DE DISTRIBUCIÓN	74986.560	100.0
VOLUMEN DE AGUA FACTURADA	23231.000	31.0
VOLUMEN DE AGUA NO FACTURADA (ANF)	51754.542	69.0

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. CUADRO RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE SUB ZONA LARAPA.

En la tabla N° 31, se observa el cuadro resumen del análisis económico de las pérdidas de agua potable sub zona Larapa. Donde en la categoría doméstica se ve una pérdida mayor que los demás con S/. 41,357.26.

Tabla N° 31: CUADRO RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE					
CATEGORÍA TARIFARIA	RANGO DE CONSUMO (m3)	N° CONEXIONES	TARIFA DE AGUA (S/.)	VOLUMEN DE PÉRDIDA (m3)	COSTO DE LA PÉRDIDA DE AGUA POTABLE (S/.)
DOMESTICO	0-10	707	0.602	22489.527	S/. 13,538.70
	11-28.	581	1.034	18481.493	S/. 19,109.86
	29-MAS	103	2.658	3276.409	S/. 8,708.70
COMERCIAL 092	0-50	4	2.551	127.239	S/. 324.59
	51-MAS	2	5.007	63.620	S/. 318.54
COMERCIAL 162	0-30	34	1.62	1081.533	S/. 1,752.08
	31-MAS	8	3.386	254.478	S/. 861.66
INDUSTRIAL	0-100	20	3.035	636.196	S/. 1,930.85
	101-MAS	0	6.352	0.000	S/. 0.00
ESTATAL	0-70	2	1.62	63.620	S/. 103.06
	71-MAS	0	1.841	0.000	S/. 0.00
SOCIAL	0-20	0	0.333	0.000	S/. 0.00
	21-MAS	8	1.146	254.478	S/. 291.63
DIRECTO	-----	158	1.034	5025.948	S/. 5,196.83
TOTAL		1627	-----	51754.542	S/. 52,136.51

Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene una pérdida económica total de S/. 52,136.51 al mes en toda la sub zona Larapa. Representado una pérdida económica aproximada anual de S/. 625, 638.12 debido a la gran pérdida de volumen de agua no facturada presente en la sub zona Larapa.

CAPITULO V: DISCUSIÓN.

5. DISCUSIÓN.

a) **¿Existe un elevado porcentaje de pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa?**

Como se observa en el capítulo “IV” Resultados, el porcentaje de pérdida de agua potable en la sub zona Larapa es del 69%, representando así un elevado porcentaje, en comparación al porcentaje de volumen facturado por la empresa prestadora de servicios de saneamiento que viene a ser el 31% del volumen total de producción.

Debido a una mala instalación de la red de distribución de agua potable que conlleva a tener elevados porcentajes de pérdidas operativas y pérdidas comerciales.

b) **¿Qué factores determinan el porcentaje de pérdidas de agua operacional?**

La existencia de pérdida de agua operacional se debe principalmente a los siguientes factores:

- Movimiento de suelos,
- Presiones internas,
- Presiones externas,
- Calidad de los materiales,
- Calidad del agua,
- Mano de obra inexperta,
- Golpe de ariete.
- Tráfico pesado.

Los factores mencionados conllevan a la aparición de fugas donde, la mayoría de los casos resultan ser fugas no visibles, que para su ubicación se requiere de equipos especializados como Correlador de ruidos de fugas y Geófono Acústico digital.

c) ¿Qué factores determinan el porcentaje de pérdidas de agua comercial?

La existencia de pérdida de agua comercial se debe principalmente a los siguientes factores:

- Pérdidas por errores de medición.
- Pérdidas por ausencia de medición.
- Pérdidas por consumo fraudulento e instalaciones clandestinas.

Las pérdidas de agua comercial se dan principalmente por el manipuleo no controlado de parte de los usuarios y por la falta de reemplazo de medidores con edad antigua. Los fabricantes de medidores garantizan el funcionamiento del medidor de forma continua 5 años a partir de su instalación.

d) ¿Cómo afecta las sobrepresiones (golpe de ariete) en el funcionamiento del sistema de distribución de agua potable?

Las sobrepresiones (golpe de ariete) se dan en las tuberías de distribución en la operación y manipulación de la red de distribución, donde el cierre y apertura de las válvulas de manera brusca generan un cambio de presión que afecta directamente el estado de las tuberías que con el pasar del tiempo llegan a dañar la estructura de las tuberías.

e) ¿Cuál sería la mejor solución para poder tomar acciones en la reducción de pérdidas de agua potable?

La propuesta para poder mejorar el funcionamiento del sistema de distribución de agua potable sería la implementación de un programa de reducción de pérdidas de agua no facturada (ANF), priorizando las variables que contienen elevados porcentajes de pérdidas de agua potable.

Como las pérdidas de agua por fugas en acometidas y abrazaderas y las pérdidas de agua por fugas en redes, reemplazando así aquellas tuberías defectuosas de clase 7.5 a tuberías de clase 10, porque se verifico que la presión estática en la red de



distribución de agua potable es de 100 metros columna de agua (mca) sin válvulas reductoras de presión.

f) ¿porque se determinó el índice de pérdidas de agua potable en la investigación?

Se determinó el índice de pérdidas para medir la eficiencia en la conducción de agua potable por la empresa prestadora de servicios de saneamiento. Verificándose una ineficiencia en la conducción del servicio de agua potable en la sub zona Larapa.

g) ¿Cuál es el impacto negativo de la pérdida de agua potable en la sub zona Larapa?

Verificando los resultados se deduce la gran cantidad de volumen de agua potable pérdida en la sub zona Larapa, que se va haciendo escasa en estos últimos años y ser un servicio de primera necesidad generando un impacto negativo.

Por lo que es necesario implementar acciones o actividades para un control y manejo adecuado de las pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa.

h) ¿Por qué se tiene un elevado porcentaje de pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa?

Se tiene un elevado porcentaje de pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa debido a la existencia de tuberías de clase 7.5, una antigüedad de 30 años de funcionamiento de toda la red de distribución y una antigüedad de Micromedición promedio de 11 años.

6. GLOSARIO.

- a) **Agua Facturada.-** Son los volúmenes de agua consumidos y por la cual el operador recibe ingresos. Este volumen puede ser medido o estimado (con o sin micromedición).
- b) **Agua No Facturada (ANF).-** El agua no facturada es la diferencia entre el total volumen de entrada del sistema y el consumo facturado y autorizado. Se compone de:
- el consumo no facturado autorizado (generalmente un elemento menor en el balance)
 - las pérdidas operativas, y
 - las pérdidas comerciales.
- c) **Agua Potable.-** Agua apta para el consumo humano, de acuerdo con los requisitos físicos, químicos, y microbiológicos establecidos por la normatividad vigente, que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.
- d) **Balance Hídrico.-** 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.
- e) **Clandestinaje.-** Robo de agua no identificada en el sistema de abastecimiento de agua potable.
- f) **Correlación.-** Correspondencia o relación recíproca entre dos o más cosas.
- g) **Diagrama de caja y bigote.-** son una presentación visual que describe varias características importantes, al mismo tiempo, tales como la **dispersión y simetría**. Para su realización se representan los tres cuartiles y los valores mínimo y máximo de los datos, sobre un rectángulo, alineado horizontal o verticalmente. Una gráfica de este tipo consiste en una caja rectangular, donde los lados más largos muestran el recorrido **intercuartílico**. Este rectángulo está



dividido por un segmento vertical que indica donde se posiciona la mediana y por lo tanto su relación con los cuartiles primero y tercero (recordemos que el segundo cuartil coincide con la mediana).

- h) Dotación.-** Es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.
- i) Fuga.-** Pérdida de volumen de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable, donde pueden ser visibles o no visibles.
- j) Geófono.-** El Geófono Electrónico, instrumento utilizado en ubicación de fugas en tuberías cubiertas, 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.
- k) Hermeticidad de válvulas.-** Evaluación del funcionamiento de la situación actual de las válvulas.
- l) Hidráulica.-** La hidráulica es una de la rama de la Ingeniería y se ocupa de la proyección y ejecución de obras relacionadas con el agua, sea para su uso, como en la obtención de energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización u otras.
- m) Histograma.-** El histograma es aquella grafica de estadísticas de diferentes tipos. La utilidad de histograma tiene que ver con la posibilidad de establecer de manera visual, ordenada y fácilmente comprensible todos los datos numéricos estadísticos que pueden tornarse difíciles de entender. Hay muchos tipos de histogramas y cada uno se ajusta a diferentes necesidades como también a diferentes tipos de información.
- n) Ingeniería hidráulica.-** La ingeniería hidráulica, es una de las ramas de la ingeniería civil esta se encarga de proyectar y ejecutar obras que tienen relación directa con el agua.



- o) Macromedición.-** Conjunto de elementos y actividades destinadas permanentemente a la obtención, procesamiento, análisis y divulgación de los datos operacionales relativos a los flujos, presiones, volúmenes y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.
- p) Micromedición.-** Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios.
- q) Pérdidas de agua comercial.-** Estas pérdidas consideran volúmenes consumidos no facturados, consumos a través de conexiones clandestinas, y consumos no registrados por defectos de la Micromedición.
- r) Pérdidas de agua operacional.-** Estas pérdidas consideran volúmenes que no llegan al consumidor y que se pierden en los componentes del sistema de abastecimiento.
- s) Prueba de caudal Mínimo Nocturno.-** Es una prueba nocturna que permite conocer el caudal mínimo nocturno que tiene un sector delimitado, discretizando el desperdicio domiciliario y las pérdidas que se presentan en la red.
- t) Servicio de Agua Potable.-** Servicio que está conformado por la red de distribución de agua potable independiente, operando en condiciones normales, constituido por una o más fuentes, sus obras de conducción, sus obras de impulsión, sus obras de aducción, tratamiento, regulación y distribución
- u) Volumen total en el sistema.-** Volumen de agua tratada inyectada al sistema de abastecimiento de agua, con el cual se realiza el cálculo del balance hídrico.
- v) Volumen facturado.-** Cantidad de agua costado por la E.P.S. SEDACUSCO S.A.
- w) Volumen leído.-** Cantidad de volumen de agua leído y medido por la etapa de Micromedición.
- x) Zona Operativa:** Es el sector delimitado geográficamente por válvulas (sectorizado) y con características de abastecimiento homogéneo.

7. CONCLUSIONES.

➤ CONCLUSIÓN N° 01.

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 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.

➤ CONCLUSIÓN N° 02:

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**

➤ CONCLUSIÓN N° 03:

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**

➤ **CONCLUSIÓN N° 04:**

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.

➤ **CONCLUSIÓN N° 05:**

Se concluye que la mayor incidencia de pérdidas de agua potable se dan en las Pérdidas Operativas, por el exceso de presión en las redes, movimiento de suelos, Calidad de los materiales, Mano de obra inexperta en la operación y mantenimiento de la red de distribución que conlleva a la presencia de sobrepresiones (golpe de ariete) que daña la estructura de las tuberías.

➤ **CONCLUSIÓN N° 06:**

Se concluye que la incidencia de pérdidas de agua potable en las Pérdidas Comerciales se da por los errores de medición en la Micromedición, edad del parque de medidores de la sub zona Larapa, instalaciones clandestinas, instalación de conexiones cortadas manipuladas por los usuarios y el hurto de agua en construcciones desapercibidos por la empresa prestadora de servicios de saneamiento.



➤ **CONCLUSIÓN N° 07:**

Se concluye de acuerdo al análisis económico realizado considerando la categoría tarifaria y rangos de consumo determinando una pérdida total de S/. 52,136.51 por mes. Representando así una pérdida anual aproximada de S/. 625,638.12, presupuesto que serviría para la implementación de un programa de reducción de pérdidas de agua potable en el sistema de abastecimiento en la sub zona Larapa.

8. RECOMENDACIONES.

RECOMENDACIÓN N° 01:

Se recomienda, para la reducción del volumen de pérdidas comerciales de la sub zona Larapa, la implementación de un programa de reducción de pérdidas comerciales como evaluación del historial de consumo y tipo de uso de la edificación para poder detectar pérdidas por conexiones clandestinas y hurtos de agua, así como la evaluación del parque de medidores, se tiene medidores con una edad promedio de 11 años de funcionamiento.

RECOMENDACIÓN N° 02:

Se recomienda, para la reducción del volumen de pérdidas operativas, la renovación integral de las tuberías de las redes de abastecimiento de agua potable de dicha urbanización por ser de mala calidad, ser tuberías de clase 7.5 y tener una antigüedad mayor a los 30 años de funcionamiento en la sub zona de Larapa y reemplazarlos con tuberías de clase 10 en las zonas más bajas que superan la presión estática de 75 mca.

RECOMENDACIÓN N° 03:

Se recomienda la inserción de una cámara reductora de presión a la altura de la **Av. Los Quishuares**, por cuestiones de incremento de presiones en las redes de abastecimiento de agua potable para evitar las roturas de las mismas por efectos de altas presiones en horas de mínimo consumo y presencia de golpe de ariete en las mismas.

RECOMENDACIÓN N° 04:

Se recomienda la instalación inmediata de equipos de Micromedición (medidores) en cada una de las conexiones sin medidor presentes en la sub zona Larapa ya que se determinó un elevado consumo de agua potable en aquellas conexiones sin medidor.

RECOMENDACIÓN N° 05:

Se recomienda realizar seguimientos mensuales de la medición de los volúmenes facturados y volúmenes distribuidos, para poder identificar los resultados obtenidos en cada intervención realizada en la sub zona Larapa.

RECOMENDACIÓN N° 06:

Se recomienda efectuar la re categorización tarifaria o una validación de usuarios en dicha urbanización porque existe la posibilidad que usuarios de dicha urbanización presenten categorías tarifarias distintas.

RECOMENDACIÓN N° 07:

Se recomienda la implementación de un programa de reducción de pérdidas de agua potable en la sub zona Larapa renovando de manera integral las tuberías de clase 7.5, implementado cámaras reductoras de presión.

Posterior a la implementación del programa de reducción de pérdidas de agua potable se requiere la optimización de la sectorización de manera electrónica del sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa donde se podrá verificar en tiempo real la presencia de fugas en toda la red de distribución de agua potable en la sub zona Larapa.

**RECOMENDACIÓN N°08:**

Se recomienda el reemplazo integral de los medidores ubicados con presencia de sobre medición, ya que este al sobre registrar el consumo perjudica a la población facturándose un consumo de agua potable mayor a volumen consumido por cada uno de los usuarios y porque se determinó la existencia de Micromedición con una antigüedad promedio de 11 años.

RECOMENDACIÓN N° 09:

Se recomienda incluir las acometidas y abrazaderas en la realización de la prueba hidráulica en cada una de las instalaciones de abastecimiento de agua potable. Porque se pudo observar que la mayor incidencia de pérdidas de agua potable se presentan en las acometidas y abrazaderas.

RECOMENDACIÓN N° 10:

Se recomienda usar de base la presente investigación para profundizar estudios referidos al análisis y determinación del porcentaje de Agua No Facturada (ANF) en diferentes zonas de investigación dentro de la ciudad del Cusco.

9. BIBLIOGRAFÍA.

9.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AROCHA R, S. (1979). *ABASTECIMIENTO DE AGUA TEORIA Y DISEÑO*. (2DA EDICIÓN ed.). VENEZUELA: FAC. INGENIERIA CENTRAL DE VENEZUELA.
- CABRERA, E. A. (2004). *EVALUACIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS DE AGUA EN REDES URBANAS*. CUARTA EDICIÓN.
- CAPORALI, S. A. (1989). *CONTROL DE PÉRDIDAS Y USO EFICIENTE DEL AGUA*. CALI.
- CAVALCANTI, C. A. (SEPTIEMBRE, 1996). *MEDICIÓN DE AGUA: POLITICA Y PRACTICA*. BRASIL, BRASIL: COMUNIGRAF.
- CÓRDOVA ZAMORA, M. (2003). *ESTADISTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL* (5ta ed.). MOSHERA S.R.L.
- DAJES CASTRO, J. (2004). *TODO SOBRE MEDIDORES DE AGUA* (PRIMERA ed.). LIMA, PERÚ: INDECOPI.
- DANHKE, M. M. (1989). *"INTRODUCCIÓN A LA METODLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA"*. BRUJAS.
- E.P.S. CHAVIN S.A. . (2009). *DETERMINACION Y REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA* . HUARAZ - PERÚ: LATIN AGUAS Y AKUT PARTNER.
- EMPRESA CONCESIONARIA DE SERVICIOS SANITARIOS S.A. (MARZO, 2014). *AGUA NO FACTURADA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE*. CHILE: ECONSSA CHILE S.A.
- GERARDO, T. L. (2012). *LA SECTORIZACIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN HIDRAULICA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, MEXICO.
- GIL, J. I. (2015). *OPTIMIZACIÓN HIDRAULICA DE DEMANDA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN DE COMPETENCIAS EN EL SECTOR SANEAMIENTO*. LIMA, SETIEMBRE 2015.
- MARIA, R. C. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO DE SAN GIL*. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, BUCARAMANGA.



- NIEBEL, D. (2009). *GUIA PARA LA REDUCCION DE LAS PÉRDIDAS DE AGUA*. ALEMANIA.: MINISTERIO FEDERAL DE COOPERACIÓN ECONOMICA Y DESARROLLO.
- OIML 49, O. I. (s.f.).
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES PERÚ, OS. 050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. (2006). LIMA-PERÚ.
- RODOLFO, R. (s.f.). *CONTROL DE FUGAS VISIBLES* . LATIN CONSULT ESTATICA SABESP.
- SAMPIERI, H. R. (2006). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN* (QUINTA ed.). MEXICO: McGRAW-HILL.
- SANCHEZ CARLESI, H. (1998). *METODOLOGIA Y DISEÑO EN LA INVESTIGACION CIENTIFICA*. LIMA - PERÚ: MANTARO.
- SIERRA BRAVO, R. (1996). *TESIS DOSTORAL Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA*. MADRID - ESPAÑA: PARANINFO, 4TA EDICIÓN.
- SUNASS. (s.f.). SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO.
- VLADIMIR LAURA DELGADO, A. A. (s.f.). *PÉRDIDAS FISICAS, DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES*.
- WILLIAN MENDENHALL, R. J. (2010). *INTRODUCCIÓN A LA PROBABILIDAD Y ESTADISTICA* (DECIMO TERCERA ed.). LENGAGE LEARNING EDITORES.



9.2. REFERENCIAS DE INTERNET.

Glosario de términos “Wáter Management International” (WMI), recuperado el 2016 de:

<http://www.wmi-water.com/wmi/wmi.nsf/web/glossaire.htm&lng=3>

Agua No Facturada (ANF), recuperado el 2016 de:

http://www.econssachile.cl/pdf/estudios/ANF_web.pdf

Control de agua no facturada y uso eficiente de agua. Recuperado el 2015 de:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/06430/06430.pdf>

Planes maestros optimizados, Santa cruz, recuperado el 2015 de:

http://200.105.194.245/PlanesMaestrosMetropolitanos/SANTACRUZ/INFORME_ETAPA_II/ANEXOS_VARIOS/Anexo%203.2.pdf

Perdidas físicas determinación de fugas no visibles. Recuperado el 2015 de:

http://www.proagua.org.pe/pmri/capa/PitometContPerd_VL.pdf

Determinación y reducción de Agua No Facturada en sector Piloto – Huaraz.

Recuperado el 2015 de:

http://www.proagua.org.pe/pmri/po/PlanPilotoANF_ET.pdf

“La sectorización en la optimización hidráulica de redes de distribución de agua potable”. Recuperado en 2015 de:

<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7178/GERARDO%20TOXKY%20L%C3%93PEZ.pdf?sequence=1>



“Implementación del programa de reducción de pérdidas en la red de distribución del acueducto san gil”. Recuperado el 2015 de:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2111/2/136240.pdf>

“guía para la reducción de pérdidas de agua de resolución baja”, recuperado el 2015 de:

<https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2011-es-guia-reduccion-perdidas-agua-resolucion-baja.pdf>

“Modelo para la cuantificación y desagregación de las pérdidas en sistemas de agua potable como herramienta para el establecimiento de una programa eficiente de reducción de pérdidas”. Recuperado el 2015 de:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/vindas.pdf>

10. ANEXOS.**ANEXO A: RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.****Tabla N° 32: CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA.**

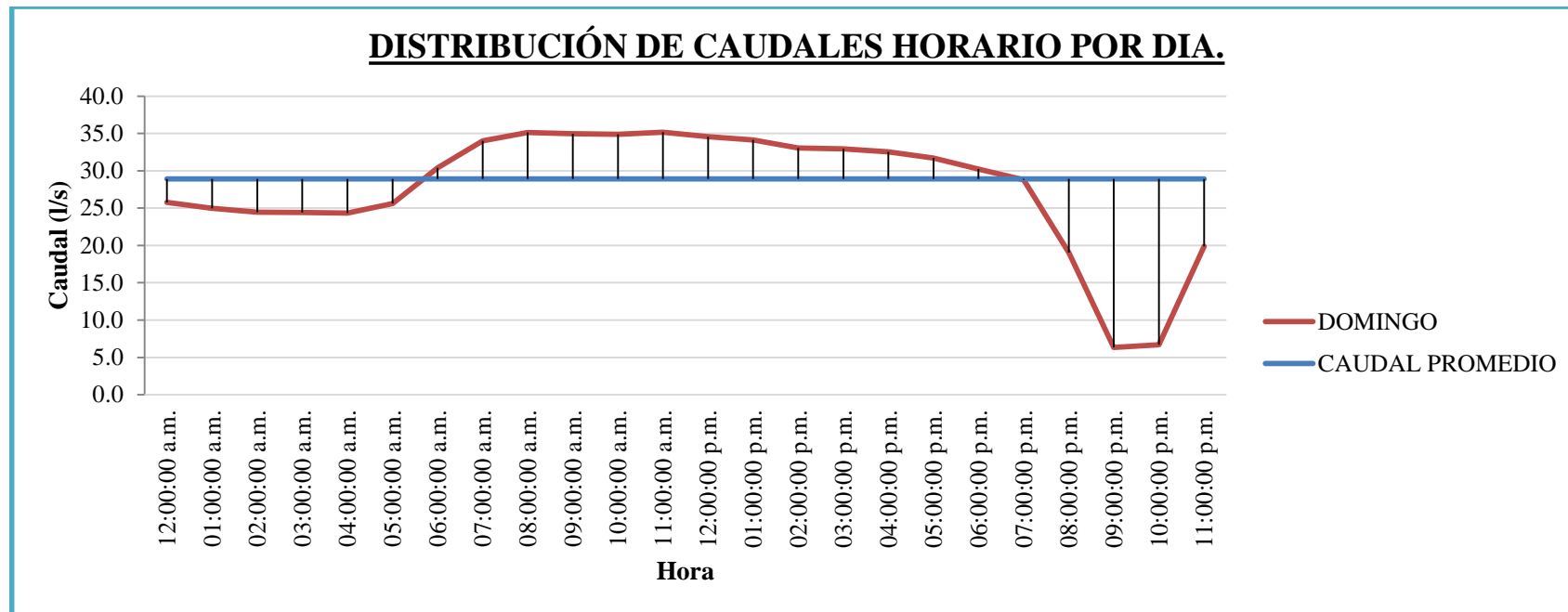
DATOS RECOLECTADOS DE CAUDAL DEL INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA							
HORA	FECHA: MAYO DEL 2015						
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
12:00:00 a.m.	25.787	26.596	24.341	26.316	24.120	23.835	23.790
01:00:00 a.m.	24.960	25.088	24.067	24.681	23.865	23.568	23.783
02:00:00 a.m.	24.451	24.999	24.122	24.588	23.790	23.684	23.662
03:00:00 a.m.	24.411	25.079	24.111	24.563	23.809	23.660	23.735
04:00:00 a.m.	24.340	25.199	24.392	24.688	24.057	23.939	23.916
05:00:00 a.m.	25.601	26.001	25.732	26.478	25.274	25.387	24.830
06:00:00 a.m.	30.391	28.911	31.620	33.083	31.274	32.009	30.518
07:00:00 a.m.	34.028	32.423	33.081	33.941	33.328	33.089	31.728
08:00:00 a.m.	35.108	33.368	33.246	34.418	32.615	31.979	31.950
09:00:00 a.m.	34.986	34.059	33.842	34.017	33.003	32.082	32.082
10:00:00 a.m.	34.900	35.027	33.779	33.816	32.614	32.694	32.938
11:00:00 a.m.	35.153	34.557	33.516	33.533	32.894	31.892	32.542
12:00:00 p.m.	34.589	32.906	32.311	33.016	32.597	31.027	32.014
01:00:00 p.m.	34.134	31.924	32.407	32.199	31.471	29.844	31.505
02:00:00 p.m.	33.056	30.038	31.468	31.197	30.717	30.307	31.153
03:00:00 p.m.	32.950	28.962	31.746	31.791	31.399	30.216	31.430
04:00:00 p.m.	32.547	29.040	31.185	30.707	30.327	29.362	30.522
05:00:00 p.m.	31.715	29.506	30.663	29.683	29.133	28.092	30.164
06:00:00 p.m.	30.239	28.644	28.949	28.071	27.790	27.598	28.427
07:00:00 p.m.	28.781	27.970	27.831	27.109	26.976	26.366	27.278
08:00:00 p.m.	19.036	27.453	23.111	26.769	26.344	25.754	26.851
09:00:00 p.m.	6.338	26.672	6.014	25.998	26.041	25.550	8.424
10:00:00 p.m.	6.708	3.351	4.756	9.019	8.721	25.125	5.820
11:00:00 p.m.	19.869	20.969	17.913	19.670	20.448	24.271	3.903

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO B: ANÁLISIS POR DÍA DEL CAUDAL DE INGRESO A LA POBLACIÓN DE LARAPA

- Análisis del caudal de ingreso *día Domingo*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 61: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA DOMINGO*.

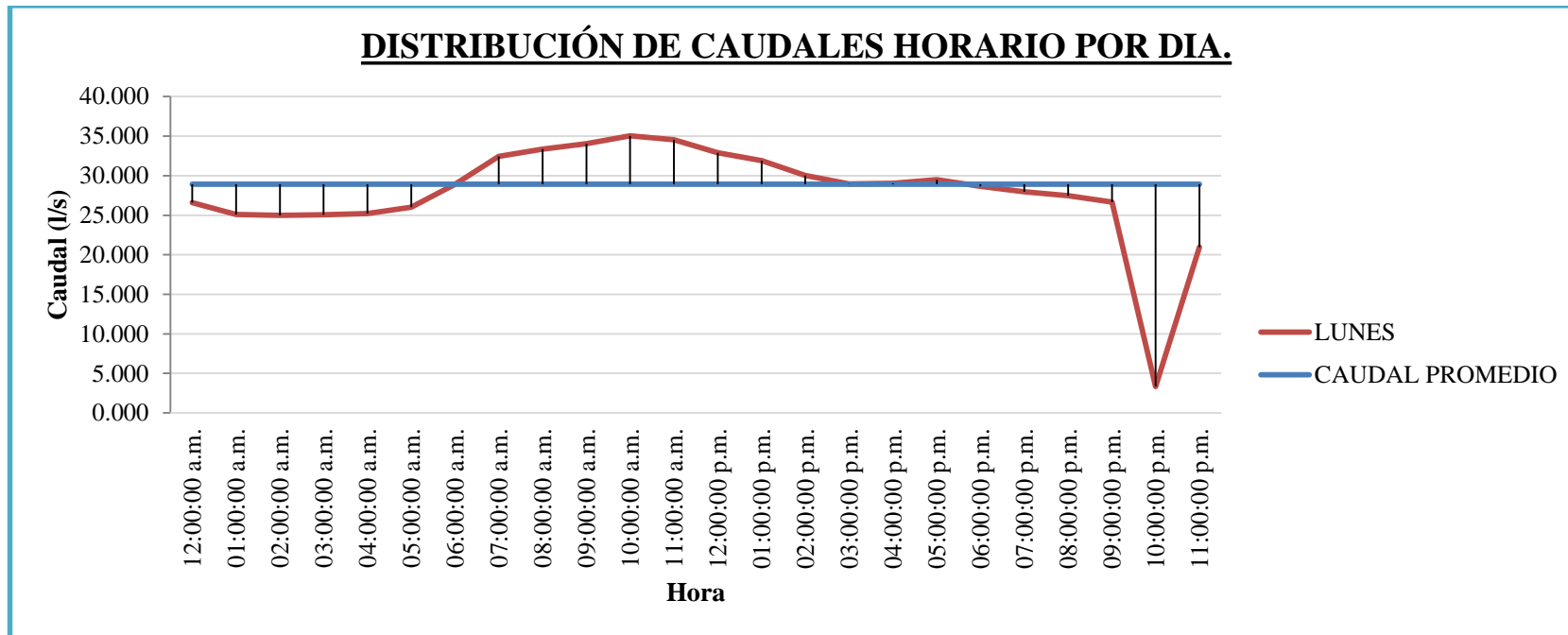


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

➤ Análisis del caudal de ingreso *día Lunes*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 62: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA LUNES*.

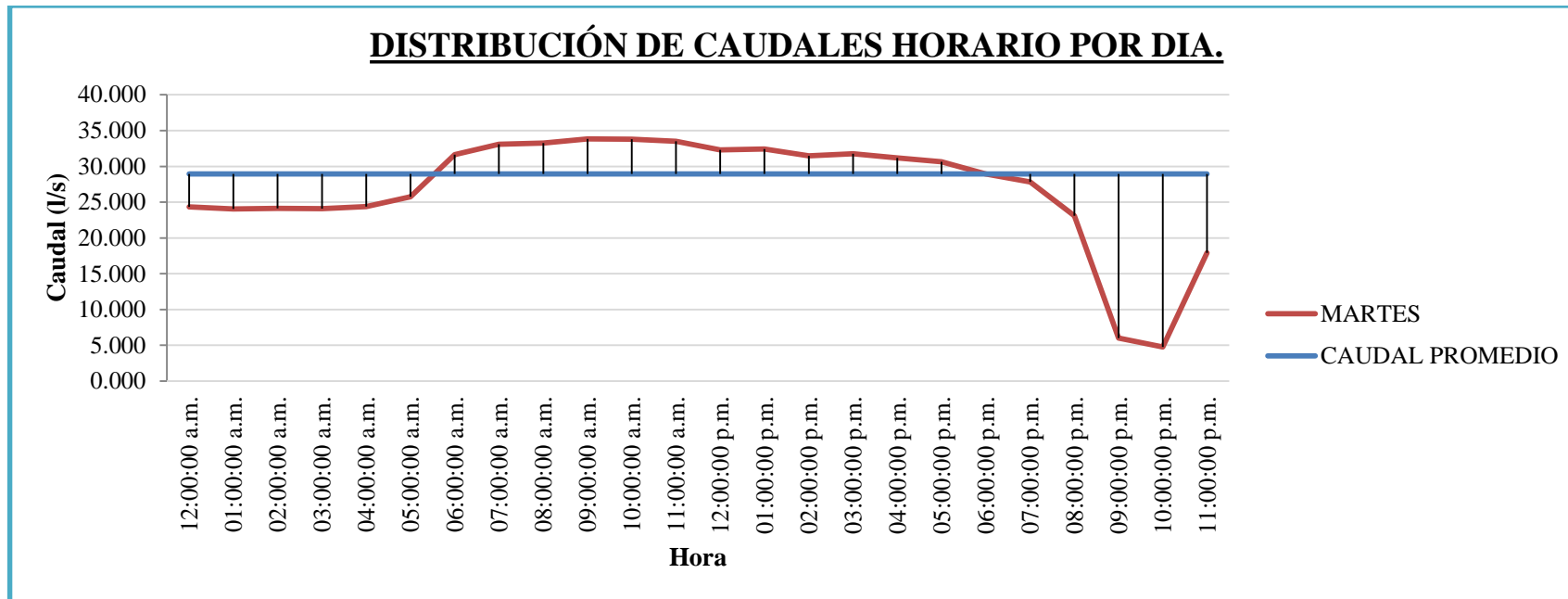


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

- Análisis del caudal de ingreso *día Martes*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 63: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA MARTES*.

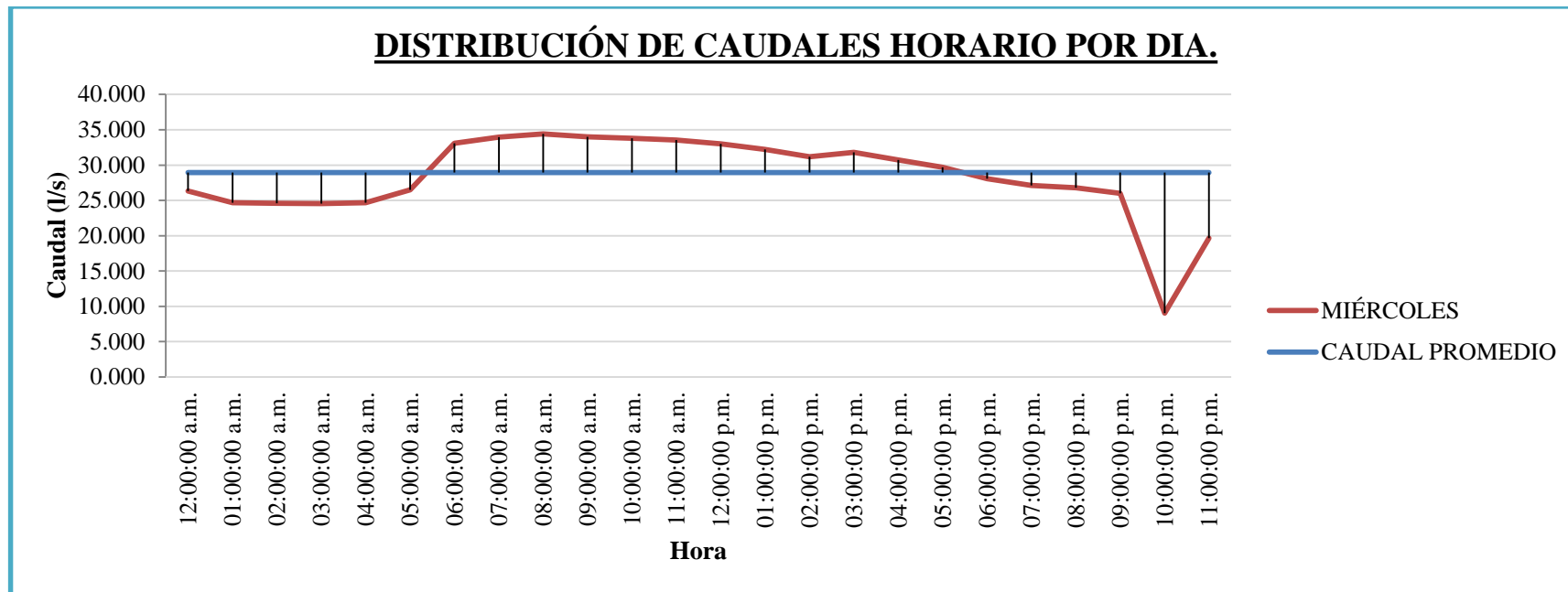


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

➤ Análisis del caudal de ingreso *día Miércoles*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 64: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA MIÉRCOLES*.

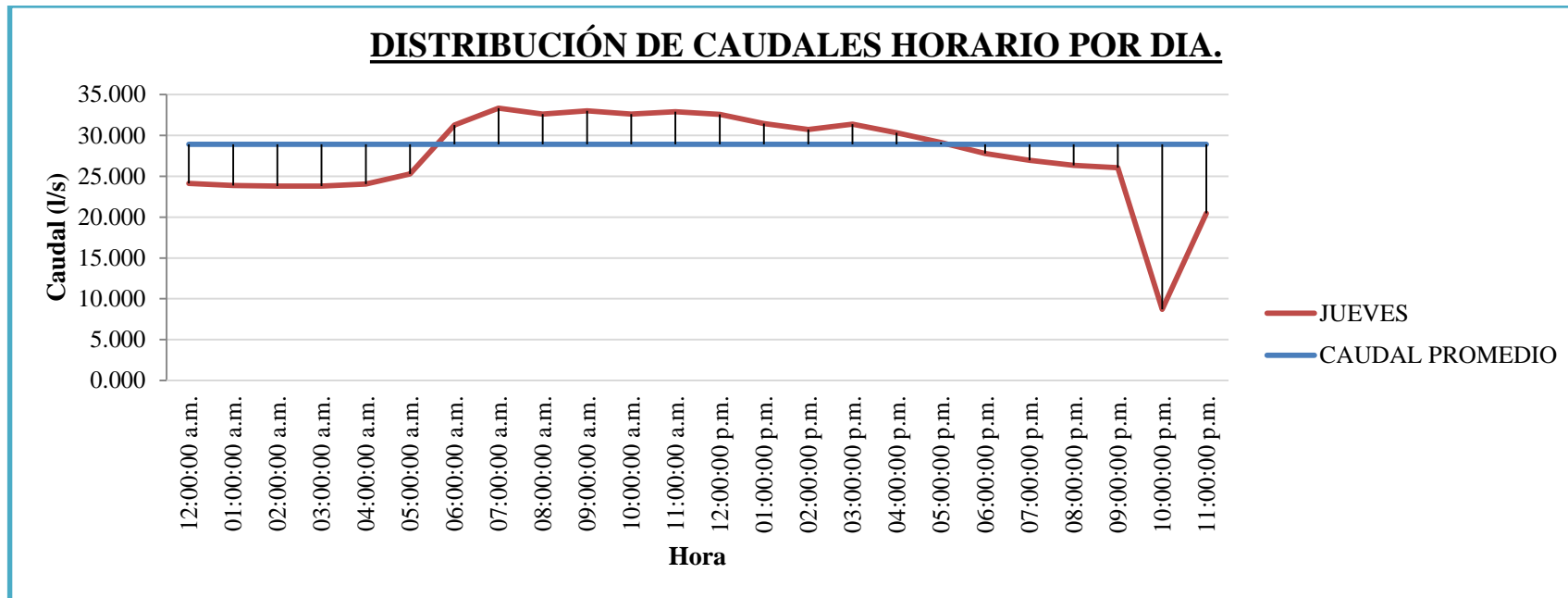


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

➤ Análisis del caudal de ingreso *día Jueves*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 65: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA JUEVES*.

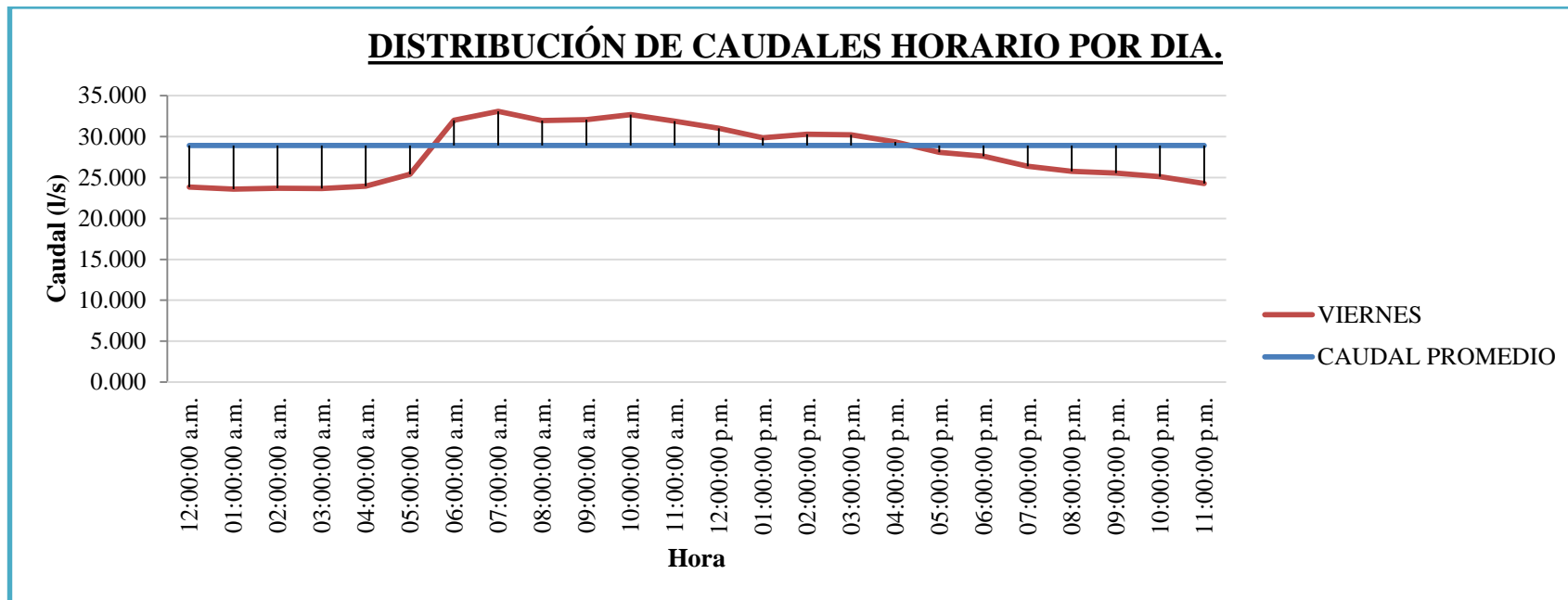


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

➤ Análisis del caudal de ingreso *día Viernes*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 66: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO *DÍA VIERNES*.

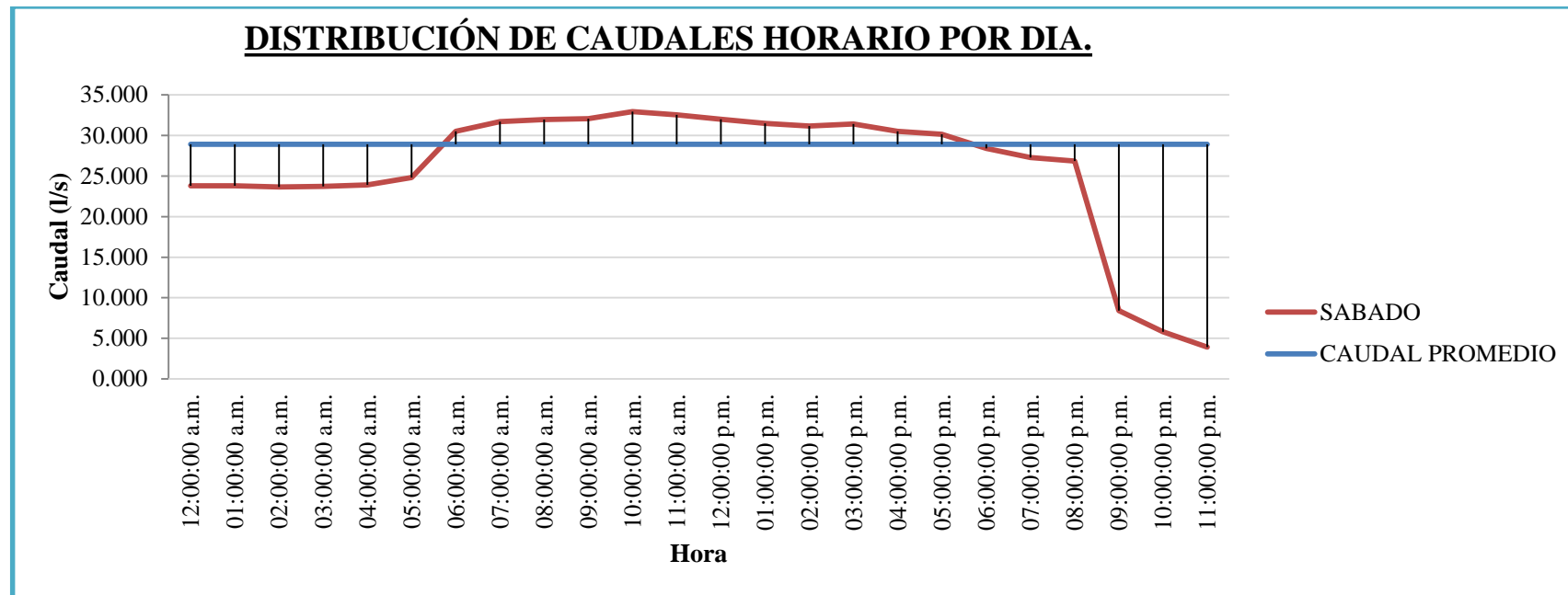


Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

- Análisis del caudal de ingreso *día Sábado*, en mediciones de caudal (l/s).

Figura N° 67: COMPORTAMIENTO DE CAUDAL DE INGRESO DÍA SÁBADO.



Fuente: Elaboración Propia.

En la figura anterior se puede verificar el comportamiento del caudal de ingreso a la población de Larapa por hora en comparación al promedio obtenido de 28.93 l/s.

**ANEXO C: RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA ETAPA DE MICROMEDICIÓN.**

- Recolección y análisis de datos en la etapa de la Micromedición en conexiones con medidor o medidores patrón.

Tabla N° 33: CUADRO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE MEDIDORES PATRÓN – SUB ZONA LARAPA.

VOLUMEN DE PERDIDA EN CONEXIONES CON MEDIDOR (M3)									
N°	NUMERO DE MEDIDOR		LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		VOLUMEN DE CONSUMO DE MEDIDOR EXISTENTE (M3)	VOLUMEN DE CONSUMO MEDIDOR DE PRUEBA (M3)	VOLUMEN PERDIDA MENSUAL (M3)
			EXISTENTE	PRUEBA	EXISTENTE	PRUEBA			
	MEDIDOR EXISTENTE	MEDIDOR PRUEBA	26/04/2016	26/04/2016	26/05/2015	26/05/2015			
1	101314699	A115628892	335.349	15.695	344.854	48.512	9.505	32.817	23.312
2	101316054	A115628975	174.496	9.637	198.672	35.049	24.176	25.412	1.236
3	101302542	A115628990	73.647	11.971	100.377	40.100	26.730	28.129	1.399
4	10100399	A115628974	525.169	7.371	537.433	23.875	12.264	16.504	4.240
5	10000007	A115628928	313.075	3.586	320.236	7.876	7.161	4.290	-2.871
6	101324957	A115628980	113.9	6.367	133.399	27.044	19.499	20.677	1.178
7	10104983	A115628973	183.812	1.69	198.715	9.870	14.903	8.180	-6.723
8	101324834	9920891	2.704	23.042	2.716	23.050	0.012	0.008	-0.004
9	10101447	A115628973	215.525	12.277	216.912	14.288	1.387	2.011	0.624
10	10101446	A115628885	689.552	1.139	696.112	8.614	6.560	7.475	0.915
11	101324411	A115628927	87.281	5.342	92.547	10.620	5.266	5.278	0.012
12	10104245	A115628943	377.885	6.387	385.251	15.850	7.366	9.463	2.097
13	10607463	A115628949	666.124	3.054	669.608	7.332	3.484	4.278	0.794
14	101318858	A115628956	168.305	9.578	175.090	18.580	6.785	9.002	2.217



15	101318321	A115628993	56.02	5.811	56.287	16.936	0.267	11.125	10.858
16	101306045	A115628987	33.253	53.173	39.162	59.156	5.909	5.983	0.074
17	10609759	A115628986	1645.739	7.398	1651.350	11.281	5.611	3.883	-1.728
18	101305309	A115628935	400.757	15.311	423.494	38.604	22.737	23.293	0.556
19	E12M010446	A115628954	211.427	5.141	216.709	10.376	5.282	5.235	-0.047
20	10604015	A115628995	576.774	9.01	592.743	25.227	15.969	16.217	0.248
21	10107797	A115628932	427.018	5.028	427.375	5.931	0.357	0.903	0.546
22	10102424	A115628944	472.393	2.72	476.792	7.671	4.399	4.951	0.552
23	10804038	A115628916	654.343	8.655	663.097	17.657	8.754	9.002	0.248
24	101312263	A115628971	256.845	5.016	257.806	9.472	0.961	4.456	3.495
25	20200077	A115628893	1145.44	4.184	1148.602	7.342	3.162	3.158	-0.004
26	20100865	A115628911	1394.529	2.315	1401.066	8.922	6.537	6.607	0.070
27	10104068	A115628899	242.322	4.672	243.585	6.819	1.263	2.147	0.884
28	101318859	A115628983	526.775	5.882	541.155	17.995	14.380	12.113	-2.267
29	100100190	A115628982	59.692	12.169	61.513	16.904	1.821	4.735	2.914
30	10102427	A115628922	515.096	2.094	525.617	14.575	10.521	12.481	1.960
31	10609845	A115628881	413.504	2.104	414.306	7.944	0.802	5.840	5.038
32	10609844	A115628948	951.696	68.333	951.696	78.761	0.000	10.428	10.428
33	10803302	9920893	205.099	373.719	226.090	401.972	20.991	28.253	7.262
34	101303368	A115628912	72.678	0.268	74.957	2.915	2.279	2.647	0.368
35	10807647	A115628908	651.859	18.983	665.817	33.321	13.958	14.338	0.380
36	10105875	A115628946	522.76	4.927	533.998	12.964	11.238	8.037	-3.201
37	10604717	A115628905	475.395	12.285	476.573	13.692	1.178	1.407	0.229
38	101312520	A115628904	120.916	26.795	137.276	43.051	16.360	16.256	-0.104
39	10609884	A115628913	726.688	2.893	730.021	6.485	3.333	3.592	0.259
40	10609865	A115628898	499.594	13.363	504.546	34.195	4.952	20.832	15.880
41	10104696	A115628989	339.649	6.262	347.422	14.841	7.773	8.579	0.806
42	10111463	A115628914	532.574	14.943	544.141	31.799	11.567	16.856	5.289



43	10106180	A115628981	617.182	12.249	625.730	21.565	8.548	9.316	0.768
44	101302884	A115628996	54.69	3.491	57.949	6.835	3.259	3.344	0.085
45	10602813	A115628925	424.835	4.317	425.963	6.123	1.128	1.806	0.678
46	10609125	A115628984	1000.717	2.402	1002.895	4.700	2.178	2.298	0.120
47	10800279	A115628894	2270.537	2.346	2276.353	8.147	5.816	5.801	-0.015
48	101316053	A115628940	286.745	10.299	296.878	20.967	10.133	10.668	0.535
49	101312231	A115628941	119.396	7.15	126.844	14.974	7.448	7.824	0.376
50	310200043	A115628992	190.307	3.538	200.742	15.117	10.435	11.579	1.144
51	10104523	A115628961	330.469	3.417	340.912	14.538	10.443	11.121	0.678
52	20201425	A115628906	1621.635	11.242	1623.018	13.676	1.383	2.434	1.051
53	10802923	A115629001	578.048	4.202	583.504	9.763	5.456	5.561	0.105
54	101324951	A115629002	136.322	5.702	141.208	10.786	4.886	5.084	0.198
55	100103305	A115628972	467.546	0.356	480.992	14.787	13.446	14.431	0.985
56	101312493	A115628938	226.925	7.37	229.901	10.381	2.976	3.011	0.035
57	101304623	A115628988	91.348	2.966	95.417	7.306	4.069	4.340	0.271
58	101324550	A115628937	33.802	2.876	35.600	5.480	1.798	2.604	0.806
59	101317964	A115628887	63.818	0.014	68.701	2.641	4.883	2.627	-2.256
60	10809448	A115628903	345.332	2.115	349.482	6.316	4.150	4.201	0.051
61	101325170	A115628884	172.678	6.147	175.844	9.739	3.166	3.592	0.426
62	101323378	A115628970	161.563	6.179	189.738	34.811	28.175	28.632	0.457
63	101306142	A115628945	177.595	3.983	185.085	11.849	7.490	7.866	0.376
64	101325150	A115628883	50.798	4.893	55.231	9.415	4.433	4.522	0.089
65	101303177	A115628967	35.773	2.664	40.667	7.616	4.894	4.952	0.058
66	101310633	A115628967	57.549	12.567	60.610	15.784	3.061	3.217	0.156
67	3100104257	A115628958	81.547	4.168	86.089	8.620	4.542	4.452	-0.090
68	101319266	A115628962	159.968	11.519	169.485	21.284	9.517	9.765	0.248
69	10610021	307008501	437.566	39.598	445.107	47.774	7.541	8.176	0.635
70	10610018	A115628999	995.826	6.509	1011.453	22.993	15.627	16.484	0.857



71	10610016	A115629000	881.197	0.283	886.967	6.440	5.770	6.157	0.387
72	10600571	A115628896	752.912	1.828	759.569	8.729	6.657	6.901	0.244
73	10600753	A115628897	2481.425	0.1	2505.605	15.267	24.180	15.167	-9.013
74	10604040	A115628997	822.857	7.237	830.564	15.650	7.707	8.413	0.706
75	101305228	A115629004	31.736	3.362	40.133	12.038	8.397	8.676	0.279
76	10000043	A115628895	750.69	4.65	802.266	23.273	51.576	18.623	-32.953
77	101322515	205430	243.819	3.832	252.642	13.632	8.823	9.800	0.977
78	10100970	A115628976	546.588	2.421	553.904	13.422	7.316	11.001	3.685
79	101316042	A115628917	405.989	7.155	417.409	23.182	11.420	16.027	4.607
80	100102412	A115628926	397.447	4.222	422.518	29.375	25.071	25.153	0.082
81	101315440	A115628955	369.429	1.55	411.093	43.768	41.664	42.218	0.554
82	101312544	A115628923	326.897	2.209	340.735	16.531	13.838	14.322	0.484
83	101305147	A115628918	196.405	2.68	204.271	11.590	7.866	8.910	1.044
84	101301239	A115628924	343.619	3.404	362.382	22.395	18.763	18.991	0.228
85	10107583	A115628902	689.665	1.133	695.400	8.631	5.735	7.498	1.763
86	10504101	A115628915	693.326	15.414	711.988	37.819	18.662	22.405	3.743
87	10401727	A115628974	377.911	1.783	385.564	32.961	7.653	31.178	23.525
88	10108919	A115628942	281.577	6.32	299.766	32.170	18.189	25.850	7.661
89	101318523	A115628901	406.923	2.819	429.801	26.286	22.878	23.467	0.589
90	101322344	A115628921	239.264	20.256	249.599	30.788	10.335	10.532	0.197
91	10602434	A115628947	1645.877	6.716	1653.166	14.811	7.289	8.095	0.806
92	100103844	A115628900	246.486	1.277	254.294	9.430	7.808	8.153	0.345
93	10001036	A115628907	752.819	6.16	761.112	14.960	8.293	8.800	0.507
94	10609730	A115628909	969.582	12.546	997.129	34.963	27.547	22.417	-5.130
95	10609758	A115628910	1681.718	6.697	1697.199	25.719	15.481	19.022	3.541
96	10108344	A115628985	449.554	46.09	470.111	67.387	20.557	21.297	0.740
97	101317933	A115628951	307.235	7.259	317.155	17.299	9.920	10.040	0.120
98	10609760	A115628968	485.013	0.852	492.503	5.153	7.490	4.301	-3.189



99	10808649	A115628887	2280.385	11.047	2359.687	90.671	79.302	79.624	0.322
100	10402710	A115628962	216.208	14.492	218.235	16.499	2.027	2.007	-0.020
101	101321246	A115628916	279.618	11.861	290.708	23.060	11.090	11.199	0.109
102	101321249	A115628993	302.953	9.665	313.873	21.027	10.920	11.362	0.442
103	101312516	A115628899	407.476	6.865	426.471	25.992	18.995	19.127	0.132
104	10111074	A115628897	1.423	99999.228	1.462	99999.268	0.039	0.040	0.001
105	100103916	A115628980	343.678	12.632	346.956	15.069	3.278	2.437	-0.841
106	10201693	A115628911	708.231	5.717	728.342	26.049	20.111	20.332	0.221
107	10104069	A115628971	882.331	7.514	910.560	37.824	28.229	30.310	2.081
108	10807749	A115628970	1379.877	15.329	1388.146	25.284	8.269	9.955	1.686
109	20201804	A115628894	2273.315	8.124	2312.371	46.618	39.056	38.494	-0.562
110	10609141	A115628882	835.072	14.841	842.993	29.512	7.921	14.671	6.750
111	10807650	A115628884	1087.191	8.729	1104.164	27.089	16.973	18.360	1.387
112	10002762	A115628927	895.272	6.871	924.583	34.965	29.311	28.094	-1.217
113	10802922	A115628925	1475.869	3.897	1487.157	17.370	11.288	13.473	2.185
114	10702712	A115628880	931.136	13.842	935.496	19.647	4.360	5.805	1.445
115	10800927	A115628937	4059.619	5.935	4102.101	52.249	42.482	46.314	3.832
116	310201463	A115628983	230.344	12.545	243.899	26.487	13.555	13.942	0.387
117	10107933	A115628901	3243.419	13.358	3266.208	39.204	22.789	25.846	3.057
118	10809214	A115628906	2558.167	13.729	2583.382	39.405	25.215	25.676	0.461
119	101303707	A115628893	426.406	6.855	427.324	25.688	0.918	18.833	17.915
120	101316041	A115628987	409.647	55.907	428.619	74.383	18.972	18.476	-0.496
121	10101733	A115628905	559.696	14.63	565.664	22.469	5.968	7.839	1.871
122	101324825	A115628946	250.556	8.191	257.984	15.929	7.428	7.738	0.310
123	101324824	A115628925	192.647	4.646	198.917	10.645	6.270	5.999	-0.271
124	10702742	A115628981	1625.317	14.706	1641.429	30.667	16.112	15.961	-0.151
125	101318964	A115628898	203.558	20.15	213.846	30.458	10.288	10.308	0.020
126	101308431	A115628908	410.29	25.455	432.467	48.197	22.177	22.742	0.565



127	10609904	A115628904	687.698	32.065	703.090	48.766	15.392	16.701	1.309
128	10609973	A115628996	1224.05	5.53	1238.543	20.193	14.493	14.663	0.170
129	20200942	A115628956	1515.539	12.591	1518.461	15.571	2.922	2.980	0.058
130	101308274	A115629000	279.984	2.688	284.417	10.175	4.433	7.487	3.054
131	101305313	A115628945	25.732	6.65	27.573	8.739	1.841	2.089	0.248
132	10106112	A115628967	79.739	4.329	84.990	9.994	5.251	5.665	0.414
133	101313094	A115628907	300.821	9.681	302.208	11.181	1.387	1.500	0.113
134	10609972	A115628909	435.917	21.304	446.651	33.313	10.734	12.009	1.275
135	100101488	A115628984	5170.799	15.35	5570.385	590.555	399.586	575.205	175.619
136	101318008	A115628932	645.327	5.27	668.434	31.659	23.107	26.389	3.282
137	101324666	A115628940	180.623	13.97	191.938	25.479	11.315	11.509	0.194
138	9661989	A115628941	1356.61	9.87	1359.904	13.706	3.294	3.836	0.542
139	10804039	A115628961	78.246	6.77	78.386	6.886	0.140	0.116	-0.024
140	101314697	A115628883	755.812	7.43	783.852	36.066	28.040	28.636	0.596
141	310010089	A115628914	589.499	24.4	641.350	76.906	51.851	52.506	0.655
142	10807721	A115629001	710.411	5.68	710.411	5.680	0.000	0.000	0.000
143	101304622	A115628913	658.608	5.52	693.045	40.976	34.437	35.456	1.019
144	10000041	A115629002	1172.14	11.09	1233.373	70.998	61.233	59.908	-1.325
145	100102413	A115628938	395.124	9	403.982	20.160	8.858	11.160	2.302
146	101318860	A115628988	1084.99	6.73	1114.874	37.110	29.884	30.380	0.496
147	10602385	A115628958	820.816	5.9	824.195	10.473	3.379	4.573	1.194
148	101324412	A115628900	114.679	4.17	121.840	11.378	7.161	7.208	0.047
149	10802957	A115628999	3807.559	13.59	3830.127	38.468	22.568	24.878	2.310
150	101325269	A115628948	1013.053	7.164	1033.521	281.266	20.468	274.102	253.634
151	10104066	307008501	2766.725	45.425	2789.789	77.781	23.064	32.356	9.292
152	101305309	A115628985	26.641	53.24	28.524	55.139	1.883	1.899	0.016
153	101318009	A115628949	263.445	5.33	272.842	5.134	9.397	-0.196	-9.593
154	10809163	A115628921	2592.888	26.04	2624.896	57.273	32.008	31.233	-0.775



155	10804627	A115628992	2697.075	8.13	2725.204	37.193	28.129	29.063	0.934
156	101318010	A115628892	186.34	25.52	192.494	31.836	6.154	6.316	0.162
157	10804630	9920891	962.709	24.4	973.916	39.927	11.207	15.527	4.320
158	10502057	A115628947	709.912	10.64	755.482	56.404	45.570	45.764	0.194
159	10000035	A115628903	1487.433	6.58	1520.231	39.634	32.798	33.054	0.256
160	101320337	A115628979	220.271	12.27	230.040	22.113	9.769	9.843	0.074
161	10609115	A115628927	1607.421	8.53	1624.816	27.866	17.395	19.336	1.941
162	10000147	9920888	807.351	51.99	822.332	67.374	14.981	15.384	0.403
163	10000153	A115628997	625.147	10.91	644.534	30.866	19.387	19.956	0.569
164	101317795	A115628990	140.523	21.46	155.779	37.619	15.256	16.159	0.903
165	10000989	A115628973	706.527	4.81	728.301	30.385	21.774	25.575	3.801
166	101312265	A115628885	281.836	12.9	288.706	19.681	6.870	6.781	-0.089
167	10105594	A115628896	478.78	5.09	489.192	20.978	10.412	15.888	5.476
168	101313420	A115628974	270.065	4.78	284.015	18.730	13.950	13.950	0.000
169	101312541	A115628928	339.919	6.24	353.606	20.694	13.687	14.454	0.767
170	10105595	A115628975	1500.983	17.13	1506.858	28.290	5.875	11.160	5.285
171	10700664	A115628954	289.228	7.47	299.058	17.623	9.830	10.153	0.323
172	101317858	A115628881	275.479	4.26	280.745	10.073	5.266	5.813	0.547
173	10110665	A115628922	821.521	6.45	828.884	18.036	7.363	11.586	4.223
174	101321250	A115628995	853.696	14.24	861.729	23.346	8.033	9.106	1.073
175	101302864	A115628989	222.613	8.93	232.250	18.850	9.637	9.920	0.283
176	107A1123	A135365517	5176.154	21.14	5370.179	229.920	194.025	208.780	14.755
177	104A0097	A135365518	17645.007	12.15	17907.081	278.524	262.074	266.374	4.300

Fuente: Elaboración Propia.



- Recolección y análisis de datos en la etapa de la Micromedición en conexiones sin medidor o medidores testigo.

Tabla N° 34: CUADRO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE MEDIDORES TESTIGO – SUB ZONA LARAPA.

VOLUMEN DE PERDIDA EN CONEXIONES SIN MEDIDOR (M3)						
N°	NUMERO DE MEDIDOR	LECTURA	LECTURA	VOLUMEN DE CONSUMO M3	VOLUMEN ASIGNADO M3	VOLUMEN PERDIDO MENSUAL M3
		INICIAL	FINAL			
		28/03/2015	28/04/2015			
1	410804860	1.672	16.288	14.616	19.000	-4.384
2	410402369	0.447	4.686	4.239	19.000	-14.761
3	410102165	0.616	8.937	8.321	19.000	-10.679
4	410608119	2.275	24.245	21.970	19.000	2.970
5	410604342	0.337	1.725	1.388	19.000	-17.612
6	410402032	7.832	20.099	12.267	19.000	-6.733
7	410600923	2.169	18.761	16.592	19.000	-2.408
8	410103687	3.798	169.574	165.776	19.000	146.776
9	410200195	1.325	9.188	7.863	19.000	-11.137
10	410809776	5.584	32.333	26.749	19.000	7.749
11	410804830	3.703	32.234	28.531	19.000	9.531
12	410604383	5.843	31.423	25.580	19.000	6.580

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO D: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tema de Investigación:		"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."					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	SUB VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	INDICADOR	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL					
¿Cuál será el porcentaje de Agua no Facturada (ANF) en el Sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Av. 01, Av. La Cultura, Av. 05, y la Av. 12?	Analizar y Determinar el porcentaje de Agua no Facturada (ANF) en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Av. 01, Av. La Cultura, Av. 05, y la Av. 12.	El porcentaje de agua no facturada (ANF) total con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa comprendida entre la Av. 01, Av. La Cultura, Av. 05, y la Av. 12, es del 41%.	Dotación de agua		La dotación es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.	Caudal (l/s)	Caudalímetro Ultrasonido PT878.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB HIPÓTESIS					
¿Cuál será el porcentaje de Pérdidas Operativas a determinar en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?	Determinar el porcentaje de pérdidas de Agua Operacional en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa.	El porcentaje de pérdidas de agua Operacional en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es de 55% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF).	Pérdidas Operativas	Fugas en cajas de registro	Pérdida de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable en cámaras, válvulas reductoras de presión, válvulas de purga y medidores.	Volumen (m3)	Geófono. Aforador.
				Fugas en redes	Pérdida de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable en tuberías de la red de distribución.	Volumen (m3)	Geófono. Aforador. Correlador de ruidos de fugas.
				Fugas en acometidas y abrazaderas	Pérdida de agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable en acometidas y abrazaderas.	Volumen (m3)	Geófono. Aforador. Correlador de ruidos de fugas.
¿Cuál será el porcentaje de Pérdidas Comerciales a determinar en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?	Determinar el porcentaje de pérdidas de Agua Comercial en el sistema de abastecimiento de agua potable en la sub zona Larapa.	El porcentaje de pérdidas de agua Comercial en el sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es de 45% de la cantidad total de porcentaje de pérdidas de Agua no Facturada (ANF).	Pérdidas Comerciales	Micromedición	Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios.	Volumen (m3). Cantidad de conexiones (#).	Medidores. Fichas de campo.
				Hurto y Clandestinidad	Robo de agua no identificada en el sistema de abastecimiento de agua potable.	Volumen (m3). Cantidad (#)	Guías de observación de campo.
¿Cuál será el índice de pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa?	Determinar el índice de pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable sub zona Larapa.	El índice de pérdidas del sistema de abastecimiento de Agua Potable en la sub zona Larapa, es del 40%.	Índice de pérdidas		Es una expresión que relaciona el volumen producido y el volumen facturado, esta igualdad demuestra la eficiencia en la conducción de agua potable de la empresa prestadora de servicios de saneamiento.	Porcentaje (%)	Hojas de cálculo.