



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación y Propuesta de Optimización para el Sistema de  
Agua Potable de la Junta Administrativa Chorro la Calera.**  
**Cuenca, Azuay**

**Tesis previa a la obtención del título de:**  
**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**  
**JAIME ESTEBAN PAGUAY SERPA**  
**CARLOS ALBERTO VÁZQUEZ ANDRADE**

**Director:**  
**ING. CARLOS JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER**

**CUENCA-ECUADOR**

**2023**

**DEDICATORIA**

A mis queridos padres, gracias por su amor incondicional y su fe en mí. Sin ustedes, esta meta no sería posible. Cada sacrificio, enseñanza y apoyo que me han brindado en mi camino académico ha sido fundamental. Les dedico este logro con profundo agradecimiento.

**Jaime Paguay Serpa**

Para Jeaneth y Carlos

**Carlos Alberto Vázquez**

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a la comunidad universitaria por la formación en conocimiento y valores. Su dedicación ha sido inmensamente valiosa.

Agradecemos a todos los profesores por su guía y acompañamiento. Su pasión por enseñar nos ha inspirado y equipado para enfrentar desafíos.

Mención especial al Ing. Javier Fernández de Córdova, nuestro director de tesis, por su ejemplar entrega y compromiso. Agradecemos al Ing. Josué Larriva por su invaluable disposición.

También agradecemos al personal de la Junta Administrativa de Agua El Chorro La Calera y a la comunidad por su cálida acogida, apoyo y disposición.

Sin más, nuestro más sincero agradecimiento a todos los involucrados.

**Jaime Esteban y Carlos Alberto.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE ECUACIONES .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos .....	4
ALCANCE.....	5
JUSTIFICACIÓN .....	5
CAPÍTULO 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	7
1.1 Descripción general de la zona de estudio .....	7
1.1.1 Localización y cobertura.....	7
1.1.2 Situación geográfica.....	9
1.1.3 Clima.....	10
1.1.4 Vialidad.....	10
1.1.5 Trazado actual de las líneas de agua .....	11

1.2	Recopilación de información Hidráulica.....	12
1.2.1	Valoración del sistema de almacenamiento de la red de agua potable .....	13
1.2.2	Análisis de Calidad de Agua: Parámetros Físico, Químicos y Microbiológicos.....	16
1.2.3	Diámetros y material de las redes de conducción actual.....	18
1.2.4	Levantamiento de información .....	19
1.2.5	Selección de muestra.....	19
1.2.6	Modelo de Encuesta .....	20
1.2.7	Procesamiento de información.....	20
1.2.8	Aspectos socio-económicos .....	21
1.2.9	Cuadros de resultados .....	21
	CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA POTABLE.....	31
2.1	Evaluación de conducción de agua.....	31
2.1.1	Recorrido de las líneas de conducción.....	31
2.1.2	Características de la Línea de Conducción .....	32
2.2	Evaluación de tratamiento de agua.....	33
2.2.1	Calidad agua cruda.....	33
2.2.2	Caracterización del agua tratada .....	36
2.2.3	Comparación de resultados .....	38

2.3	Evaluación de la Red de distribución .....	39
2.3.1	Presión en la red de distribución de agua potable .....	42
2.3.2	Perdida unitaria en la red de distribución de agua potable.....	44
2.3.3	Modelamiento de la red de distribución.....	45
2.3.4	Validación de modelos hidráulicos mediante la comparación de datos medidos y simulados. ....	46
2.4	Análisis de lectura de medidores .....	47
	<b>CAPÍTULO 3: REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>48</b>
3.1	Parámetros de diseño .....	48
3.1.1	Periodo de diseño .....	48
3.1.2	Población futura .....	48
3.1.3	Dotaciones y nivel de servicio .....	50
3.1.4	Caudales de diseño .....	52
3.1.5	Caudales medio diario (Qm).....	52
3.1.6	Caudales máximo diario (QMD).....	53
3.1.7	Caudales Máximo horario (QMH) .....	53
3.1.8	Caudal de diseño Actual.....	54
3.1.9	Caudal Rediseño.....	55
3.1.10	Perdidas de carga.....	56
3.1.11	Velocidad y presión.....	57

3.2	Diseño de la red de distribución .....	57
3.2.1	Presión en el rediseño de distribución de agua potable .....	60
3.2.2	Perdida unitaria en la red rediseño de distribución de agua potable .....	62
3.3	Propuesta de optimización para el Sistema de Agua Potable el Chorro La Calera.....	64
	<b>CAPITULO 4: PRESUPUESTO REFERENCIAL .....</b>	<b>69</b>
4.1	Presupuesto referencial de la RED 2 .....	70
4.2	Determinación del costo por unidad y estimación del presupuesto total de la obra.....	72
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1 Delimitación cantonal de la provincia del Azuay .....7

Figura 1.2 Delimitación parroquial del cantón Cuenca .....8

Figura 1.3 Delimitación por sectores de abastecimiento de JAPP Chorro La Calera.....9

Figura 1.4 Trazado actual de líneas de agua ..... 11

Figura 1.5 Tanque 1 de almacenamiento ..... 13

Figura 1.6 Tanque 2 de almacenamiento ..... 14

Figura 1.7 Tanque 3 de almacenamiento ..... 14

Figura 1.8 Tanque 4 de almacenamiento ..... 15

Figura 1.9 Tanque 5 de almacenamiento ..... 15

Figura 1.10 Formato de datos de los usuarios encuestados .....21

Figura 1.11 Representación en un diagrama de barras Tabla 1.6 .....22

Figura 1.12 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.7 .....23

Figura 1.13 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.8 .....24

Figura 1.14 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.9 .....26

Figura 1.15 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.10 .....27

Figura 1.16 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.11 .....28

Figura 1.17 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.12 .....29

Figura 1.18 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.13 .....30

Figura 2.1 Red de Distribución de agua potable .....39

Figura 2.2 Mapa Red de Distribución agua potable.....41

Figura 2.3 Presión en la Red 1 del diseño actual .....42

Figura 2.4 Presión en la Red 2 del diseño actual .....42

Figura 2.5 Presión en la Red 3 del diseño actual .....	43
Figura 2.6 Presión en la Red 4 del diseño actual .....	43
Figura 2.7 Perdida unitaria en la Red 1 del diseño actual .....	44
Figura 2.8 Perdida unitaria en la Red 2 del diseño actual .....	44
Figura 2.9 Perdida unitaria en la Red 3 del diseño actual .....	45
Figura 2.10 Perdida unitaria en la Red 4 del diseño actual .....	45
Figura 3.1 Representación de la presión de la red 1 en el sistema rediseñado .....	60
Figura 3.2 Representación de la presión de la red 2 en el sistema rediseñado .....	61
Figura 3.3 Representación de la presión de la red 3 en el sistema rediseñado .....	61
Figura 3.4 Representación de la presión de la red 4 en el sistema rediseñado .....	62
Figura 3.5 Representación de las perdidas unitarias en la red 1 del sistema rediseñado .	62
Figura 3.6 Representación de las perdidas unitarias en la red 2 del sistema rediseñado .	63
Figura 3.7 Representación de las perdidas unitarias en la red 3 del sistema rediseñado .	63
Figura 3.8 Representación de las perdidas unitarias en la red 4 del sistema rediseñado .	64

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.1 Ubicación, geometría y capacidad de los tanques de almacenamiento.....	15
Tabla 1.2 Análisis físicos calidad de agua .....	16
Tabla 1.3 Análisis químicos calidad de agua .....	17
Tabla 1.4 Análisis de metales calidad de agua.....	17
Tabla 1.5 Análisis bacteriológicos metales calidad de agua .....	18
Tabla 1.6 Encuesta 1: Estado de conexión del agua potable.....	21
Tabla 1.7 Encuesta 2: Proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable .....	23
Tabla 1.8 Encuesta 3: Medidas para preservar la calidad .....	24
Tabla 1.9 Encuesta 4: Servicio de agua potable.....	25
Tabla 1.10 Encuesta 5: Presión suficiente de agua .....	26
Tabla 1.11 Encuesta 6: El agua presenta turbidez.....	27
Tabla 1.12 Encuesta 7: El agua presenta olor desagradable .....	28
Tabla 1.13 Encuesta 8: El agua presenta un sabor extraño .....	29
Tabla 2.1 Características en la conducción del sistema de agua potable .....	31
Tabla 2.2 Conducción Rio Mina .....	32
Tabla 2.3 Conducción Pogllo.....	32
Tabla 2.4 Conducción Tanque de la Universidad .....	32
Tabla 2.5 Parámetro 1 agua cruda.....	34
Tabla 2.6 Parámetro 2 agua cruda.....	34
Tabla 2.7 Parámetro 3 agua cruda.....	35
Tabla 2.8 Parámetro 4 agua cruda.....	35
Tabla 2.9 Parámetro 5 agua cruda.....	36

Tabla 2.10 Parámetros 1.....	37
Tabla 2.11 Parámetros 2.....	37
Tabla 2.12 Parámetros 3.....	37
Tabla 2.13 Diámetros y longitudes de la Red de Distribución Chorro La Calera .....	40
Tabla 2.14 Rango de Nash y Sutcliffe .....	47
Tabla 3.1 Tasa de crecimiento poblacional.....	49
Tabla 3.2 Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos. ....	50
Tabla 3.3 Dotaciones recomendadas.....	51
Tabla 3.4 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.....	53
Tabla 3.5 Calculo de los caudales de diseño para cada sistema.....	54
Tabla 3.6 Calculo de los caudales de diseño para el sistema general .....	55
Tabla 3.7 Calculo de los caudales Rediseño .....	55
Tabla 3.8 Calculo de los caudales de rediseño para el sistema general .....	55
Tabla 3.9 Coeficientes de Chow para la fórmula de Hazen- Willians.....	56
Tabla 3.10 Ubicación de válvulas reductoras en el rediseño .....	59
Tabla 3.11 Ubicación de tanque rompe presión en el rediseño.....	60
Tabla 3.12 Cambio de tuberías red 1 rediseño .....	65
Tabla 3.13 Cambio de tuberías red 2 rediseño .....	65
Tabla 3.14 Cambio de tuberías red 3 rediseño .....	66
Tabla 3.15 Cambio de tuberías red 4 rediseño .....	66
Tabla 4.1 Presupuesto Referencial Red 2 sistema de distribución de agua potable .....	70

**INDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1 Metodo de muestreo aleatorio ..... 19

Ecuación 2 Criterio de Nash y Sutcliffe..... 46

Ecuación 3 Cálculo población futura ..... 49

Ecuación 4 Cálculo de caudal medio diario ..... 52

Ecuación 5 Cálculo de caudal máximo diario ..... 53

Ecuación 6 Cálculo de caudal máximo horario..... 54

Ecuación 7 Cálculo Perdidas de carga ..... 56



**Resumen:**

Este estudio evalúa la distribución de agua en el Sistema de la Junta Administrativa de Agua Potable El Chorro La Calera y propone una optimización del mismo. Para llevar a cabo la evaluación, se utilizó información de un levantamiento catastral proporcionado por la administración del sistema, un análisis de calidad de agua y datos recopilados en campo sobre presiones, ubicación de accesorios, encuestas y estado de la captación y conducción de agua. Se realizó una modelación y evaluación hidráulica de la red actual utilizando el software EPANET. Dadas las deficiencias en la red de distribución, se desarrolló una propuesta para un proyecto con una solución técnica, viable y funcional que brinde un servicio adecuado a la comunidad.

**Palabras clave:** Agua, Distribución, Evaluación, Optimización, Proyecto.

**Abstract:**

This study assesses the water distribution within the Junta Administrativa de Agua Potable El Chorro La Celera and proposes its optimization. The evaluation relied on information obtained from a cadastral survey provided by the system administration, water quality analysis, and field data encompassing pressures, accessory locations, surveys, as well as the state of water capture and conveyance. The current network underwent hydraulic modeling and evaluation utilizing EPANET software. Taking into account the identified deficiencies in the distribution network, a project proposal was developed to design a technically feasible, viable, and functional solution that ensures adequate service to the community.

**Keywords:** Distribution, Evaluation, Optimization, Project., Water



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

## **INTRODUCCIÓN**

El derecho al agua es un tema fundamental en la agenda global y una de las necesidades básicas de cualquier ser humano. Es una necesidad que va más allá del hecho de beber agua, ya que el agua es necesaria para la higiene personal, la preparación de alimentos, la limpieza del hogar, y una amplia variedad de actividades económicas. Por esta razón, el acceso al agua es un derecho humano fundamental reconocido por la Organización de las Naciones Unidas, y ha trabajado para proporcionar acceso a agua potable segura. A pesar de los esfuerzos, el crecimiento de la población ha socavado muchos de estos avances en los países en vías de desarrollo, y la necesidad de suministros de agua potable y saneamiento sigue siendo alta en estas áreas. Además, el suministro de agua es crucial para el crecimiento industrial y se requiere una inversión significativa para mejorar la infraestructura y mantener la competitividad económica. Para satisfacer la creciente demanda de agua en áreas urbanas y rurales, se necesitará tanto la rehabilitación de sistemas existentes como el desarrollo de nuevas tecnologías.

En Ecuador, el acceso al agua es una cuestión de derechos humanos y una responsabilidad del gobierno. Según el Ministerio de Ambiente y Agua y Transición Ecológica, el 94% de la población urbana tiene acceso al agua potable, mientras que solo el 68% de la población rural puede acceder a ella. Esto significa que más de un tercio de la población rural no tiene acceso a agua potable segura.

La falta de acceso al agua potable de calidad tiene un impacto significativo en la vida cotidiana de las personas en áreas rurales. Por esto en varias zonas se crean organizaciones comunitarias, llamadas Junta Administrativa de Agua Potable (JAAP) la cual se encarga de administrar y gestionar el suministro de agua potable. Estas Juntas son conformadas

por los propios habitantes de las comunidades, quienes se organizan en asambleas para elegir a los miembros de la Junta, definir las políticas y tomar decisiones sobre el uso del agua y los recursos económicos. Tienen como objetivo principal garantizar el acceso a agua potable en las zonas donde el acceso a servicios básicos puede ser limitado. Para lograr este objetivo, las JAAPs se encargan de gestionar el mantenimiento y la operación de los sistemas de distribución de agua, así como la recaudación y administración de los recursos económicos para financiar las mejoras en los sistemas de agua potable; además, las JAAPs también juegan un papel importante en la educación de las comunidades sobre la importancia del uso responsable del agua, la implementación de prácticas de conservación y la promoción de hábitos saludables de higiene y saneamiento.

Las empresas encargadas de los servicios públicos en este caso las JAAPs tienen la responsabilidad de construir, operar y mantener los sistemas de suministro de agua. Su tarea principal es obtener agua de una fuente, tratarla para asegurar su calidad y entregar la cantidad necesaria en el momento y lugar adecuados. Al evaluar una organización de servicios de agua, es común analizar uno o varios de sus componentes funcionales principales como: desarrollo del recurso, transmisión de agua cruda, almacenamiento de agua sin tratar, tratamiento, almacenamiento de agua tratada y distribución de agua potable, así como los subcomponentes asociados.

El propósito principal es entregar agua al consumidor individual en la cantidad requerida y a presión suficiente. Puesto que estos sistemas deben funcionar adecuadamente, necesitan entenderse los principios de su planificación, diseño, y construcción.

La Junta Administrativa de Agua Potable Chorro La Calera se encuentra actualmente enfrentando problemas, dado que la distribución del agua es el componente que más afecta a los usuarios, este será el enfoque principal del estudio realizado en la JAAP Chorro La

Calera. No obstante, se evaluarán también los demás elementos del servicio, ya que su interacción es fundamental para garantizar el suministro adecuado de agua potable.

### **ANTECEDENTES**

En los sectores Uchuloma, Narancay, El Chorro, Corraloma, Santa María, Simón Bolívar y La Calera, se encuentra un sistema de agua potable que es administrado por la Junta Administrativa de Agua Potable Chorro La Calera. Este sistema lleva funcionando por más de 30 años aproximadamente, pero actualmente presenta dificultades en su operación. El sistema de agua potable cuenta con tres puntos de captación, a través de los cuales el agua fluye por una tubería de PVC y un canal natural hasta llegar a la planta de tratamiento, sin embargo, el sistema no se encuentra estable debido a diversos factores que se explicarán a continuación.

El principal problema radica en la distribución de agua potable, pero además de esto, otros elementos del sistema han sido afectados, como la captación. La forestación y deforestación inadecuada, especialmente del pino, ha influido en la captación de agua, ya que esta especie de rápido crecimiento almacena y requiere mucha agua para vivir, disminuyendo la cantidad de agua captada y el nivel de caudal. Además, la expansión de la zona agrícola y ganadera ha provocado contaminación y generado pequeños deslaves que obstruyen parcial o totalmente el canal natural metros abajo de la última captación, afectando la conducción del agua. Esta tierra, combinada con las heces de los animales, contamina el agua que circula por el sistema, lo que impide que la tubería tenga la capacidad suficiente para transportar el agua hasta la planta de tratamiento.

La disponibilidad de agua varía según el clima, lo que dificulta su suministro a la población y su llegada a la planta de tratamiento. Además, se observa un desperdicio del

agua tratada, lo que implica un gasto innecesario. Durante la época de sequía, el bajo caudal es una de las principales causas de las dificultades que enfrenta la población. Por otro lado, el exceso de agua que fluye por la planta de tratamiento también representa un problema para la Junta y puede causar daños al medio ambiente. Dadas estas circunstancias, se hace necesario implementar un proceso de mejoramiento y control de calidad en el sistema de agua potable del sector Chorro la Calera.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar una evaluación, optimización del sistema de agua potable de la Junta Administrativa Chorro la Calera de la parroquia Baños, del cantón Cuenca de la provincia del Azuay, para lograr una adecuada distribución y brindar agua limpia que cumpla con los estándares de calidad de potabilización.

### **Objetivos Específicos**

- Obtener datos físicos para identificar las necesidades del sistema de agua potable.
- Evaluar el funcionamiento actual del sistema de agua del sector el Chorro la Calera considerando variables como caudal, presiones, dimensiones de la red y calidad de agua.
- Proponer un proyecto para el mejoramiento del sistema de agua potable incluyendo el presupuesto necesario para la mejora.

## **ALCANCE**

Este proyecto tiene como finalidad proponer una optimización del sistema de agua potable, más específicamente en la distribución de agua. Para alcanzar esta meta, se propone la implementación de un modelamiento hidráulico que permitirá obtener información precisa sobre el estado actual de la red, lo que a su vez orientará a proponer mejoras en la distribución de agua a los 589 usuarios que se encuentran divididos en siete sectores.

La implementación de este proyecto permitirá avanzar hacia un uso responsable del agua desde las fuentes, acorde con los objetivos de desarrollo sostenible planteados por las Naciones Unidas, en particular el objetivo de agua limpia y saneamiento. Además, se promoverá la cooperación con el medio ambiente, lo que contribuirá a fortalecer la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Como parte de la propuesta, se realizará un presupuesto detallado para las mejoras, lo que permitirá planificar adecuadamente los recursos necesarios para llevarlas a cabo. De esta manera, se asegurará la viabilidad financiera del proyecto y se garantizará que se implementen de manera efectiva y sostenible.

## **JUSTIFICACIÓN**

La Junta Administrativa de Agua Potable ha recibido múltiples quejas de sus usuarios respecto a la baja presión de agua en sus hogares, lo que ha llevado a realizar mediciones en una muestra de usuarios y se ha notado que existe una distribución desigual de agua en diferentes zonas, presumiblemente debido a un diseño inadecuado del sistema domiciliario. Es por esta razón que surge la idea de proponer un rediseño del sistema para asegurar su correcto funcionamiento.

Considerando los antecedentes la Junta de Agua Potable y la Universidad del Azuay han suscrito un convenio mediante el cual los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil pueden llevar a cabo estudios y diseños en diversas áreas, contribuyendo así a la búsqueda de soluciones efectivas para los problemas actuales.

## 1. CAPÍTULO 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

### 1.1 Descripción general de la zona de estudio

#### 1.1.1 Localización y cobertura

El cantón Cuenca se encuentra en la región sur de Ecuador, en la Sierra. Limita al norte con los cantones Sígsig y Gualaceo, al este con los cantones Paute y Gualaceo, al sur con los cantones Nabón y Santa Isabel, y al oeste con los cantones El Pan y Girón. El territorio del cantón se extiende a lo largo de 70,96 km<sup>2</sup> y cuenta con una población aproximada de 600.000 habitantes. La ciudad de Cuenca es la capital del cantón y una de las ciudades más importantes del país.

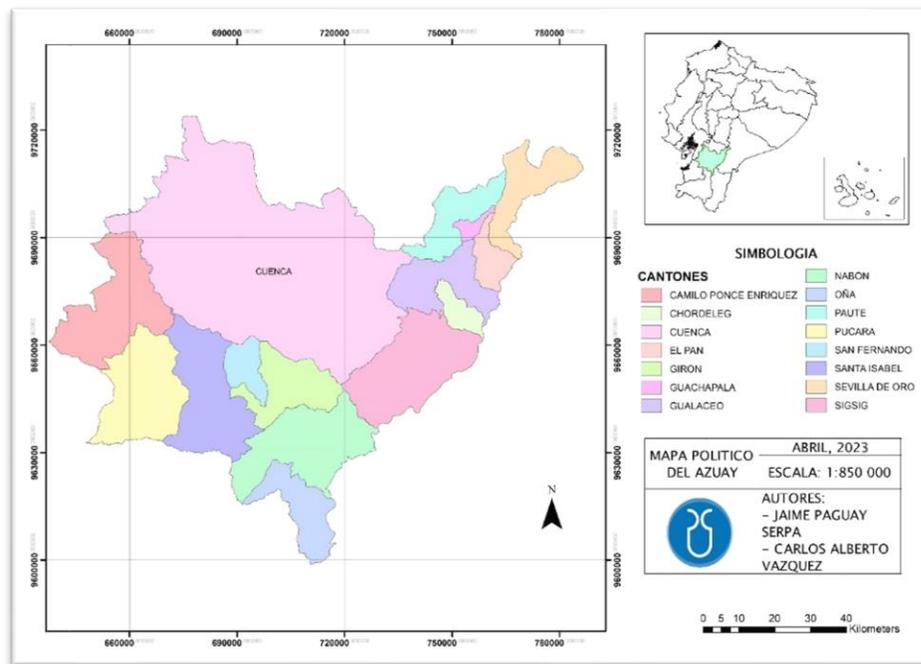


Figura 1.1 Delimitación cantonal de la provincia del Azuay

La parroquia Baños, donde se encuentra el área de estudio, está ubicada al sureste del cantón. La parroquia tiene una superficie de aproximadamente 48 km<sup>2</sup> y cuenta con una población de alrededor de 5.000 habitantes.

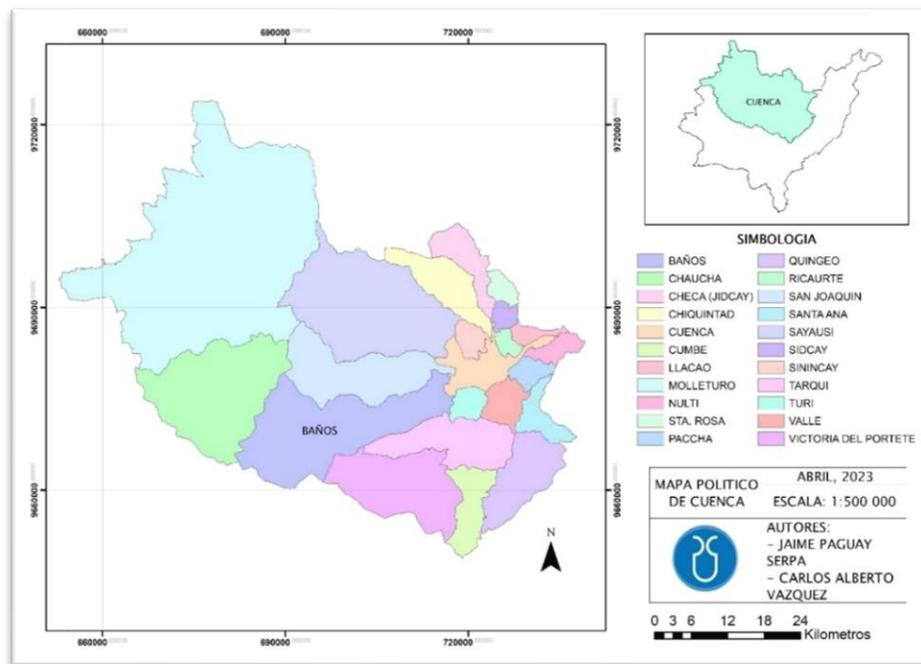


Figura 1.2 Delimitación parroquial del cantón Cuenca

La "Junta Administrativa de Agua Potable El Chorro La Calera", abastece a los sectores Uchuloma, Narancay, El Chorro, Corraloma, Santa María, Simón Bolívar y La Calera en la parroquia Baños.

El sector de Uchuloma se encuentra en la zona noroeste de la parroquia Baños, mientras que Narancay se ubica en el noreste, El Chorro en el este y Corraloma en el sur. Por otro lado, Santa María se localiza en el oeste de la parroquia, Simón Bolívar en el noroeste y La Calera en el norte de la parroquia Baños.

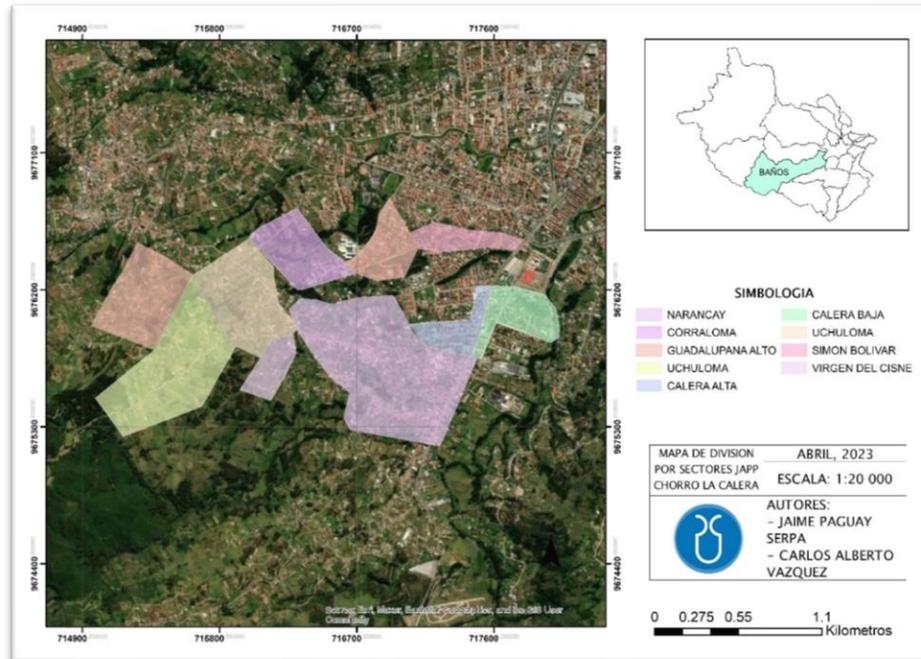


Figura 1.3 Delimitación por sectores de abastecimiento de JAPP Chorro La Calera

### 1.1.2 Situación geográfica

La zona de encuentro en la región andina de Ecuador, en las estribaciones de la Cordillera de los Andes, en una zona montañosa con altitudes que varían desde los 2050 a los 4200 metros sobre el nivel del mar. El terreno en Baños es muy accidentado, con numerosas colinas, montañas y valles. La parroquia está situada en la cuenca del río Tarqui, un importante afluente del río Paute que atraviesa la ciudad de Cuenca. Además, en esta zona se pueden encontrar varios ríos y arroyos que forman parte de la cuenca del río Paute.

En cuanto a la geología, la zona de Baños se encuentra en una zona volcánica en la cual destaca el volcán ubicado en su zona oriental, del cual se originan diversos recursos minerales y aguas termales. Estos recursos le dan una gran importancia turística a la parroquia, ya que son aprovechados para el desarrollo de diversas actividades económicas y de ocio. En el censo del Ecuador de 2010, se registró una población total de 16.851

habitantes, lo que equivale al 3.33% del total poblacional del cantón Cuenca. En general, la geografía se caracteriza por sus altitudes elevadas, terrenos montañosos, valles y ríos.

### **1.1.3 Clima**

Se presenta un clima templado de montaña con variaciones según la altitud. En las zonas de mayor altitud, por encima de los 4.000 m.s.n.m., la temperatura promedio anual es de alrededor de 5 °C, mientras que, en las zonas más bajas, alrededor de los 2.000 m.s.n.m., la temperatura promedio anual es de alrededor de 16 °C.

La temperatura máxima promedio anual es de alrededor de 20 °C y la temperatura mínima promedio anual es de alrededor de 8 °C. Las precipitaciones son moderadas, con una media anual de alrededor de 800 mm. La temporada de lluvias se extiende desde octubre hasta mayo, siendo diciembre el mes más lluvioso. La temporada seca se extiende desde junio hasta septiembre, siendo agosto el mes más seco.

Los vientos predominantes en la parroquia son del suroeste, con una velocidad promedio de alrededor de 8 km/h. La humedad relativa promedio anual es de alrededor del 75%. En general se puede decir que el clima es fresco y húmedo, con una variación significativa según la altitud y la temporada del año.

### **1.1.4 Vialidad**

Es defectuosa y mayormente no pavimentada. Estas vías rurales son de tierra y no cuentan con acceso para buses, lo que dificulta el transporte en la zona. Los caminos se vuelven particularmente difíciles durante la temporada de lluvias, cuando el barro y los charcos hacen que sea difícil para los vehículos transitar.

A pesar de la falta de pavimentación y las difíciles condiciones de las vías, la zona no tiene un tráfico excesivo debido a su naturaleza rural y la falta de acceso para buses. Sin embargo, el mal estado de las carreteras hace que el transporte sea limitado y poco

confiable. A menudo, las comunidades tienen que depender de vehículos particulares, lo que puede ser un reto en tiempos de mal tiempo o cuando los vehículos no están disponibles.

### 1.1.5 Trazado actual de las líneas de agua

Para los usuarios no existe un solo proveedor de agua. Por lo tanto, en algunas calles pasan varias matrices de agua, lo que puede generar cierta confusión. El trazado de las líneas de agua varía según la zona. Debido a la falta de un proveedor único, cada sector de la parroquia puede tener su propia red de abastecimiento, en algunos casos los usuarios se abastecen de hasta dos redes de distribución. El siguiente mapa permitirá visualizar estas diferencias y entender cómo se distribuye el agua en la zona. Asimismo, esta información será útil para las obras de mejora en la infraestructura de agua en la zona.

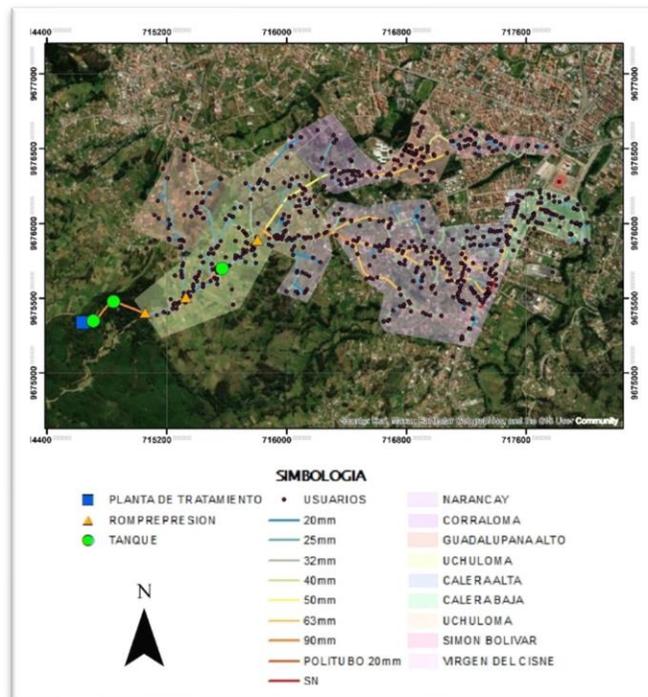


Figura 1.4 Trazado actual de líneas de agua

## **1.2 Recopilación de información Hidráulica**

Los principales parámetros para efectuar un modelamiento hidráulico de la red existente y luego un rediseño de la misma por programas computacionales o por medios manuales son:

- Material de la tubería colocada: Conducción agua cruda PVC y red de distribución de agua potable PVC.
- Diámetro de tuberías existentes: Conducción de agua cruda 90 mm, red de distribución desde 90mm, 63 mm, 50 mm, 40 mm, 32 mm, 25mm hasta 20 mm y por último las acometidas domiciliarias de 25mm.
- Tanque rompe presión: Tiene 6 rompe presiones en todo el sistema.
- Cotas de estructuras existentes: Captación Mina a una altitud de 3296 m.s.n.m., captación Pugllo Rogllo a 3322 m.s.n.m., captación tanque universidad a 3322 m.s.n.m., y la Planta de tratamiento a 3000 m.s.n.m.
- Usuarios del sistema: Los usuarios actuales del sistema son 589.
- Longitud de las redes: la red de conducción de agua cruda tiene 14 km y la red de distribución de agua potable 24.30 km.
- Dotación per cápita: Para climas templados recomienda la norma entre 130-160 litros/habitante/día(Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992).

La información referente a estos parámetros se obtuvo por parte de la junta administrativa de agua, otros se evidenciaron mediante una inspección de campo por parte de quienes realizan la investigación, las mismas que reposan en tablas proporcionadas por manuales del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.

Con estos aspectos se puede conocer el estado del sistema de la junta de agua y confirmar si los diseños de las redes y estructuras son válidos o hay que realizar cambios de las mismas.

### **1.2.1 Valoración del sistema de almacenamiento de la red de agua potable**

El consumo durante el día no es igual debido a factores sociales y económicos por lo que existen horas en las que las personas consumen más cantidad de agua. Por lo que se puede definir a un tanque de almacenamiento un “depósito cerrado en el cual se mantiene una provisión de agua suficiente para cubrir las variaciones horarias de consumo, la demanda para combatir incendios y la demanda de agua durante emergencias” (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992).

La junta de agua cuenta con 5 tanques de almacenamiento construidos en forma circular las mismas que encuentran en funcionamiento.



Figura 1.5 Tanque 1 de almacenamiento



Figura 1.6 Tanque 2 de almacenamiento



Figura 1.7 Tanque 3 de almacenamiento



Figura 1.8 Tanque 4 de almacenamiento



Figura 1.9 Tanque 5 de almacenamiento

Tabla 1.1 Ubicación, geometría y capacidad de los tanques de almacenamiento

N# Tanque de almacenamiento	Coordenadas		Elevación (m)	Geometría	Capacidad de almacenamiento (m3)
	Norte	Este			
Tanque 1	9675345	714706	2986	Circular	30
Tanque 2	9675474	714845	2973	Circular	80
Tanque 3	9675701	715572	2841	Circular	30
Tanque 4	9675821	716043	2742	Circular	50

<b>Tanque 5</b>	9676335	716317	2700	Circular	30
-----------------	---------	--------	------	----------	----

### 1.2.2 Análisis de Calidad de Agua: Parámetros Físico, Químicos y Microbiológicos.

Para el control de la calidad de agua de la junta el Chorro la Calera se usó la normativa NTE INEN 1108 sobre “Agua Potable. Requisitos”. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011). Con estos parámetros se puede validar el nivel de calidad de agua para el consumo humano.

Se realizó tres tomas de muestras en la planta de agua: agua cruda, tanque de la planta de agua tratada y red domiciliaria de la Sra. Rosa Morocho agua tratada.

En las tablas 1.2 a la 1.5 se detallará los resultados de los parámetros físico, químico, metales y microbiológicos. Los análisis de calidad de agua potable están en el **Anexo 1.1**.

Tabla 1.2 Análisis físicos calidad de agua

<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>						
<b>PARÁMETRO</b>	<b>MUESTRAS</b>			<b>UNIDADES</b>	<b>METODO</b>	<b>NORMA NTE-INEN 1108</b>
	<b>Ingreso agua cruda</b>	<b>Tanque de la planta</b>	<b>Red domiciliaria</b>			
	<b>Cruda</b>	<b>Tratada</b>	<b>Tratada</b>			
<b>Color Aparente</b>	27	0	0	U.C Pt-Co	SM-23st-2120 b	15
<b>Conductividad</b>	33.4	37.2	32.7	µs/cm	SM-23st-2510 b	1568
<b>S.D.T</b>	22	24	21	mg/l	SM-23st-2510 a	1000
<b>pH</b>	5.8	5.75	5.77	UpH	SM-23st-4500-H+	6.8-8.5
<b>Turbiedad</b>	1.67	0.27	0.21	N.T.U.	SM-23st-2130 b	5

Fuente: Laboratorio de agua potable de etapa TIXAN

Tabla 1.3 Análisis químicos calidad de agua

ANÁLISIS QUÍMICOS						
PARÁMETRO	MUESTRAS			UNIDADES	METODO	NORMA NTE- INEN 1108
	Ingreso agua cruda	Tanque de la planta	Red domiciliaria			
	Cruda	Tratada	Tratada			
Acidez	0.88	0.88	0.88	mg/l CaCo3	SM-23st-2110 b	
Alcalinidad Total	17.29	18.9	16.49	mg/l CaCo3	SM-23st-2320 b	370
Cloro Residual	-----	0.03	0.13	mg/l	SM-23st-4500- Cl g	0.3 a 1.5
Cloruros	4.12	1.03	2.06	mg/l Cl"	SM-23st-4500- Cl" c	
Dureza Cálcida	6.79	9.98	9.98	mg/l CaCo3	SM-23st-3500- Ca b	70
Dureza Magnésica	7.98	5.19	1.2	mg/l CaCo3	Cálculo	30
Dureza Total	14.77	15.17	11.18	mg/l CaCo3	SM-23st-2340 c	300
Fluoruros	0.019	0	0	mg/l F"	SM-23st-4500- F' D	1.5
Nitratos	0.145	0.157	0.137	mg/l CaNo3	SM-23st-4500 No'3 E	50
Nitritos	<0.002	<0.002	<0.002	mg/l No2	SM-23st-4500 No'2 B	3
Sulfatos	0.028	0.005	0.074	mg/l So4	SM-23st-4500 So4'	200

Fuente: Llaboratorio de agua potable de etapa TIXAN

Tabla 1.4 Análisis de metales calidad de agua

ANÁLISIS DE METALES						
PARÁMETRO	MUESTRAS			UNIDADES	METODO	NORMA NTE- INEN 1108
	Ingreso agua cruda	Tanque de la planta	Red domiciliaria			
	Cruda	Tratada	Tratada			
Calcio	2.72	3.99	3.99	mg/l	Cálculo	
Magnesio	1.94	1.26	0.29	mg/l	Cálculo	

Fuente: Llaboratorio de agua potable de etapa TIXAN

Tabla 1.5 Análisis bacteriológicos metales calidad de agua

ANÁLISIS BACTEREOLÓGICOS						
PARÁMETRO	MUESTRAS			UNIDADES	METODO	NORMA
	Ingreso	Tanque de	Red			
	agua	la planta	domiciliaria			
	Cruda	Tratada	Tratada			
<b>Coliformes</b>	-----	<1	<1	UFC/100 ml	SM-23st-	<1*
<b>Totales</b>					9222 b	
<b>Coliformes</b>	-----	<1	<1	UFC/100 ml	SM-23st-	<1*
<b>Fecales</b>					9222 d	

Fuente: Laboratorio de agua potable de etapa TIXAN

Los resultados emitidos por el laboratorio de agua potable de etapa TIXAN indican que la junta tiene buena calidad de agua potable debido al cumplimiento de la mayoría de parámetros.

Se ha identificado algunas observaciones en los parámetros del análisis de calidad de agua potable que requieren de atención por parte del personal encargado, los parámetros son el cloro residual y el pH.

### 1.2.3 Diámetros y material de las redes de conducción actual

Se verificó en campo que las líneas de agua de distribución y conducción están compuestas por tuberías de Poli cloruro de vinilo (PVC) con diámetros que van desde los 90 mm hasta los 20 mm.

Esta red de conducción de agua cruda se encuentra en un estado óptimo habiendo tramos donde la tubería está enterrada a una profundidad de 70 a 80 centímetros y otros tramos en los que se encuentra a cielo abierto, es completamente plástico (PVC) con un diámetro de 90 mm. La red de distribución es de tubería de Poli Cloruro de Vinil con diferentes

diámetros como los siguientes: 90mm, 63 mm, 40 mm, 32 mm, 25mm hasta 20 mm y por ultimo las acometidas de igual manera con tubería PVC de 25 mm de diámetro.

#### **1.2.4 Levantamiento de información**

El levantamiento de información se realizó en conjunto con el presidente de la junta de agua Chorro la Calera, Sr. Marcelo Guamán, y con su personal de trabajo los Señores: Manuel Ayavaca, Víctor Tenesaca y la Sra. Elsa Tenesaca, la actividad fue realizada en tres días donde se pudo obtener la mayor cantidad de encuestas, los días lunes, martes y miércoles en los que la mayoría de moradores estaban presentes. La información registrada se consideró de los formularios previamente establecidos.

#### **1.2.5 Selección de muestra**

En investigación y estadística, es crucial considerar una muestra representativa para obtener resultados precisos y confiables. La muestra adecuada garantiza que los resultados de la investigación sean válidos y aplicables a la población completa.

La manera en la se aplicó el método de muestreo aleatorio simple implica seleccionar aleatoriamente a los individuos de la población para formar parte de la muestra. El tamaño de la muestra es un factor crucial para asegurar la confiabilidad de la muestra y para obtener resultados precisos.

Para calcular el tamaño de la muestra adecuado para nuestra investigación usaremos la siguiente fórmula que está orientada para datos globales cuando no se conocen la desviación estándar de la población se calculará mediante la siguiente ecuación.

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

Ecuación 1 Metodo de muestreo aleatorio

N: tamaño de la población.

$Z_{\alpha}$ : constante que depende del nivel de confianza que asignemos, obtienen de la tabla de la distribución normal estándar  $N(0,1)$ .

$e$ : error de muestra deseado, en porcentaje.

$p$ : proporción de individuos que poseen la característica de estudio en la población. En general, esta proporción es desconocida y se supone que es igual a 0.5.

$q$ : proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

$n$ : tamaño de la muestra.

En este caso, la población es de 589 usuarios, el nivel de confianza es del 90% ( $Z_{\alpha} = 1.65$ ), y se espera un error muestral del 10%. Se asume  $p$  y  $q = 0.5$ . Con estos datos tenemos de muestra de 65 usuarios.

### **1.2.6 Modelo de Encuesta**

El tipo de encuesta que se usó para el levantamiento de información contiene toda la información que se debe considerar para realizar este tipo de estudio, la encuesta está en el **Anexo 1.2**.

Para obtener un manejo adecuado de la información se seleccionó una muestra representativa de la población de manera aleatoria, de un total de 589 personas que conforman los 7 sectores de consumo de agua potable, 65 representan el 11% de los encuestados.

### **1.2.7 Procesamiento de información**

La información obtenida a través de las encuestas realizadas, a los usuarios del sistema de agua se tabularon en una hoja de Excel, donde se realizó un conteo de las diferentes opciones señaladas por el número de personas encuestadas, luego se representó de manera gráfica para poder interpretar los resultados.

### 1.2.8 Aspectos socio-económicos

Los aspectos socioeconómicos son de mucha importancia para conocer el estado del sistema de agua potable de la junta Chorro la Calera, por lo que se realizó una encuesta para determinar características social, económico y ambiental de los 7 sectores de la junta de agua potable. El análisis de la encuesta se encuentra en el **Anexo 1.3**.

### 1.2.9 Cuadros de resultados

Los cuadros tabulados con la información de los usuarios se detallan en el siguiente formato, los aspectos considerados están en el **Anexo 1.4**.

#	Sector	Nombre	Código	Coordenadas			Presión (psi)	N-Medidor
				Norte	Este	Altitud		
1	Uchuloma	ALVAREZ JARAMA JULIA CELINA	512	9675846	715770	2819	50	917375
2	Uchuloma	DUGLLAY ZHUMI LUIS ELIO	609	9675825	715783	2808	45	05076901
3	Uchuloma	QUINDE GUIÑANZACA NORMA ESPERANZA	608	9675575	715438	2866	25	05043437
4	Uchuloma	ALVAREZ ALVAREZ ANGEL BOLIVAR	465	9675470	715277	2887	85	006112
5	Uchuloma	MORA ZHAGUI JULIO CESAR	499	9675586	715371	2872	55	02070721
6	Uchuloma	TENESACA JARAMA MANUEL SEGUNDO	520	9675608	715408	2877	45	01135007
7	Uchuloma	SUCOZHANAY SALDAÑA HECTOR FLORENCIO	513	9675634	715391	2877	50	02070509
8	Uchuloma	ZHAGUI DUGLLAY JOSE ALBERTO	528	9675645	715414	2875	40	507456
9	Uchuloma	ZHAGUI DUGLLAY ZOILA ROSA	450	9675673	715427	2876	45	A21G361721
10	Uchuloma	ZHAGUI SIGUA CARMEN SARA	533	9675844	715541	2858	45	137859

Figura 1.10 Formato de datos de los usuarios encuestados

Desde las tablas 1.6 hasta la tabla 1.13 se representan los resultados de las preguntas sobre el estado actual del sistema de agua potable referidas a los usuarios de la junta.

Tabla 1.6 Encuesta 1: Estado de conexión del agua potable

¿CÓMO ES EL ESTADO DE LA CONEXIÓN AGUA POTABLE?					
CALERA			SIMON BOLIVAR		
Bueno	8	12.31%	Bueno	4	6.15%
Regular	2	3.08%	Regular	0	0.00%
Malo	0	0.00%	Malo	0	0.00%

<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Bueno	5	7.69%	Bueno	4	6.15%
Regular	3	4.62%	Regular	2	3.08%
Malo	1	1.54%	Malo	0	0.00%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Bueno	1	1.54%	Bueno	4	6.15%
Regular	1	1.54%	Regular	8	12.31%
Malo	2	3.08%	Malo	2	3.08%
<b>NARANCAY</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Bueno	8	12.31%			
Regular	6	9.23%	<b>Encuestados</b>	<b>65</b>	
Malo	4	6.15%			

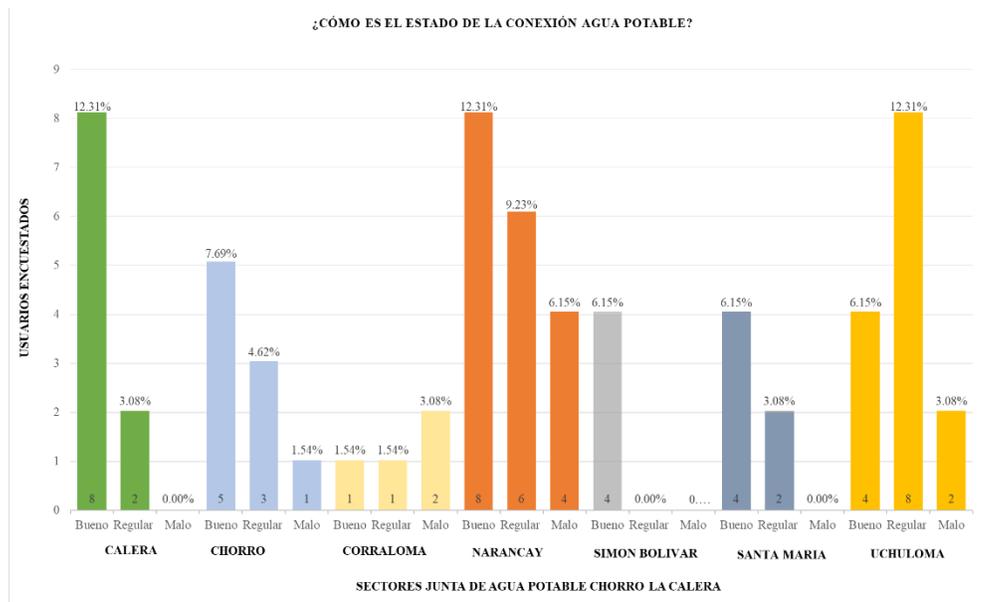


Figura 1.11 Representación en un diagrama de barras Tabla 1.6

El estado de conexión de agua potable que predomina en los 7 sectores de la junta es considerado como optimo, cabe indicar que en ciertos sectores las conexiones se encuentran en un estado regular y malo.

Tabla 1.7 Encuesta 2: Proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable

<b>¿ESTÁ DE ACUERDO CON EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE?</b>					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Si	10	15.38%	Si	4	6.15%
No	0	0.00%	No	0	0.00%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Si	9	13.85%	Si	6	9.23%
No	0	0.00%	No	0	0.00%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Si	4	6.15%	Si	14	21.54%
No	0	0.00%	No	0	0.00%
<b>NARANCAY</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Si	17	26.15%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
No	1	1.54%			

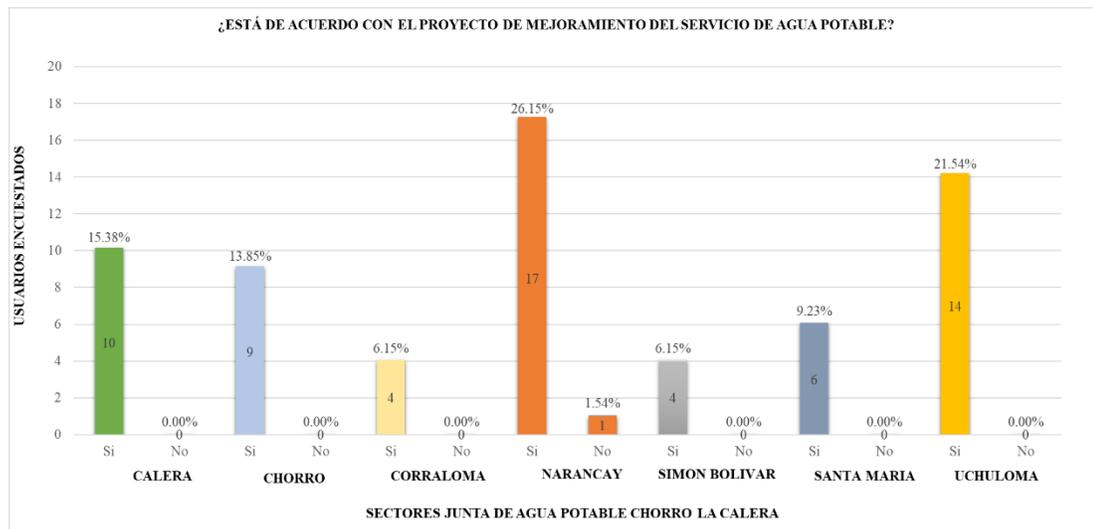


Figura 1.12 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.7

Los encuestados de la junta de agua coinciden que el sistema de agua potable deber ser mejorado ya que esto influye en aspectos de la vida cotidiana.

Tabla 1.8 Encuesta 3: Medidas para preservar la calidad

¿HA TOMADO MEDIDAS PARA PRESERVAR LA CALIDAD?					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Hervir	5	7.69%	Hervir	2	3.08%
Clorar	0	0.00%	Clorar	0	0.00%
Ninguna	5	7.69%	Ninguna	2	3.08%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Hervir	5	7.69%	Hervir	2	3.08%
Clorar	0	0.00%	Clorar	0	0.00%
Ninguna	4	6.15%	Ninguna	4	6.15%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Hervir	3	4.62%	Hervir	4	6.15%
Clorar	0	0.00%	Clorar	1	1.54%
Ninguna	1	1.54%	Ninguna	9	13.85%
<b>NARANCA Y</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Hervir	9	13.85%			
Clorar	1	1.54%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
Ninguna	8	12.31%			

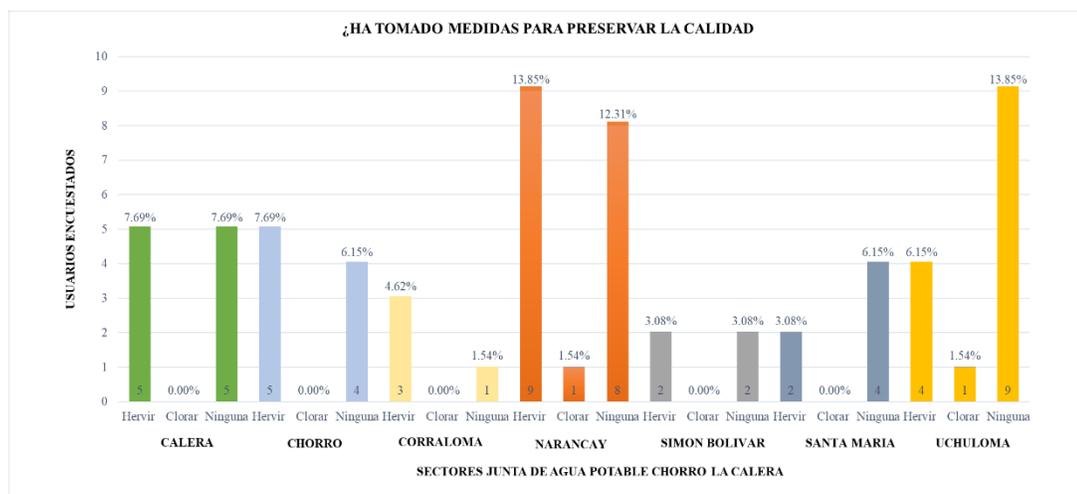


Figura 1.13 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.8

Los usuarios están conformes con la buena calidad de agua que llega a sus hogares, la mayoría de ellos no toma ninguna medida para preservar el líquido vital, sin embargo, existen algunos que han adoptado otras alternativas para precautelar su salud.

Tabla 1.9 Encuesta 4: Servicio de agua potable

<b>¿CÓMO CALIFICA USTED EL SERVICIO DE AGUA POTABLE?</b>					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Bueno	8	12.31%	Bueno	3	4.62%
Regular	2	3.08%	Regular	1	1.54%
Malo	0	0.00%	Malo	0	0.00%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Bueno	6	9.23%	Bueno	4	6.15%
Regular	3	4.62%	Regular	2	3.08%
Malo	0	0.00%	Malo	0	0.00%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Bueno	2	3.08%	Bueno	6	9.23%
Regular	2	3.08%	Regular	8	12.31%
Malo	0	0.00%	Malo	0	0.00%
<b>NARANCA Y</b>			<b>Porcentaje</b>	<b>100.00%</b>	
Bueno	14	21.54%	<b>Total</b>		
Regular	2	3.08%	<b>Encuestados</b>	<b>65</b>	
Malo	2	3.08%			

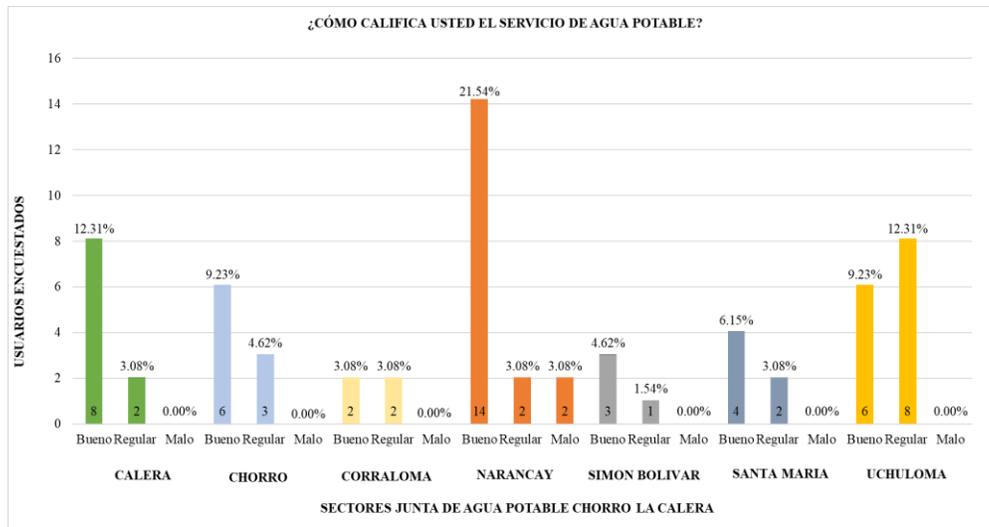


Figura 1.14 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.9

El nivel de servicio que predomina según los usuarios es bueno, teniendo en consideración que se debe mejorar en atención al cliente.

Tabla 1.10 Encuesta 5: Presión suficiente de agua

¿EL AGUA LLEGA CON PRESIÓN SUFICIENTE A SU CASA?					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Si	7	10.77%	Si	4	6.15%
No	3	4.62%	No	0	0.00%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Si	7	10.77%	Si	5	7.69%
No	2	3.08%	No	1	1.54%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Si	2	3.08%	Si	4	6.15%
No	2	3.08%	No	10	15.38%
<b>NARANCAAY</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Si	14	21.54%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
No	4	6.15%			

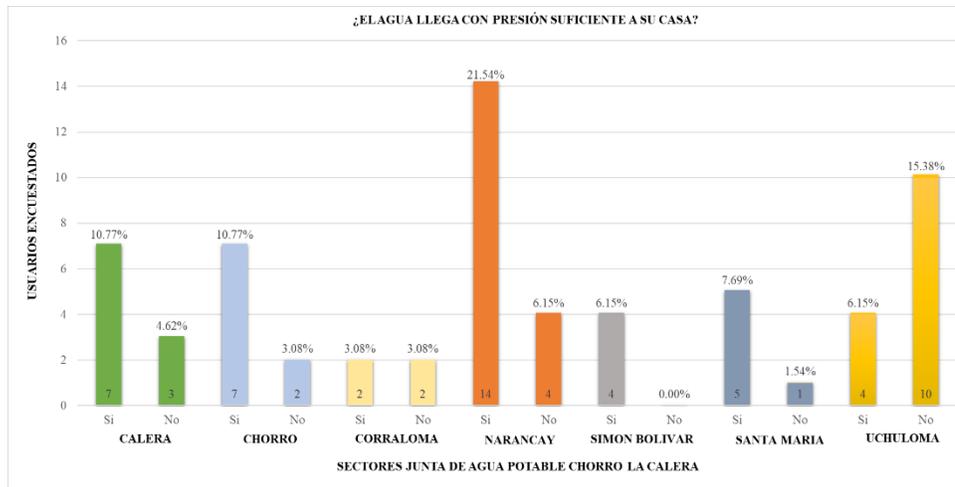


Figura 1.15 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.10

El 66% de los encuestados, manifiesta que el agua que llega a sus hogares tiene una presión adecuada, por otra parte, el 34% no tiene presión suficiente esto genera problemas y reclamos.

Tabla 1.11 Encuesta 6: El agua presenta turbidez

¿EL AGUA QUE LLEGA A SU CASA PRESENTA TURBIDEZ?					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Si	0	0.00%	Si	1	1.54%
No	10	15.38%	No	3	4.62%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Si	2	3.08%	Si	1	1.54%
No	7	10.77%	No	5	7.69%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Si	1	1.54%	Si	2	3.08%
No	3	4.62%	No	12	18.46%
<b>NARANCAJ</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Si	2	3.08%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
No	16	24.62%			

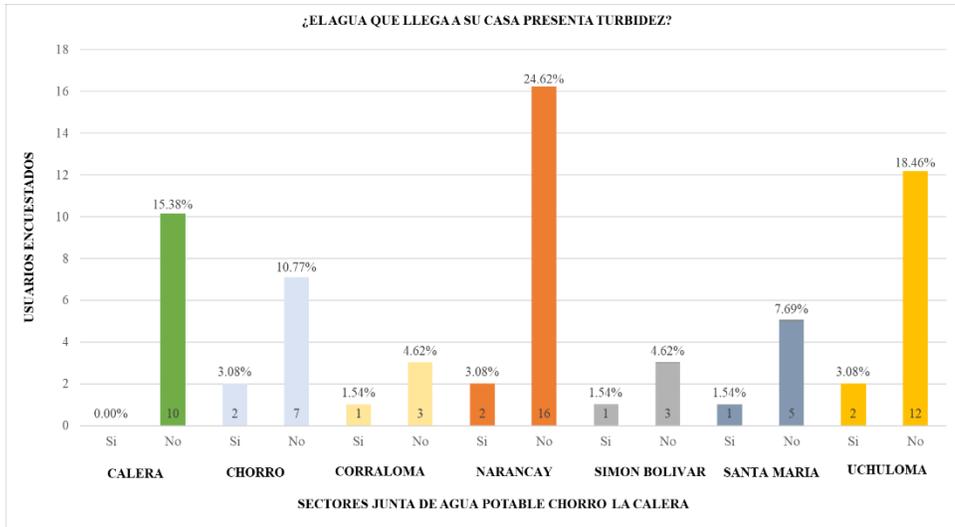


Figura 1.16 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.11

La mayor parte de tiempo el agua llega sin turbidez, cabe recalcar que en temporada invernal se presentan cambios.

Tabla 1.12 Encuesta 7: El agua presenta olor desagradable

¿EL AGUA QUE LLEGA A SU CASA PRESENTA OLOR DESAGRADABLE?					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Si	0	0.00%	Si	0	0.00%
No	10	15.38%	No	4	6.15%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Si	0	0.00%	Si	0	0.00%
No	9	13.85%	No	6	9.23%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Si	0	0.00%	Si	1	1.54%
No	4	6.15%	No	13	20.00%
<b>NARANCAY</b>			<b>Porcentaje Total</b>		<b>100.00%</b>
Si	0	0.00%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
No	18	27.69%			

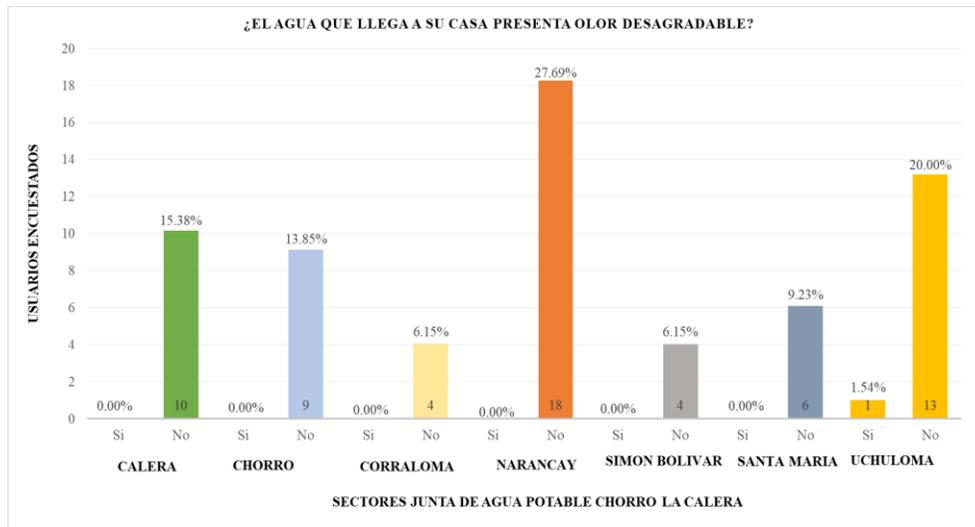


Figura 1.17 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.12

En su totalidad los encuestados no presentan olores desagradables que afecten al consumo de agua.

Tabla 1.13 Encuesta 8: El agua presenta un sabor extraño

¿EL AGUA QUE LLEGA A SU CASA PRESENTA SABOR EXTRAÑO?					
<b>CALERA</b>			<b>SIMON BOLIVAR</b>		
Si	0	0.00%	Si	0	0.00%
No	10	15.38%	No	4	6.15%
<b>CHORRO</b>			<b>SANTA MARIA</b>		
Si	0	0.00%	Si	0	0.00%
No	9	13.85%	No	6	9.23%
<b>CORRALOMA</b>			<b>UCHULOMA</b>		
Si	0	0.00%	Si	1	1.54%
No	4	6.15%	No	13	20.00%
<b>NARANCAJ</b>			<b>Porcentaje total</b>		<b>100.00%</b>
Si	0	0.00%	<b>Encuestados</b>		<b>65</b>
No	18	27.69%			

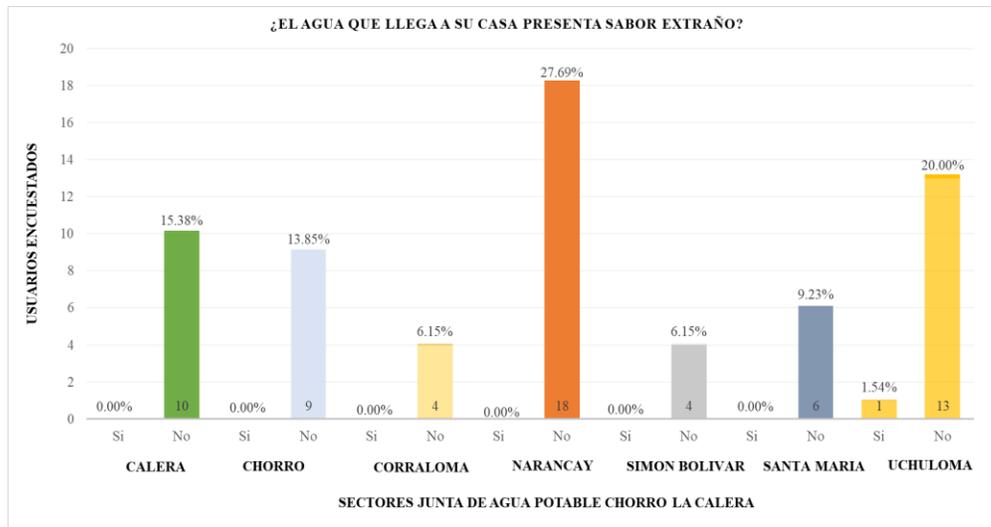


Figura 1.18 Representación en un diagrama de barras de la tabla 1.13

Los pobladores de la localidad no presentan un sabor extraño al consumir el agua potable, las entidades encargadas realizan frecuentemente control de calidad.

## 2. CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA

### POTABLE

#### 2.1 Evaluación de conducción de agua

Las líneas de conducción son tuberías diseñadas para transportar agua cruda o tratada desde una fuente hasta una planta o centro de reserva. Estas líneas incluyen tuberías, accesorios de operación y control, como medidores de caudal, reguladores de presión, sistemas de rompe presiones y desagües.

El diseño de estas debe garantizar el transporte de agua en las cantidades previstas, es esencial asegurar la protección de la conducción para garantizar la calidad, seguridad, confiabilidad, durabilidad y la redundancia del sistema.

El sistema de agua de El Chorro La Calera se compone de tres líneas de conducción para el transporte de agua cruda desde cada captación hasta la planta de tratamiento, donde se unen. La línea de conducción tiene una longitud de 14.5 km es una conducción mixta con canal abierto y con canal cerrado, está enterrada a una profundidad de 80 cm en el suelo. Está compuesta por tuberías de PVC de 110 y 90 mm de diámetro. El agua se transporta por gravedad bajo presión a lo largo de la línea de conducción, y el caudal varía según la demanda.

##### 2.1.1 Recorrido de las líneas de conducción.

Tabla 2.1 Características en la conducción del sistema de agua potable

TRAMO	Línea de Conducción		Material	Diámetro(mm)	Longitud(km)
	Desde	Hasta			
1	Rio Mina	Tanque Universidad	PVC	110	7.5 km

2	Tanque Universidad	Cambio de diámetro	PVC	90	0.5 km
3	Poglo	Tanque Universidad	PVC	90	3 km
	Cambio de diámetro	Planta de tratamiento	PVC	90	7 km

### 2.1.2 Características de la Línea de Conducción

Tabla 2.2 Conducción Rio Mina

Conducción Rio Mina		
<b>Coordenadas Inicio</b>	706128	9671610
<b>Cota inicial</b>		3296
<b>Coordenadas fin</b>	708234	9671567
<b>Cota final</b>		3272
<b>Desnivel</b>		24
<b>Estado</b>		Bueno

Tabla 2.3 Conducción Poglo

Conducción Poglo		
<b>Coordenadas Inicio</b>	708234	9671567
<b>Cota inicial</b>		3272
<b>Coordenadas fin</b>	709907	9672821
<b>Cota final</b>		3244
<b>Desnivel</b>		28
<b>Estado</b>		Bueno

Tabla 2.4 Conducción Tanque de la Universidad

Conducción Tanque de la Universidad		
<b>Coordenadas Inicio</b>	709907	9672821
<b>Cota inicial</b>		3244
<b>Coordenadas fin</b>	708706	9672021
<b>Cota final</b>		3230
<b>Desnivel</b>		14

---

Estado	Bueno
--------	-------

---

## 2.2 Evaluación de tratamiento de agua

La evaluación del tratamiento de agua potable es un proceso para garantizar la calidad del agua suministrada a la población. Se debe evaluar todos los aspectos del proceso de tratamiento, desde la calidad del agua cruda hasta la distribución del agua potable, para asegurar que se cumplan los estándares de calidad establecidos y garantice la seguridad del agua para el consumo.

“El tratamiento del agua es un proceso físico-químico y biológico, mediante el cual se eliminan sustancias y microorganismos presentes en el agua cruda captada en fuentes superficiales y subterráneas, que implican riesgo para la salud al ser consumidas, el tratamiento del agua transforma el agua cruda en un agua apta para consumo”(ABAD & ARÍZAGA, 2022).

### 2.2.1 Calidad agua cruda

El agua cruda es el agua que se encuentra en la naturaleza y no ha sido tratada para ser apta para el consumo humano, es importante realizar análisis para determinar las concentraciones de elementos químicos y bacteriológicos presentes en ella. Si se capta agua cruda de ríos, es especialmente importante realizar análisis de calidad, ya que estos cuerpos de agua tienen más probabilidades de estar contaminados por poblaciones cercanas.

La calidad del agua se puede evaluar mediante la medición de diversos parámetros, tales como la concentración de sólidos suspendidos, la turbidez, el pH, la presencia de microorganismos, entre otros.

La presencia de elementos químicos tóxicos en el agua cruda puede hacer que la fuente de agua sea descartada para el uso humano por lo que es importante realizar un monitoreo constante de la calidad de agua cruda.

En la norma para zonas rurales no se habla sobre la calidad de agua cruda, sin embargo, se utilizarán los “parámetros de agua cruda presentados para poblaciones mayores a 1000 habitantes”(CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992).

Tabla 2.5 Parámetro 1 agua cruda

<b>Compuestos que afectan la potabilidad</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Concentración máxima aceptable, mg/l</b>
<b>Solidos totales</b>	1500
<b>Hierro</b>	50
<b>Manganeso</b>	5
<b>Cobre</b>	1,5
<b>Zinc</b>	1,5
<b>Magnesio + sulfato de sodio</b>	100
<b>Sulfato de alquilbencilo</b>	0,5

Fuente: (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

Tabla 2.6 Parámetro 2 agua cruda

<b>Compuestos peligrosos para la salud</b>	
<b>Sustancias</b>	<b>Concentración máxima aceptable, mg/l</b>
<b>Nitratos</b>	4,5
<b>Fluoruros</b>	1,5

Fuente: (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

Tabla 2.7 Parámetro 3 agua cruda

<b>Compuestos tóxicos indeseables</b>		
<b>Sustancias</b>	<b>Concentración</b>	<b>máxima</b>
	<b>aceptable, mg/l</b>	
<b>Compuestos fenólicos</b>	0,002	
<b>Arsénico</b>	0,05	
<b>Cadmio</b>	0,01	
<b>Cromo hexavalente</b>	0,05	
<b>Cianuros</b>	0,2	
<b>Plomo</b>	0,05	
<b>Selenio</b>	0,01	
<b>Radionúclidos (actividad Beta total)</b>	1 Bq/l	

Fuente: (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

Tabla 2.8 Parámetro 4 agua cruda

<b>Compuestos químicos indicadores de contaminación</b>		
<b>Sustancias</b>	<b>Concentración máxima</b>	
	<b>aceptable, mg/l</b>	
<b>Demanda bioquímica de oxígeno</b>	6	
<b>Demanda química de oxígeno</b>	10	
<b>Nitrógeno total (excluido NO<sub>3</sub>)</b>	1	
<b>Amoníaco</b>	0,5	
<b>Extracto de columna carbón</b>		
<b>Cloroformo (*)</b>	0,5	
<b>Grasas y aceites</b>	0,01	
<b>Contaminantes orgánicos</b>	1	

Fuente: (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

Tabla 2.9 Parámetro 5 agua cruda

<b>Calidad bacteriológica</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>NMP/100 ml de bacterias coliformes (*)</b>
<b>a) Exige solo tratamiento de desinfección</b>	0-50
<b>b) Exige métodos convencionales de tratamiento</b>	50-5000
<b>c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos</b>	5000-50000
<b>d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales. Estas fuentes se utilizarán solo en casos extremos</b>	más de 50000

Fuente: (CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

### 2.2.2 Caracterización del agua tratada

El agua tratada es agua que ha sido sometida a un proceso de purificación y tratamiento para eliminar impurezas y contaminantes. La caracterización del agua tratada se refiere a la evaluación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas para garantizar que cumpla con los estándares de calidad y seguridad establecidos para su uso. Algunas de las características que se suelen evaluar en el agua tratada incluyen: pH, Turbidez, TDS, Contaminantes químicos, contaminantes biológicos, olor y sabor.

La caracterización del agua tratada es esencial para garantizar que el agua sea segura para su uso previsto y cumpla con los requisitos de calidad.

Los valores que se mencionaran están estipulados en la INEN 1 108 sobre “(INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997; Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)”, los mismos que deberán ser evaluados para el control de calidad

de agua, esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimientos públicos y privados a través de redes de distribución.

Tabla 2.10 Parámetros 1

Parámetro	Limite deseable	Lim. Máximo admisible
Turbiedad (UNT)	5	20
Cloro residual (mg/l)	0,5	0,3-1,5
PH	7,0-8,5	6,5-9,5

Fuente: (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

Tabla 2.11 Parámetros 2

Parámetro	Unidades	Limite deseable	Lim. Máximo admisible
Coliformes totales	(NMP/100 cm <sup>3</sup> )	Ausencia	Ausencia
Color	Pt-Co	5	30
Olor		ausencia	ausencia
Sabor		inobjetable	inobjetable

Fuente: (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

Tabla 2.12 Parámetros 3

Parámetro	Unidades	Limite deseable	Lim. Máximo admisible
Dureza	mg/1CaCO <sub>3</sub>	120	300
Solidos totales disueltos	mg/l	500	1000
Hierro	mg/l	0,2	0,5
Manganeso	mg/l	0,05	0,3
Nitratos	mg/INO <sub>3</sub>	10	40
Sulfatos	mg/l	50	400
Fluoruros		tabla 4.4	tabla 4.4

Fuente: (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

Es necesario realizar una evaluación constante de los parámetros mencionados durante el proceso de captación y distribución de agua. Es importante verificar la calidad del agua del sistema para asegurarse de que no se sobrepasen los límites especificados.

La información proporcionada por la Junta de Agua Potable Chorro La Calera sobre la calidad del agua captada y tratada se obtiene mediante la toma de muestras, las cuales son enviadas al laboratorio de etapa Tixan para su análisis.

### **2.2.3 Comparación de resultados**

Se han realizado análisis de calidad de agua por parte de la junta el Chorro la Calera, se ha identificado algunas observaciones por lo que requieren atención por parte del personal encargado. En comparación con las normas de calidad establecidas, se ha detectado niveles muy bajos de pH en las muestras de agua cruda, tratada y de la red domiciliaria con valores que oscilan entre 5.77 y 8.75, mientras que el rango deseado para este parámetro es de 6.5 a 9.5. Asimismo, se ha identificado un nivel bajo de cloro residual en las muestras de agua tratada de la planta y en la red domiciliaria, con valores de 0.03 y 0.13, respectivamente, según la norma INEN 1108 el rango deseado es de 0.3 a 1.5 por lo que hay que tomar medidas para corregir estos dos parámetros para mejorar la calidad del agua y que la población tenga un mejor servicio.

Es importante tomar medidas para corregir estos dos parámetros y mejorar la calidad del agua, para garantizar un mejor servicio y proteger la salud pública. Se recomienda que el personal encargado tome acciones inmediatas para ajustar el pH del agua potable a niveles óptimos y para garantizar que los niveles de cloro residual estén dentro del rango deseado. De esta forma, se podrá asegurar que el agua cumpla con los estándares de calidad y se encuentre en óptimas condiciones para el consumo humano y otros usos.

### 2.3 Evaluación de la Red de distribución

La red de distribución es un sistema compuesto por tuberías, accesorios y elementos de control cuya función principal es suministrar agua potable a los usuarios, incluyendo tanto viviendas como servicios públicos. Este sistema se compone de varias partes, que van desde los tanques de almacenamiento hasta las acometidas domiciliarias. Además de los tubos, la red cuenta con nodos, válvulas de control, reguladoras de presión, ventosas y otros accesorios necesarios para su correcta operación.

El sistema de distribución funciona por gravedad, lo que significa que la diferencia de altura entre la planta de tratamiento y la ubicación de las viviendas proporciona la presión necesaria para abastecer a todos los usuarios.

La Junta Chorro La Calera cuenta con 7 sectores en los que se distribuye agua a alrededor de 589 usuarios, los cuales se encuentran dispersos en un área amplia. Por esta razón, es fundamental que el sistema de distribución esté diseñado de manera adecuada para satisfacer la demanda de los usuarios y evitar problemas en el suministro de agua.

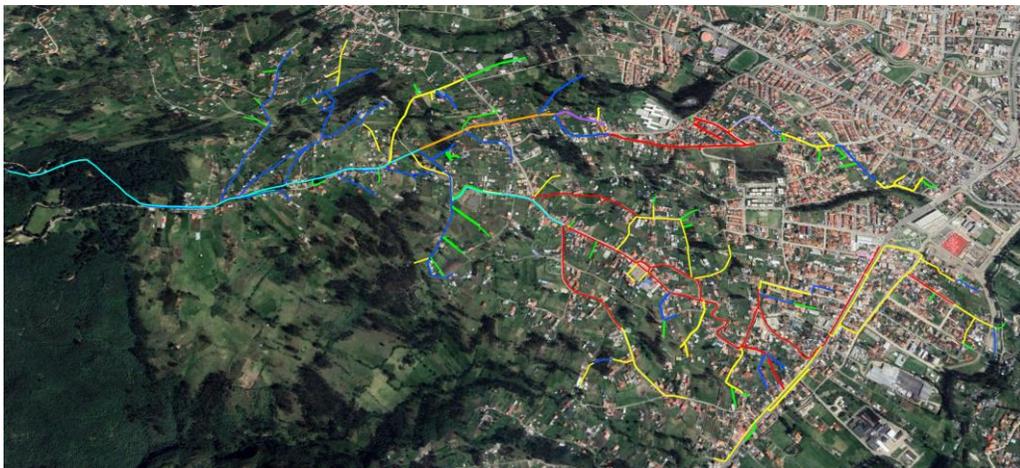


Figura 2.1 Red de Distribución de agua potable

La red de distribución se compone por tuberías de PVC con diámetros comerciales que varían desde 90mm, 63 mm, 50mm, 40 mm, 32 mm, 25mm hasta 20 mm y por último las acometidas domiciliarias de 25mm, algunas de estas tuberías cruzan por medio de terrenos privados debido a la ausencia de vías o acceso a las propiedades de los usuarios.

El sistema de distribución contiene accesorios como codos, tees, válvulas de paso, válvulas de rompe presión colocadas de manera empírica en los diferentes ramales de la red. La diferencia de altura entre la salida de la red y la parte más baja de la misma es de 449 m. En la siguiente tabla se especifica la composición de la red según sus diámetros y longitud, también de elaboro un mapa de trazado de las tuberías.

Tabla 2.13 Diámetros y longitudes de la Red de Distribución Chorro La Calera

<b>Diámetro</b>	<b>Longitud(m)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>90 mm</b>	1984.3	8.16%
<b>63 mm</b>	4916.6	20.23%
<b>50 mm</b>	820.3	3.37%
<b>40 mm</b>	404	1.66%
<b>32 mm</b>	6785.75	27.92%
<b>25 mm</b>	6529.3	26.86%
<b>20 mm</b>	2866.57	11.79%
<b>TOTAL</b>	<b>24306.82</b>	<b>100.00%</b>

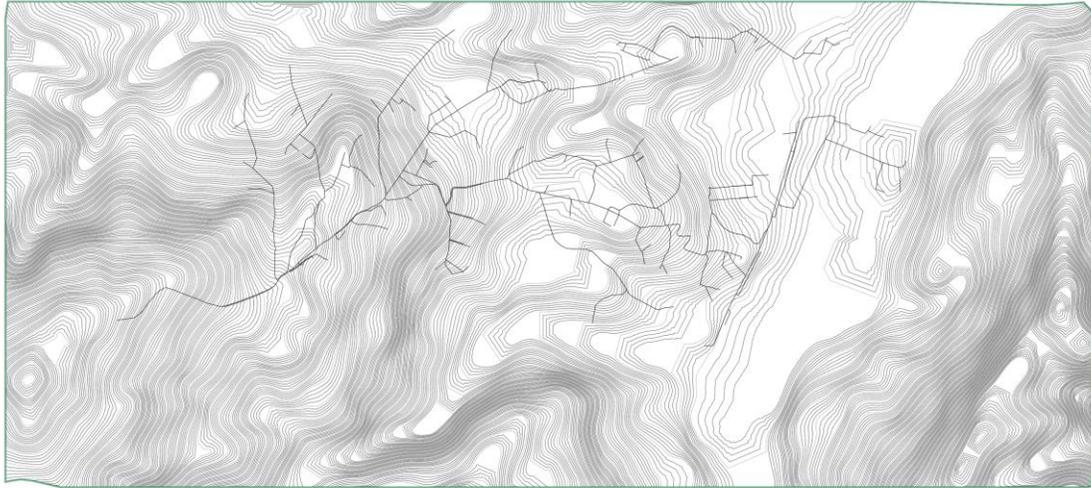


Figura 2.2 Mapa Red de Distribución agua potable

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos hidráulicos realizados en el sistema de abastecimiento de agua de Chorro la Calera utilizando el programa EPANET. Se crearon cuatro redes diferentes en todo el sistema para evaluar sus características, en particular, la presión y las pérdidas unitarias. Los resultados obtenidos de estos análisis computacionales se resumen en las Figuras 2.3 a 2.10.

### 2.3.1 Presión en la red de distribución de agua potable

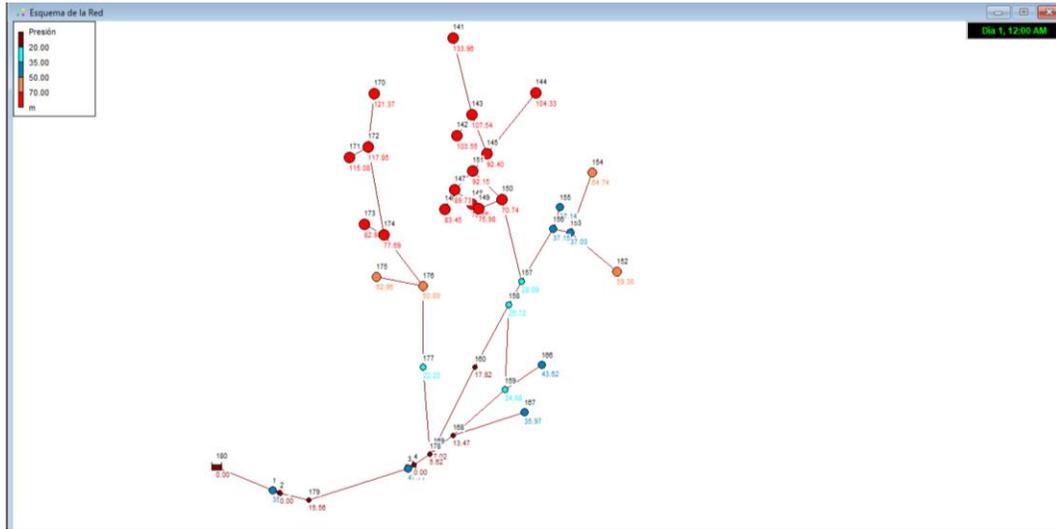


Figura 2.3 Presión en la Red 1 del diseño actual

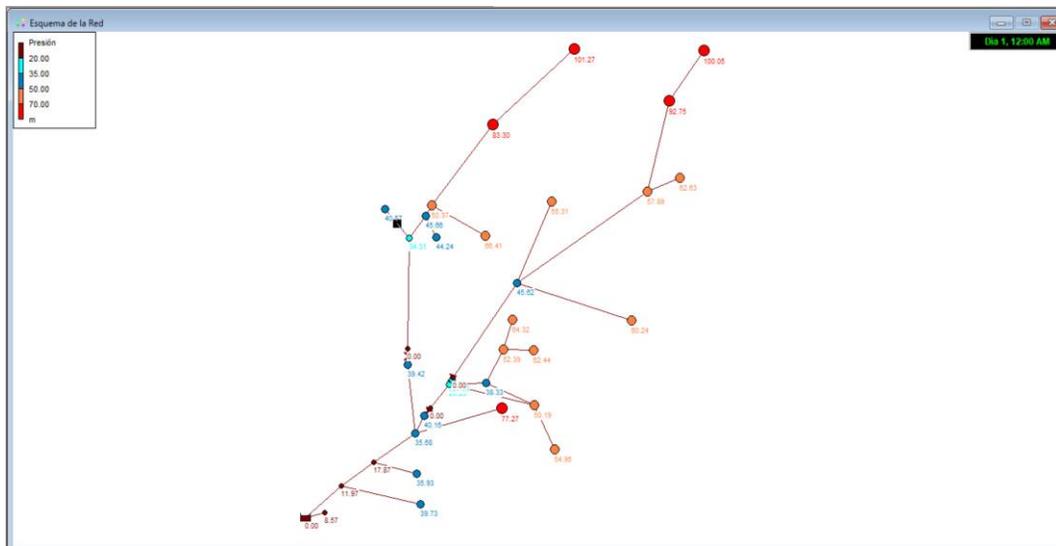


Figura 2.4 Presión en la Red 2 del diseño actual

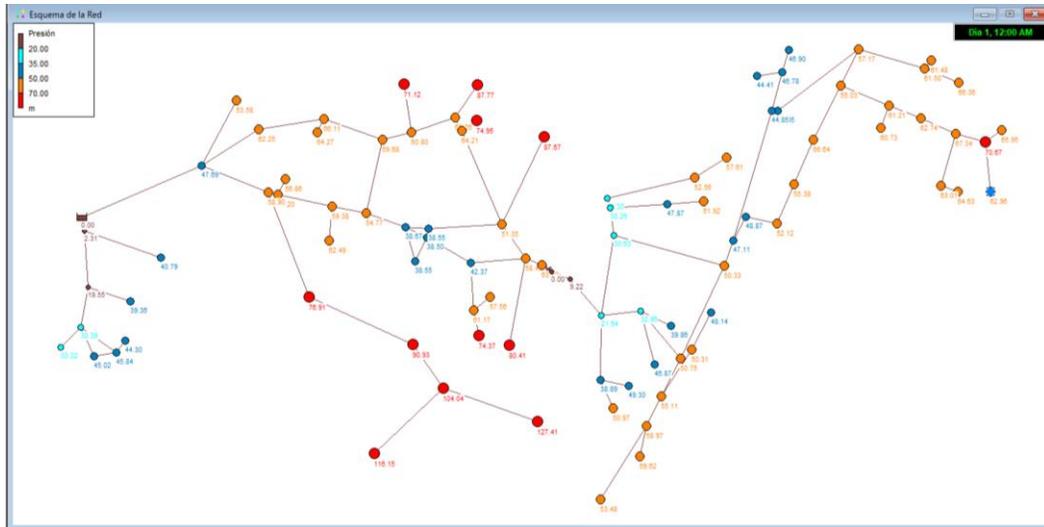


Figura 2.5 Presión en la Red 3 del diseño actual

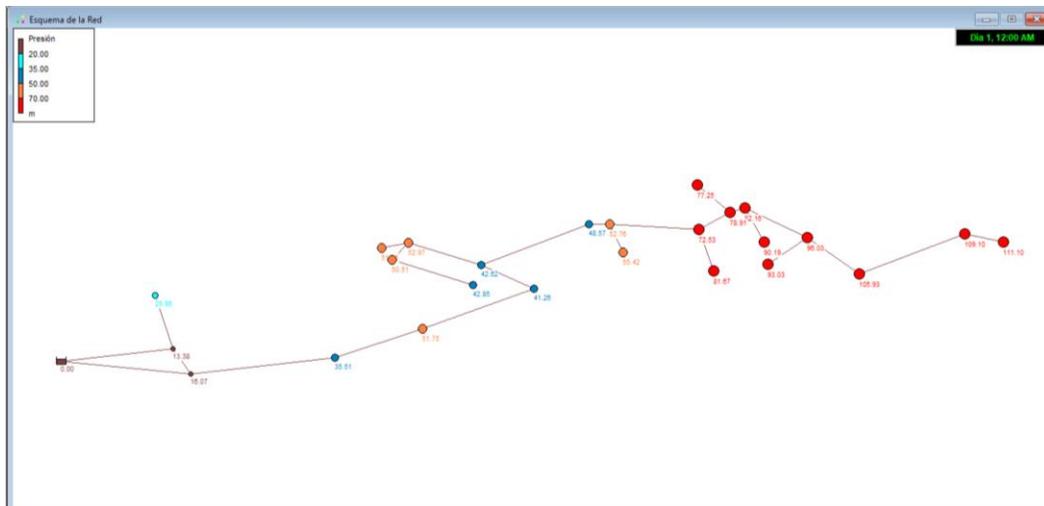


Figura 2.6 Presión en la Red 4 del diseño actual

### 2.3.2 Perdida unitaria en la red de distribución de agua potable

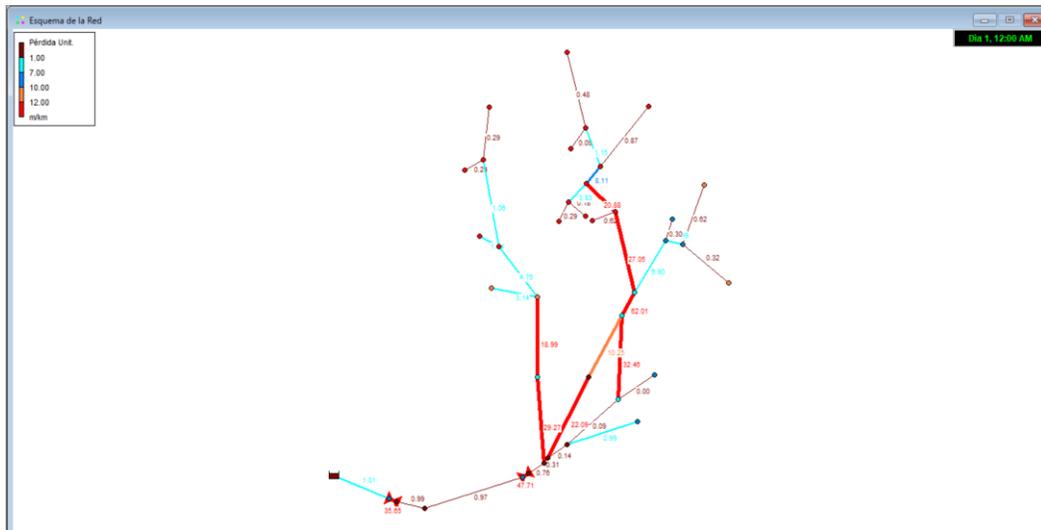


Figura 2.7 Perdida unitaria en la Red 1 del diseño actual

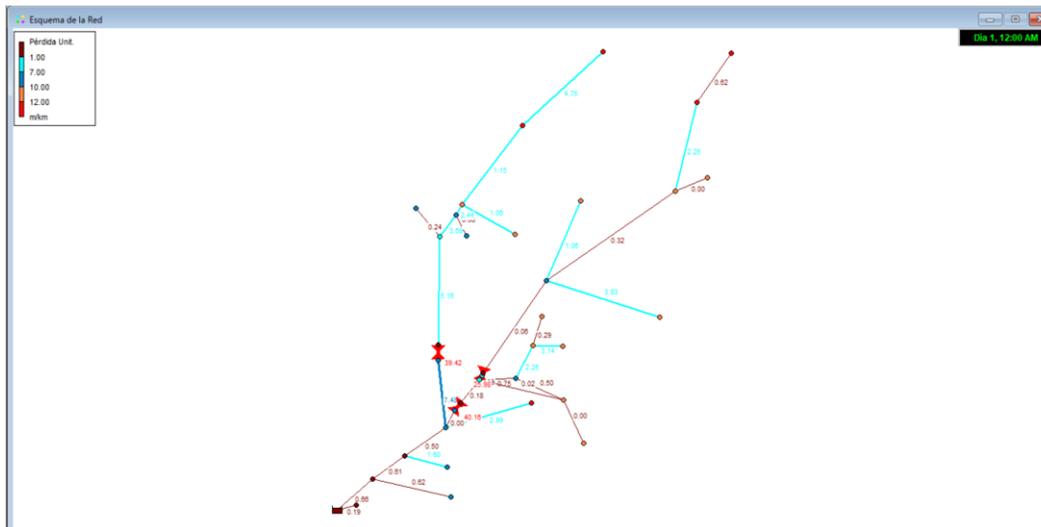


Figura 2.8 Perdida unitaria en la Red 2 del diseño actual

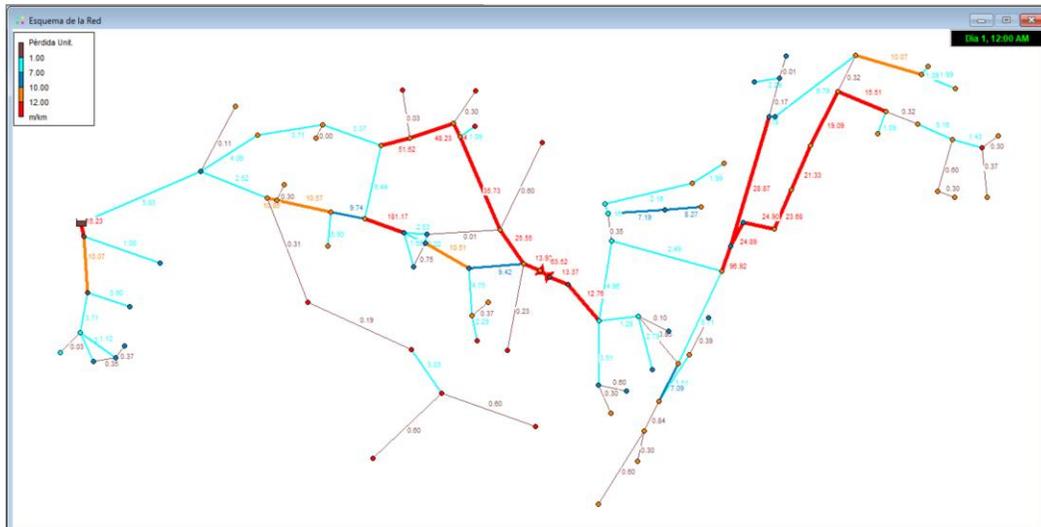


Figura 2.9 Perdida unitaria en la Red 3 del diseño actual

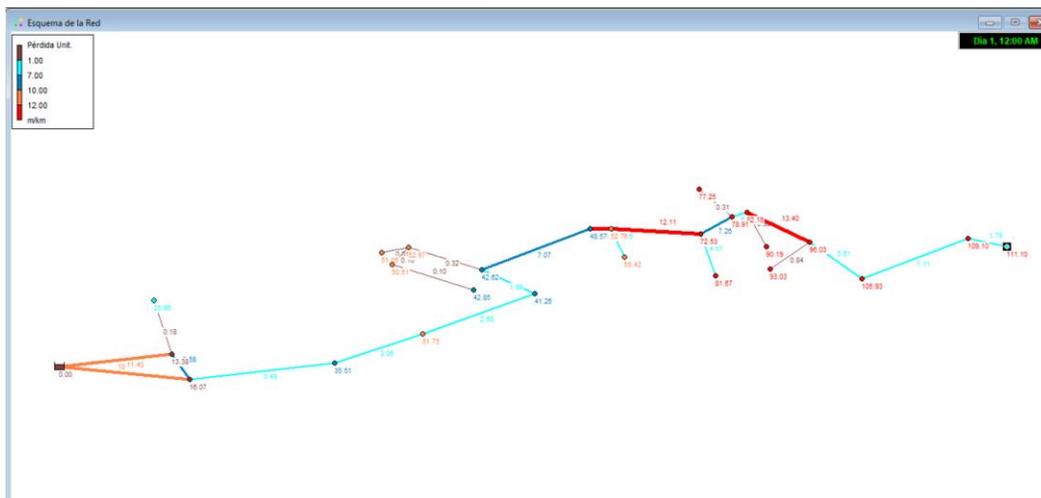


Figura 2.10 Perdida unitaria en la Red 4 del diseño actual

### 2.3.3 Modelamiento de la red de distribución

Este análisis del modelamiento del sistema actual de red de distribución de agua potable establece que los cálculos hidráulicos son fundamentales y necesarios para comprender el rendimiento y la eficiencia del sistema y su posible mejora. Las tablas proporcionan datos importantes sobre la presión en diferentes puntos de la red y las pérdidas unitarias

asociadas con cada segmento. Estos resultados nos permiten identificar áreas de baja presión y posibles fugas o problemas de eficiencia en la red.

Las representaciones gráficas nos brindan una mejor comprensión de cómo fluye el agua a través de la red y cómo se distribuye la presión en diferentes partes del sistema.

### **2.3.4 Validación de modelos hidráulicos mediante la comparación de datos medidos y simulados.**

Se compararon los datos hidráulicos medidos con los resultados simulados. Se midió la presión en los grifos de 62 usuarios y se comparó con los datos simulados del modelo hidráulico del sistema.

Para validar los resultados, se utilizó el criterio de Nash y Sutcliffe (1970), que es un método comúnmente utilizado para evaluar la precisión de los modelos hidráulicos en la simulación de los parámetros de flujo. Este criterio se basa en la comparación de los errores cuadrados medios entre los datos medidos y simulados, y un valor de 1 indica una predicción perfecta, mientras que los valores inferiores a 0 indican que la simulación es peor que simplemente tomar el promedio de los datos medidos.

El criterio de Nash y Sutcliffe se aplica mediante la siguiente ecuación:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_1^k (y_i - s_i)^2}{\sum_1^k (y_i - \bar{y}_i)^2}$$

Ecuación 2 Criterio de Nash y Sutcliffe

Donde:

NSE: coeficiente de eficiencia de Nash y Sutcliffe

$y_i$ : datos medidos

$s_i$ : datos simulados

$\bar{y}_i$ : promedio de los datos medidos

El criterio indica que tan bien ajustado está el modelo de acuerdo a los siguientes rangos.

Tabla 2.14 Rango de Nash y Sutcliffe

NSE	Ajuste
< 0.2	Insuficiente
0.2 – 0.4	Satisfactorio
0.4 – 0.6	Bueno
0.6 – 0.8	Muy bueno
> 0.8	Excelente

Fuente: (Molnar, 2011)

Los resultados obtenidos de la validación muestran un coeficiente de 0.85, como se puede observar, el valor de NSE obtenido es mayor a 0.8, lo que indica una buena precisión del modelo hidráulico en la simulación de los parámetros de flujo en el sistema de distribución de agua potable. Siendo así, el modelo hidráulico utilizado es válido y preciso y puede ser utilizado para predecir el comportamiento hidráulico del sistema en diferentes condiciones operativas y de diseño.

#### 2.4 Análisis de lectura de medidores

Los cálculos del consumo total de agua diario se obtuvieron utilizando la base de datos de la Junta Administrativa, se extrajo un promedio de los datos obtenidos de la lectura de los medidores de agua durante un período de tres meses: enero, febrero y marzo de 2023 y se calculó un caudal de 2.989 litros por segundo. Esta información refleja el consumo real de agua de los usuarios durante ese período, sin embargo, al calcular teóricamente el caudal medio diario destinado a la dotación, se obtiene un valor de 2.898 litros por segundo. Esta diferencia sugiere que el uso del agua no se ajusta al propósito para el cual está destinada, ya que en campo observamos que se utiliza para el riego, lo cual no es conveniente ni óptimo.

### **3. CAPÍTULO 3: REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

#### **3.1 Parámetros de diseño**

El diseño de una red de distribución de agua potable involucra la consideración de varios parámetros, como el caudal de diseño, la presión, la velocidad del flujo, el diámetro de las tuberías, las pérdidas de carga y la ubicación estratégica de válvulas y accesorios. Estos son fundamentales para garantizar un suministro eficiente y confiable de agua a los usuarios. Además, es importante tener en cuenta el crecimiento futuro de la población y el periodo de diseño del sistema, para anticipar el aumento de la demanda de agua y planificar infraestructuras y capacidades adecuadas. El diseño a futuro busca asegurar que la red de distribución pueda satisfacer las necesidades de agua de manera eficiente, sostenible y adaptable a medida que la población y las demandas cambien con el tiempo.

##### **3.1.1 Periodo de diseño**

Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin necesidad de ampliaciones, las obras civiles de los sistemas de agua potable y disposición de residuos líquidos deben diseñarse para un período de 20 años.(Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992).

##### **3.1.2 Población futura**

Se propone una estimación aproximada de la población futura, dicha estimación se basa en consideraciones generales y tendencias de crecimiento poblacional en la zona de estudio. Si bien es importante reconocer que los datos demográficos precisos proporcionarían una proyección más exacta, para los propósitos de este estudio se emplea una estimación que permite evaluar la capacidad y el diseño de la red en función de las demandas futuras (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992).

La población futura (Pf) se puede calcular utilizando el método geométrico, se aplicará utilizando la siguiente ecuación.

$$Pf = Po * (1 + r)^t$$

Ecuación 3 Cálculo población futura

Donde:

Po = Población inicial.

r = Tasa de crecimiento.

t = Periodo de diseño.

Pf = Población futura.

La tasa de crecimiento requerida para estimar la población futura se obtiene de la siguiente tabla, que muestra las tasas de crecimiento de las distintas regiones del país.

Tabla 3.1 Tasa de crecimiento poblacional

<b>Región geográfica</b>	<b>r (%)</b>
Sierra	1,0
Costa, oriente y Galápagos	1,5

Fuente:(INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

Esta fórmula proporciona una estimación de la población futura basada en una tasa de crecimiento constante.

Siguiendo las recomendaciones de la norma vigente, se ha considerado una tasa de crecimiento del 1% y un periodo de diseño de 20 años. Basándonos en estos parámetros, se estima que la población futura alcanzará aproximadamente los 719 habitantes, esta proyección se utilizará como base para el diseño de la red.

### 3.1.3 Dotaciones y nivel de servicio

La dotación de agua potable se refiere a la cantidad promedio de agua consumida diariamente por cada habitante. Esta cantidad debe ser suficiente para cubrir todas las necesidades básicas de las personas y se expresa en l/(Hab\*día).

En cuanto a la dotación media actual, corresponde a la cantidad promedio anual de agua potable consumida diariamente por cada habitante al inicio del periodo de diseño. Por otro lado, la dotación media futura se refiere a la cantidad de agua potable que se espera sea consumida diariamente, en promedio, por cada habitante al inicio del periodo de diseño.

Es importante destacar que la dotación de agua varía según el nivel de servicio requerido, el cual se determina teniendo en cuenta el nivel de vida y las actividades predominantes.

La Norma establece diferentes niveles de servicio, los cuales se pueden consultar en la tabla 3.2, estos sirven como referencia para determinar la dotación adecuada de agua potable en función de las necesidades y expectativas de la población.

Tabla 3.2 Niveles de servicio para sistema de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

Nivel	Sistema	Descripción
<b>0</b>	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
<b>Ia</b>	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua.
<b>Ib</b>	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
<b>IIa</b>	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.

<b>IIb</b>	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.

**Simbología utilizada:**

**AP:** agua potable

**DE:** disposiciones de excretas

**DRL:** disposición de residuos líquidos.

Fuente: (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

El nivel de servicio que se necesita para que el diseño de la red de distribución es el IIb-AP, que es conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Una vez seleccionado el nivel de servicio se procede a escoger la dotación por habitante al día.

Tabla 3.3 Dotaciones recomendadas

<b>Población (Habitantes)</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación media futura (lt/han/día)</b>
<b>Hasta 5000</b>	Frio	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
<b>5000 hasta 50000</b>	Frio	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
<b>Más de 50000</b>	Frio	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992)

En la tabla de dotaciones recomendadas, para una población menor de 5000 habitantes y clima frío, se indica que la dotación utilizada debe estar entre 120-150 L/(hab\*día). Por lo tanto, se ha seleccionado una dotación de 135 L/(hab\*día).

### **3.1.4 Caudales de diseño**

El caudal de diseño para agua potable se refiere al flujo de agua necesario para atender la demanda esperada al final del período de diseño. Este caudal es fundamental en la determinación de las dimensiones adecuadas de los diversos componentes que conforman el sistema de agua potable. Al conocer el caudal de diseño, es posible planificar y dimensionar correctamente cada uno de estos elementos para garantizar un suministro eficiente y confiable de agua potable (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, 1992).

### **3.1.5 Caudales medio diario (Qm)**

Es el caudal que corresponde a la media de los consumos diarios en un registro de un año. Se calcula con la población futura, además, incluye un factor de pérdidas que va de depender del nivel de servicio (Aguirre & Peñaloza, 2022).

El caudal medio se obtendrá por medio de la siguiente ecuación.

$$Q_m = f * \frac{P * D}{86400}$$

Ecuación 4 Cálculo de caudal medio diario

En donde:

Qm= Caudal medio diario (l/s).

f= Factor de fugas.

P=Población al final del período de diseño.

D=Dotación media futura (l/habxdía).

Tabla 3.4 Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Nivel de servicio	Porcentaje de fugas
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente:(INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997)

### 3.1.6 Caudales máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario es el flujo de agua más alto registrado en un sistema de agua potable durante un año. Se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor KMD de 1.25. Este valor es utilizado para dimensionar los componentes del sistema y asegurar un suministro adecuado durante picos de consumo (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997).

El caudal máximo diario se obtendrá por medio de la siguiente ecuación.

$$QMD = KMD * Q_m$$

Ecuación 5 Cálculo de caudal máximo diario

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s).

KMD= Factor de mayoración máximo diario.

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio.

### 3.1.7 Caudales Máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario es el flujo de agua más alto registrado en un día durante un año en un sistema de agua potable. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por un

factor KMH de valor 3 para todos los niveles de servicio (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1997).

El caudal máximo horario se obtendrá por medio de la siguiente ecuación:

$$QMD = KMH * Q_m$$

Ecuación 6 Cálculo de caudal máximo horario

En donde:

QMH= Caudal máximo horario (l/s).

KMH= Factor de mayoración máximo horario.

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

### 3.1.8 Caudal de diseño Actual

Tabla 3.5 Calculo de los caudales de diseño para cada sistema

Sistema	Usuarios	Hab/Casa	Población	Población (%)	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Caudal medio (l/s)	Caudal medio (l/s) en porcentaje	KMD	Caudal máximo diario (QMD) (l/s)	KMH	Caudal máximo horario (QMH) (l/s)
Sistema 1	103	3.7	381.1	17.49 %	75	1.2	0.397	17.5%	1.2	0.496	3	1.4886
Sistema 2	83	3.7	307.1	14.09 %	75	1.2	0.320	14.1%	1.2	0.400	3	1.1996
Sistema 3	293	3.7	1084.1	49.75 %	75	1.2	1.129	49.7%	1.2	1.412	3	4.2347
Sistema 4	110	3.7	407	18.68 %	75	1.2	0.424	18.7%	1.2	0.530	3	1.5898

Tabla 3.6 Calculo de los caudales de diseño para el sistema general

	<b>TOTAL</b>
<b>Usuarios</b>	589
<b>Población</b>	2179
<b>Caudal medio (Qm)</b>	2.270 l/s
<b>Caudal máximo diario (QMD)</b>	2.838 l/s
<b>Caudal Máximo Horario (QMH)</b>	8.512 l/s

### 3.1.9 Caudal Rediseño

Tabla 3.7 Calculo de los caudales Rediseño

<b>CAUDALES DISEÑOS FUTUROS</b>												
<b>Sistema</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Hab/Casa</b>	<b>Población</b>	<b>Población (%)</b>	<b>Dotación (l/hab/día)</b>	<b>Factor de fugas</b>	<b>Caudal medio (l/s)</b>	<b>Caudal medio en porcentaje</b>	<b>K M D</b>	<b>Caudal máximo diario (QMD)(l/s)</b>	<b>K M H</b>	<b>Caudal máximo horario (QMH) (l/s)</b>
<b>Sistema 1</b>	123	4	492	17.11 %	135	1.2	0.923	17.1%	1.2	1.153	3	3.45
<b>Sistema 2</b>	106	4	424	14.74 %	135	1.2	0.795	14.7%	1.2	0.994	3	2.981
<b>Sistema 3</b>	368	4	1472	51.18 %	135	1.2	2.760	51.2%	1.2	3.450	3	10.3
<b>Sistema 4</b>	122	4	488	16.97 %	135	1.2	0.915	17.0%	1.2	1.144	3	3.43

Tabla 3.8 Calculo de los caudales de rediseño para el sistema general

	<b>TOTAL</b>
<b>Usuarios</b>	719
<b>Población</b>	2876
<b>Caudal medio (Qm)</b>	5.393 l/s
<b>Caudal máximo diario (QMD)</b>	6.741 l/s
<b>Caudal Máximo Horario (QMH)</b>	20.221875 l/s

### 3.1.10 Pérdidas de carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la red, se utilizó la ecuación de Hazen-Williams, basa en la relación entre la velocidad del flujo, el diámetro de las tuberías y un coeficiente de rugosidad.

Se aplicará en mediante la ecuación:

$$hf = 10,672 \frac{L}{D^{4,871}} \left( \frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1,852}$$

Ecuación 7 Cálculo Pérdidas de carga

Donde:

Hf: pérdidas de carga.

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro hidráulico de la conducción (m)

Q: Caudal de circulación (m3/s)

C<sub>HF</sub>: Coeficiente de pérdidas de Hazen-Williams.

Tabla 3.9 Coeficientes de Chow para la fórmula de Hazen- Williams

TIPO DE CONDUCTO	COEFICIENTE CHOW
<b>Acero corrugado</b>	60
Acero galvanizado	125
Asbesto – cemento	140
Cobre	130
PVC	140
Hormigón liso	130
Hormigón ordinario	120
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo	90

Fuente:(CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C., 1992)

Al utilizar la ecuación de Hazen-Williams, se pueden calcular las pérdidas de carga en cada tramo de la red de distribución, lo que permite dimensionar adecuadamente las tuberías y seleccionar los diámetros adecuados para cumplir con los requisitos de presión y caudal en todo el sistema. Esta metodología es ampliamente aceptada en el diseño y proporciona resultados confiables para garantizar un funcionamiento óptimo.

### **3.1.11 Velocidad y presión**

En el diseño es importante considerar tanto las velocidades máximas como las mínimas. La velocidad máxima se establece para evitar problemas como el golpe de ariete y la erosión en las tuberías. Por otro lado, la velocidad mínima evita la acumulación de sedimentos y el estancamiento del agua. Mantener un equilibrio adecuado entre ambas asegura un funcionamiento eficiente y seguro del sistema.

También es causar un suministro de agua deficiente, mientras que una presión esencial considerar la presión del sistema. La presión adecuada garantiza que el agua llegue a todos los puntos de consumo de manera eficiente y cumpla con los requisitos de los usuarios. Una presión insuficiente puede excesiva puede dañar las tuberías y los equipos de plomería. Mantener una presión estable y dentro de los rangos recomendados en todo el sistema garantizará un buen suministro para los usuarios.

## **3.2 Diseño de la red de distribución**

Para el nuevo diseño, se utilizó como base los archivos de modelamiento hidráulico que previamente se utilizaron para evaluar el sistema en su situación actual. La red se dividió en cuatro sistemas independientes, donde cada uno debe transportar un caudal igual a la suma de la demanda propia y un caudal adicional para abastecer al siguiente sistema. Se realizaron cambios como la creación de nuevas líneas de agua, la implementación de

tanques rompe presiones y válvulas reductoras, así como la eliminación de elementos innecesarios.

Durante el rediseño, se priorizó aprovechar la infraestructura existente, buscando que las nuevas tuberías se instalen en las mismas ubicaciones que las antiguas, excepto en los casos en los que las líneas no pasen por calles o atravesaban terrenos privados. Se tuvieron en cuenta las limitaciones hidráulicas para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. En base a estas consideraciones, se propone la instalación de 1 tanque rompe presiones, 12 válvulas reductoras y el reemplazo de aproximadamente el 50% de las tuberías de la red. Los resultados hidráulicos, incluyendo la presión, el caudal, la velocidad de la tubería y pérdidas de carga.

Los parámetros para el rediseño de la red de distribución para el área rural indica lo siguiente:

- La red de distribución será diseñada para el caudal máximo horario.
- La red podrá estar conformada por ramales abiertos, mallas y una combinación de los dos sistemas.
- La presión estática máxima será de 4Kg/ cm<sup>2</sup>.
- La presión dinámica máxima será de 3kg/cm<sup>2</sup>.
- La presión dinámica mínima será de 0.7 Kg/ cm<sup>2</sup>.
- El diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será de 19mm (3/4”).
- La red debe disponer de válvulas que permitan independizar sectores para su operación y mantenimiento, din necesidad de suspender el servicio en toda la localidad (Secretaria del Agua, 2016).

Es importante destacar que se identificaron nodos con presiones superiores a las recomendadas, especialmente en los extremos de la red. Para abordar esta situación, se instalarán válvulas rompe presiones domiciliarias en dichos puntos.

A continuación, se presentan las figuras del modelamiento hidráulico rediseñado, se resumen en las figuras 3.1-3.8 en los que muestran las líneas y nodos del sistema de distribución de agua potable:

Los resultados de la evaluación del sistema indican la necesidad de utilizar válvulas reductoras y tanque rompe presiones. Estas recomendaciones se basan en los análisis realizados mediante el programa hidráulico EPANET.

Tabla 3.10 Ubicación de válvulas reductoras en el rediseño

Sistema	N# Válvulas reductoras	SECTOR	Coordenadas		Elevación (m)
			Norte	Este	
<b>Sistema 1</b>	<b>1</b>	Uchuloma	715253	9675471	2868
	<b>2</b>	Uchuloma	715270	9675924	2786
	<b>3</b>	Uchuloma	715508	9675988	2790
	<b>4</b>	Guadalupano Alto	715509	9675862	2832
<b>Sistema 2</b>	<b>1</b>	Chorro	716100	9676236	2701
	<b>2</b>	Chorro	715805	9676276	2735
<b>Sistema 3</b>	<b>1</b>	Narancay	717041	9675726	2642
	<b>2</b>	Narancay	716649	9675605	2642
	<b>3</b>	Narancay	717425	9675751	2610
	<b>4</b>	Narancay	717198	9675624	2587
<b>Sistema 4</b>	<b>1</b>	Santa María	716865	9676404	2642
	<b>2</b>	Simón Bolívar	717182	9676546	2622

Tabla 3.11 Ubicación de tanque rompe presión en el rediseño

Sistema	N# Tanque rompe presión	SECTOR	Coordenadas		Elevación (m)
			Norte	Este	
Sistema 3	1	Narancay	716176	9675891	2694

### 3.2.1 Presión en el rediseño de distribución de agua potable

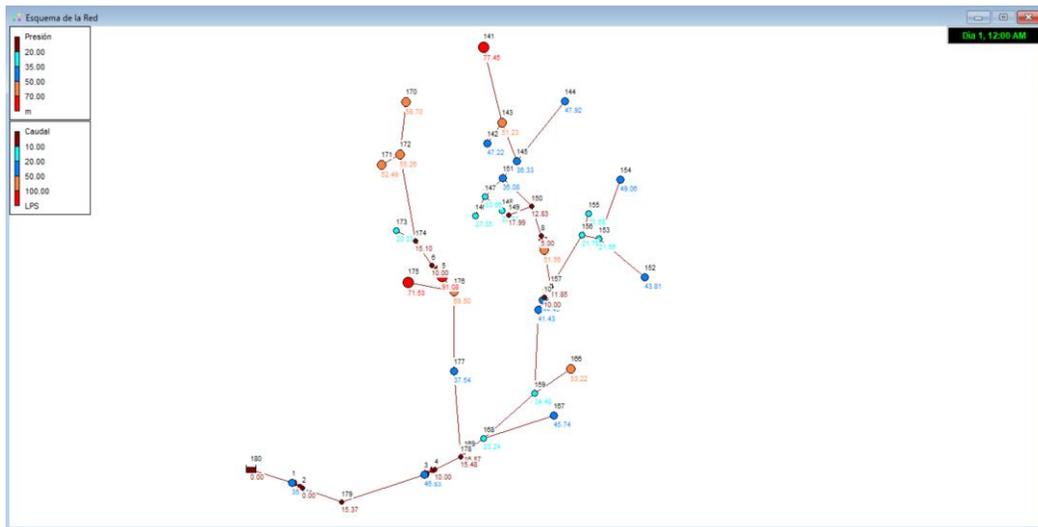


Figura 3.1 Representación de la presión de la red 1 en el sistema rediseñado

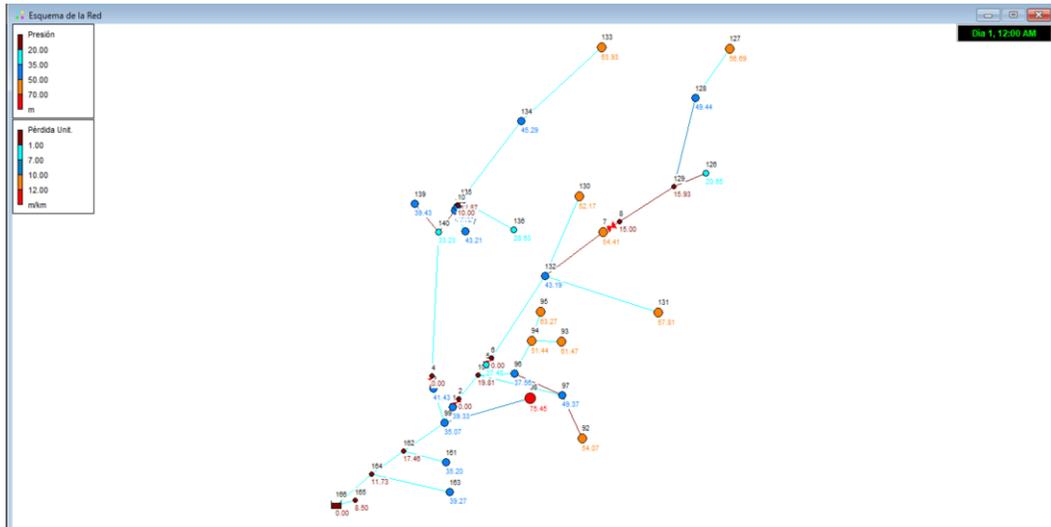


Figura 3.2 Representación de la presión de la red 2 en el sistema rediseñado

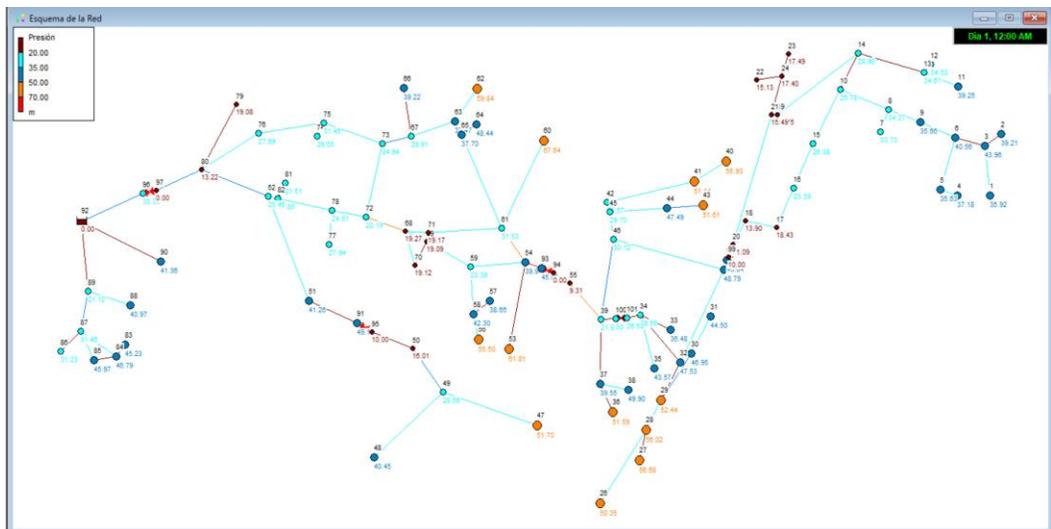


Figura 3.3 Representación de la presión de la red 3 en el sistema rediseñado



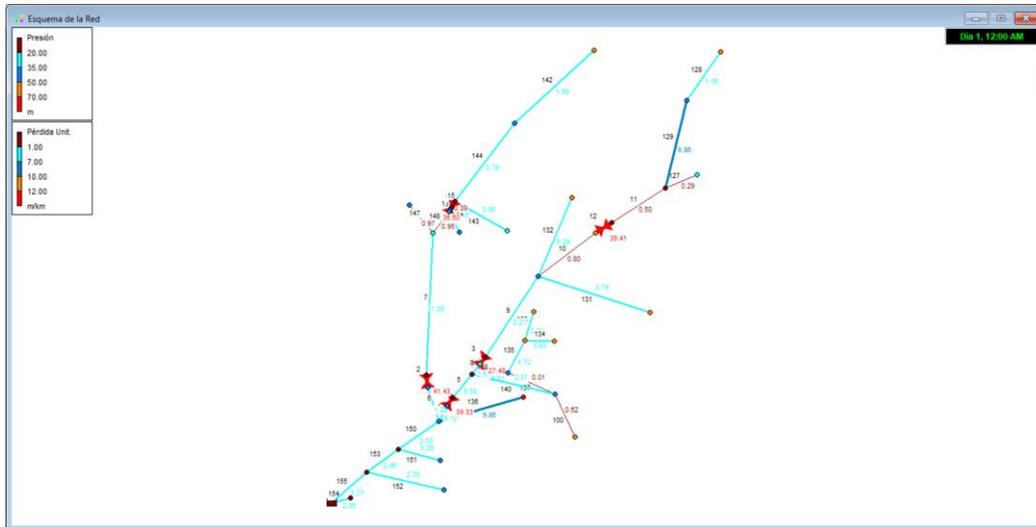


Figura 3.6 Representación de las perdidas unitarias en la red 2 del sistema rediseñado

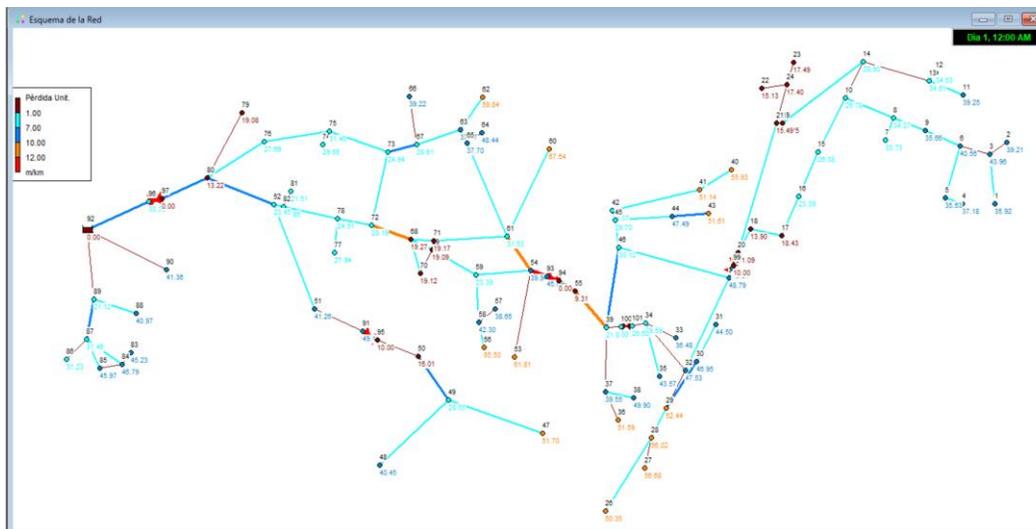


Figura 3.7 Representación de las perdidas unitarias en la red 3 del sistema rediseñado

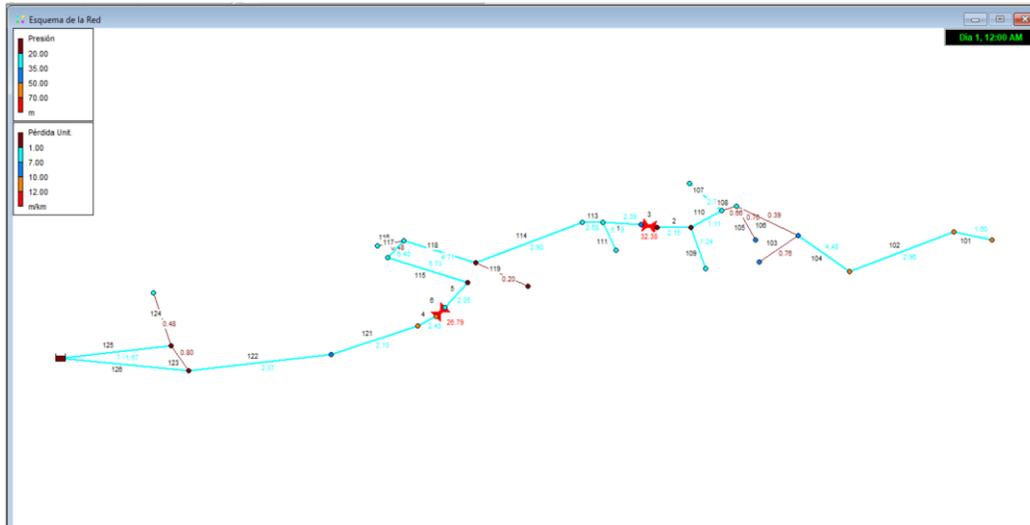


Figura 3.8 Representación de las pérdidas unitarias en la red 4 del sistema rediseñado

### 3.3 Propuesta de optimización para el Sistema de Agua Potable el Chorro La Calera

El sistema de agua potable en Chorro La Calera requiere mejoras significativas para garantizar un suministro confiable y de calidad a sus usuarios. A continuación, se presentan diversas propuestas de optimización que abordan aspectos clave del sistema y buscan mejorar su funcionamiento a largo plazo.

Una de las áreas prioritarias para optimizar es el manejo del tratamiento de agua. Es fundamental seguir rigurosamente los procesos establecidos en la planta de tratamiento, desde la captación hasta la distribución, asegurando la adherencia a los protocolos de purificación, desinfección y monitoreo. Esto evitará inconsistencias en los estudios de calidad de agua y garantizará que el suministro de agua potable cumpla con los estándares requeridos.

Además, se propone mejorar la gestión de la información relacionada con el sistema de agua potable. Se recomienda crear una base de datos completa que incluya información

topográfica precisa, dimensiones de las conducciones de agua, ubicación de usuarios, trazado de tuberías, características de taques rompe presión y válvulas, entre otros datos relevantes. Esta base de datos servirá como un catastro actualizado y facilitará la evaluación precisa del sistema, la identificación de áreas de mejora y la planificación eficiente de futuras expansiones.

Para garantizar un rendimiento óptimo de la red, se sugiere llevar a cabo un reemplazo parcial de las líneas de agua. Aproximadamente el 50% de las tuberías deberían ser cambiadas, priorizando aquellos tramos que presenten mayor desgaste o problemas de fugas. Se recomienda utilizar tuberías de materiales modernos y resistentes, como PVC o polietileno de alta densidad, que ofrezcan una mayor durabilidad y reduzcan las pérdidas de agua en la red. A continuación, se presenta la cantidad de cada elemento que se propone cambiar en las tablas 3.12 a la 3.15.

Tabla 3.12 Cambio de tuberías red 1 rediseño

<b>RED 1</b>	
<b>Tubería</b>	<b>Long [m]</b>
<b>Tubo 25 mm</b>	214.7228834
<b>Tubo 32 mm</b>	217.5055428
<b>Tubo 63 mm</b>	348.2856759
<b>Tubo 90 mm</b>	0
<b>Tubo 110 mm</b>	0
<b>Total</b>	<b>780.514102</b>

Tabla 3.13 Cambio de tuberías red 2 rediseño

<b>RED 2</b>	
<b>Cambios</b>	<b>Long [m]</b>
<b>Tubo 25 mm</b>	283.8950439
<b>Tubo 32 mm</b>	576.8019517

<b>Tubo 63 mm</b>	209.6590423
<b>Tubo 90 mm</b>	0
<b>Tubo 110 mm</b>	0
<b>Total</b>	<b>1070.35604</b>

Tabla 3.14 Cambio de tuberías red 3 rediseño

<b>RED 3</b>	
<b>Cambios</b>	<b>Long [m]</b>
<b>Tubo 25 mm</b>	961.0319743
<b>Tubo 32 mm</b>	763.3456207
<b>Tubo 63 mm</b>	1802.439194
<b>Tubo 90 mm</b>	2074.145697
<b>Tubo 110 mm</b>	340.51
<b>Total</b>	<b>5941.47249</b>

Tabla 3.15 Cambio de tuberías red 4 rediseño

<b>RED 4</b>	
<b>Cambios</b>	<b>Long [m]</b>
<b>Tubo 25 mm</b>	308.0122899
<b>Tubo 32 mm</b>	273.4179744
<b>Tubo 63 mm</b>	1072.477512
<b>Tubo 90 mm</b>	733.8313356
<b>Tubo 110 mm</b>	0
<b>Total</b>	<b>2387.73911</b>

Es fundamental contar con profesionales especializados en el diseño, ejecución y mantenimiento de sistemas de agua potable. Si la comunidad decide participar en la implementación del proyecto, se debe garantizar la supervisión y el asesoramiento de expertos en el área. La contratación de ingenieros especializados en hidráulica y sistemas de agua potable será esencial para asegurar que las mejoras se realicen de acuerdo con los estándares técnicos y normativas vigentes.

El uso de materiales de alta calidad es crucial para el rendimiento y la durabilidad del sistema. Se recomienda utilizar componentes y equipos certificados que cumplan con los estándares de calidad y sean adecuados para el entorno de Chorro La Calera. Esto incluye tuberías, válvulas, bombas y equipos de tratamiento de agua. Al elegir materiales de calidad, se minimizarán los riesgos de averías y se garantizará un funcionamiento eficiente del sistema a largo plazo.

Se propone desarrollar un plan financiero sostenible en colaboración con un experto en la materia. Este plan deberá considerar estrategias de financiamiento adecuadas, como la búsqueda de fondos públicos o la implementación de tasas de servicio justas, para asegurar la viabilidad económica del proyecto y evitar cargas significativas para los usuarios en relación a sus pagos actuales.

Es importante destacar que la planificación y ejecución de estas propuestas deben realizarse en el corto plazo, ya que el cálculo propuesto estima que, si se implementan ahora, las mejoras propuestas tendrán una vida útil hasta el año 2043. Postergar la ejecución de las mejoras solo prolongaría los problemas existentes y podría generar un mayor deterioro en el sistema de agua potable.

Además de las medidas mencionadas, se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de agua potable. Esto implicaría inspecciones regulares, reparaciones oportunas, limpieza de tuberías y mantenimiento de equipos, con el fin de garantizar un funcionamiento eficiente y reducir la frecuencia de averías.

Es importante fomentar la conciencia y educación de la comunidad en relación al uso responsable del agua potable. Se pueden implementar campañas de sensibilización que promuevan prácticas de consumo eficiente, como la reparación de fugas internas, el riego

responsable de jardines y el uso de dispositivos de ahorro de agua. Esto contribuirá a reducir el desperdicio y asegurar un uso sostenible de los recursos hídricos.

Por último, se sugiere establecer alianzas y colaboraciones con instituciones, organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales que puedan brindar apoyo técnico y financiero para la implementación de las mejoras propuestas. Esto permitirá maximizar los recursos disponibles y agilizar el proceso de optimización del sistema de agua potable en Chorro La Calera.

La optimización del sistema de agua potable en Chorro La Calera requiere acciones concretas en diversos aspectos. Desde mejorar el manejo del tratamiento de agua, contar con una base de datos actualizada y precisa, reemplazar parcialmente las líneas de agua, involucrar profesionales especializados, utilizar materiales de calidad, establecer un plan financiero sostenible y realizar la planificación oportuna. Estas medidas permitirán garantizar un suministro de agua potable eficiente, confiable y de calidad para la comunidad de Chorro La Calera en el presente y a largo plazo. Es fundamental tomar acciones ahora para asegurar el bienestar y desarrollo de la comunidad en relación al acceso a un recurso tan vital como el agua potable.

#### **4. CAPITULO 4: PRESUPUESTO REFERENCIAL**

Un presupuesto referencial es una estimación aproximada de los costos que se esperan para la realización de un proyecto, basada en información y datos disponibles en el momento de su elaboración. Se utiliza como una herramienta inicial para tener una idea general de los recursos financieros necesarios y para orientar la planificación y toma de decisiones en la etapa inicial del proyecto.

En el caso específico de la obra en Chorro La Calera, se ha optado por desarrollar un presupuesto referencial enfocado en una de las cuatro redes que conforman el sistema de distribución de agua. Esto se debe a la magnitud de la obra y a la necesidad de optimizar los recursos disponibles. El presupuesto referencial se basa en una red seleccionada que representa una parte significativa de la infraestructura total del sistema.

Para elaborar el presupuesto referencial, se han considerado diversos factores, como los costos de materiales, equipos, mano de obra y servicios relacionados con la instalación de la red de agua potable. Se han realizado estimaciones y cálculos basados en información técnica disponible, así como en precios promedio y estándares del mercado.

Es importante tener en cuenta que este presupuesto no incluye los costos asociados a las otras redes restantes ni contempla gastos adicionales que puedan surgir durante la ejecución de la obra. Sin embargo, brinda una aproximación inicial de los recursos financieros necesarios para la mejora del sistema de agua potable en Chorro La Calera.

Es fundamental destacar que el presupuesto referencial es una estimación preliminar y puede estar sujeto a cambios a medida que se realicen estudios más detallados y se incorporen factores específicos de cada red adicional. La elaboración de un presupuesto completo requerirá un análisis exhaustivo de cada componente de la obra, considerando precios actualizados, condiciones específicas del terreno y otros elementos relevantes.

#### 4.1 Presupuesto referencial de la RED 2

Tabla 4.1 Presupuesto Referencial Red 2 sistema de distribución de agua potable

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
1.01	Replanteo	km	1.070	\$ 596.29	\$ 638.24
1.02	Excavación mecánica material sin clasificar	m3	616.525	\$ 1.76	\$ 1,085.08
1.03	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	154.131	\$ 13.23	\$ 2,039.16
1.04	Relleno compactado con equipo liviano	m3	770.656	\$ 5.30	\$ 4,084.48
1.05	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	770.656	\$ 11.59	\$ 8,931.91
1.06	Cargada de Material a maquina	m3	751.390	\$ 1.17	\$ 879.13
1.07	Cargada de material a mano	m3	200.371	\$ 4.72	\$ 945.75
1.08	Transporte de material hasta 5km	m3	951.761	\$ 1.48	\$ 1,408.61
1.09	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	19035.212	\$ 0.26	\$ 4,949.16
<b>2 TUBERIAS</b>					
2.01	Sum, Tubería PVC E/C 1,60 MPA D= 25 mm	m	283.895	\$ 0.64	\$ 181.69
2.02	Sum, Tubería PVC E/C 1,25 MPA D= 32 mm	m	576.802	\$ 0.98	\$ 565.27
2.03	Sum, Tubería PVC U/E 1,25 MPA D= 63 mm	m	209.659	\$ 3.36	\$ 704.45
2.04	Colocación Tubería PVC E/C D= 25 a 50 mm	m	860.697	\$ 0.30	\$ 258.21
2.05	Colocación Tubería PVC U/E D= 63 mm	m	209.659	\$ 0.44	\$ 92.25
<b>3 ACCESORIOS</b>					
3.01	Sum,-Ins, Válvula Reductora de presión HF D=2 1/2" BB	u	2.000	\$ 1,613.37	\$ 3,226.74
<b>4 DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE - 63mm</b>					
4.01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	0.432	\$ 13.23	\$ 5.72
4.02	Excavación mecánica material sin clasificar	m3	1.728	\$ 1.76	\$ 3.04
4.03	Relleno compactado con equipo liviano	m3	2.160	\$ 5.30	\$ 11.45
4.04	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	2.160	\$ 11.59	\$ 25.03
4.05	Sum,-Ins, Tubo de cobre tipo K D=1/2"	m	1.000	\$ 9.16	\$ 9.16

4.06	Sum,-Ins, Collarin D=63 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	u	1.000	\$	\$
				46.16	46.16
4.07	Sum,-Ins, Toma de incorporación D=1/2"	u	1.000	\$	\$
				29.36	29.36
4.08	Sum,-Ins, Unión cobre a cobre D=1/2"	u	1.000	\$	\$
				14.99	14.99
4.09	Cargada de material a mano	m3	0.562	\$	\$
				1.17	0.66
4.10	Cargada de Material a maquina	m3	2.106	\$	\$
				4.72	9.94
4.11	Transporte de material hasta 5km	m3	2.668	\$	\$
				1.48	3.95
<b>5 DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE - 32mm</b>					
5.01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	13.392	\$	\$
				13.23	177.18
5.02	Excavación mecánica material sin clasificar	m3	53.568	\$	\$
				1.76	94.28
5.03	Relleno compactado con equipo liviano	m3	66.960	\$	\$
				5.30	354.89
5.04	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	66.960	\$	\$
				11.59	776.07
5.05	Sum,-Ins, Tubo de cobre tipo K D=1/2"	m	31.000	\$	\$
				9.16	283.96
5.06	Sum,-Ins, Collarin D=32 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	u	31.000	\$	\$
				44.34	1,374.54
5.07	Sum,-Ins, Toma de incorporación D=1/2"	u	31.000	\$	\$
				29.36	910.16
5.08	Sum,-Ins, Unión cobre a cobre D=1/2"	u	31.000	\$	\$
				14.99	464.69
5.09	Cargada de material a mano	m3	17.410	\$	\$
				1.17	20.37
5.10	Cargada de Material a maquina	m3	65.286	\$	\$
				4.72	308.15
5.11	Transporte de material hasta 5km	m3	82.696	\$	\$
				1.48	122.39
<b>6 DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE - 25mm</b>					
6.01	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	3.456	\$	\$
				13.23	45.72
6.02	Excavación mecánica material sin clasificar	m3	13.824	\$	\$
				1.76	24.33
6.03	Relleno compactado con equipo liviano	m3	17.280	\$	\$
				5.30	91.58
6.04	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	17.280	\$	\$
				11.59	200.28
6.05	Sum,-Ins, Tubo de cobre tipo K D=1/2"	m	8.000	\$	\$
				9.16	73.28
6.06	Sum, Tee PVC E/C D=25 mm	u	8.000	\$	\$
				0.64	5.12
6.07	Sum, Reductor PVC U/R D= 1" x 1/2"	u	8.000	\$	\$
				1.45	11.60
6.08	Sum,-Ins, Toma de incorporación D=1/2"	u	8.000	\$	\$
				29.36	234.88

<b>6.09</b>	Sum,-Ins, Unión cobre a cobre D=1/2"	u	8.000	\$	\$
				14.99	119.92
<b>6.10</b>	Cargada de material a mano	m3	4.493	\$	\$
				1.17	5.26
<b>6.11</b>	Cargada de Material a maquina	m3	16.848	\$	\$
				4.72	79.52
<b>6.12</b>	Transporte de material hasta 5km	m3	21.341	\$	\$
				1.48	31.58
			<b>Subtotal</b>		\$
					35,959.32
			<b>IVA</b>	<b>12%</b>	\$
					4,315.12
			<b>Total</b>		\$
					40,274.44

#### **4.2 Determinación del costo por unidad y estimación del presupuesto total de la obra**

Según el presupuesto de referencia para la Red 2, se estima un costo de \$40,274.44 dólares. Esta red tiene una longitud de 1,070.35 metros, lo que nos da un precio por metro de \$37.63 dólares. Considerando que el total de las líneas de agua que se deben cambiar es de 10,180.08 metros, se puede hacer una estimación aproximada del presupuesto total, el cual sería de \$383,047.35 dólares. Es importante destacar que esta cifra es solo un aproximado y puede variar en función de otros factores y especificaciones adicionales.

## **CONCLUSIONES**

Este trabajo se sustenta en el análisis y mejoramiento de la distribución de agua en Junta Administrativa de Agua Potable El Chorro La Calera, con el objetivo de proponer soluciones que optimicen el sistema de suministro, esto se realizó gracias al convenio de la Universidad del Azuay y la junta administrativa de agua con propósito de abordar los estudios de mejora.

Tras llevar a cabo mediciones y recopilación de datos relevantes, se logró obtener información precisa sobre las características físicas del sistema de agua potable. Estos datos proporcionaron una base sólida para comprender las necesidades de los usuarios y deficiencias del sistema, lo cual es fundamental para el desarrollo de propuestas.

Se analizaron variables como dimensiones de la red, calidad del agua, caudal, presión, velocidad y pérdida de carga, lo que permitió identificar las zonas específicas en la red que requerían cambios para optimizar el rendimiento y la eficiencia del sistema.

Como resultado de la investigación, se han desarrollado propuestas concretas para mejorar la distribución de agua. Estas propuestas abarcan aspectos como el tratamiento del agua, la organización de la información, la renovación parcial de las líneas de agua y el uso de materiales de calidad. Además, se ha estimado un presupuesto referencial necesario para implementar las mejoras propuestas, brindando una orientación financiera para el proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

Implementar un plan de gestión integral del agua que abarque la gestión eficiente de los recursos hídricos, incluyendo medidas de conservación, monitoreo constante de la calidad del agua y la implementación de prácticas sostenibles en el uso y manejo del agua.

Fortalecer el mantenimiento y monitoreo continuo del sistema con un programa regular de mantenimiento de las infraestructuras del sistema de agua potable, como las líneas de distribución, tanques de almacenamiento y equipos de tratamiento. Además, se sugiere establecer un sistema de monitoreo continuo para detectar posibles problemas o deficiencias de manera oportuna.

Fomentar la educación y concientización sobre el uso responsable del agua con programas educativos y campañas de concientización dirigidas a los usuarios del sistema de agua potable, con el objetivo de promover prácticas responsables de consumo, conservación y uso eficiente del agua.

Realizar actualizaciones periódicas del estudio hidráulico dado que las necesidades y demandas del sistema pueden cambiar con el tiempo, se sugiere llevar a cabo actualizaciones periódicas del estudio hidráulico para garantizar que el diseño y dimensionamiento de la red de distribución de agua se ajusten adecuadamente a las condiciones actuales y futuras.

Establecer alianzas estratégicas con entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y otras partes interesadas relevantes para buscar apoyo financiero, técnico y logístico para la implementación de las mejoras propuestas.

Evaluar la viabilidad de fuentes alternativas de agua ante posibles problemas de escasez de agua en el futuro, se sugiere evaluar la viabilidad de fuentes alternativas, como la

captación y aprovechamiento de agua de lluvia, la reutilización de aguas grises y la exploración de nuevas fuentes de abastecimiento.

Se espera que la implementación de las recomendaciones contribuya al bienestar y desarrollo de la comunidad. Es fundamental considerar la viabilidad técnica, económica y social de cada recomendación antes de su ejecución, y contar con el apoyo y compromiso de todas las partes involucradas para lograr los mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Molnar, P. (2011). *"Calibration". Watershed Modelling*. Zürich, Switzerland.: Institute of Environmental Engineering, Chair of Hydrology and Water Resources Management.
- ABAD, J., & ARÍZAGA, C. (2022). *Evaluación y rediseño del Sistema de agua potable para la comunidad Yaritzagua, Parroquia El Progreso, Canton Nabon*.  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12249>
- Aguirre, B., & Peñaloza, C. (2022). *"Evaluación y rediseño del sistema de agua potable para la comunidad de la Asunción – Girón, Azuay"*.  
<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12376>
- CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*.  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5%20Parte\\_9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf)
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1997). *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*.  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5%20Parte\\_9-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-2.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *AGUA POTABLE. REQUISITOS*.  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>

Secretaría del Agua. (2016). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL* .  
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-area-rural.pdf>

Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*.  
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.1 Análisis muestras Calidad de agua potable para el sector el Chorro la Calera.

LABORATORIO DE AGUA POTABLE - ETAPA EP										
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION NUMERO OAE LE C 12-003										
								SOLICITUD No: 006-23		
<b>SOLICITUD DE ANALISIS</b>										
CLIENTE:	PAGUAY SERPA JAIME ESTEBAN									
DIRECCION:	CIUDADELA KENNEDY									
R.U.C. o C.I.:	0302305230									
SOLICITADO POR:	PAGUAY SERPA JAIME ESTEBAN									
TELEFONO:	0984458784									
CORREO ELECTRONICO:	jaimesteban@serpa97@hotmail.com									
ENTREGADO POR:	PAGUAY SERPA JAIME ESTEBAN									
ORIGEN y/o PROCEDENCIA:	CHORRO LA CALERA									
SECTOR:	UCHOLOMA - NARANCAJ									
TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR:	PAGUAY SERPA JAIME ESTEBAN									
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	martes, 28 de febrero de 2023									
RECIBIDO POR:	ING. CHRISTIAN SANCHEZ MERCHAN									
FECHA DE RECEPCION:	martes, 28 de febrero de 2023									
FECHA ENTREGA DE RESULTADOS:	martes, 7 de marzo de 2023									
	HORA: 10H30									
	HORA: 15H00									
PARAMETRO	MUESTRAS						TOTAL	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	METODO *
	1	2	3	4	5	6				
	E23-016	E23-016	E23-017							
<b>ANALISIS FISICOS</b>										
Color Aparente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	4,32	12,96	SM23-2120 b
Conductividad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	4,04	12,12	SM23-2610 b
pH	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	7,21	21,63	SM23-4500-CI g
Turbiedad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	4,53	13,59	SM23-2130 b
<b>ANALISIS QUIMICOS</b>										
Acidez	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3,06	9,18	SM23-2310 b
Alcalinidad Total	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3,79	11,37	SM23-2320 b
Cloro residual	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	6,46	12,92	SM23-4500-CI g
Cloruros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3,83	11,49	SM23-4500-CI c
Dureza Cálcica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3,81	11,43	SM23-3500-Ca b
Dureza Total	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3,81	11,43	SM23-2340 c
Fluoruros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	28,80	86,40	SM23-4500-F D
Nitratos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	28,80	86,40	SM23-4500-NO <sub>3</sub> E
Nitritos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	24,34	73,02	SM23-4500-NO <sub>2</sub> B
Sulfatos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	14,93	44,79	SM23-4500-SO <sub>4</sub> F E
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICOS</b>										
Coliformes Totales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	30,16	60,32	SM23-0211 g SM23-0222 b
Coliformes Fecales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	30,16	60,32	SM23-0211 g SM23-0222 b
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>										
IDENTIFICACION	CODIGO	TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD	PARAMETROS						
1-INGRESO DE AGUA CRUDA	E23-016	CRUDA	1000 ml	13						
2 - TANQUE DE LA PLANTA	E23-016	TRATADA	1200 ml	16						
3 - RED - DOMICILIO SRA. ROSA MOROCHO	E23-017	TRATADA	1200 ml	16						
<p>OBSERVACIONES: A PETICION VERBAL DEL CLIENTE SE DETERMINA CUANTO LIBRE RESIDUAL DE LAS MUESTRAS E23-016 Y E23-017. SE LE EXPLICA AL CLIENTE QUE DICHS VALORES SERAN REPORTADOS COMO UN PARAMETRO NO ACREDITADO.</p>										
<b>TIPO DE SOLICITUD</b>								TOTAL (8% IVA): \$ 479,05		
<input checked="" type="checkbox"/> Personal <input type="checkbox"/> Telefónica								12% IVA: \$ 57,49		
<input type="checkbox"/> Fax <input type="checkbox"/> Correo								NUMERO DE PAGO: 298469		
								FACTURA DE PAGO NUMERO:		
								FECHA DE PAGO:		
<p>El Laboratorio Agua Potable se encuentra acreditado en los siguientes parametros: determinación de Coliformes Totales y Fecales por el método de Filtración por Membrana, Cloro Residual, Turbiedad, Conductividad, pH, Manganeso, Hierro y Arsénico.                  Las muestras para análisis Físico Químico, una vez analizadas serán mantenidas en nuestro laboratorio máximo por un periodo de 24 horas si el cliente lo solicita.                  Las Muestras para ensayos Bacteriológicos serán desechadas una vez concluido el análisis.                  Laboratorio de Agua Potable de ETAPA EP garantiza al cliente la confidencialidad de los resultados de sus análisis.                  En caso de inconformidad con la atención y/o resultados emitidos, el cliente tiene el derecho de presentar su queja de no conformidad.                  También, es potestad del cliente solicitar una visita planificada al laboratorio y explicación técnica referente a los resultados de su muestra.                  * SM23 Standard Methods edición 23                  La información referida a los muestreos y datos de este informe son de exclusiva responsabilidad del cliente, el laboratorio no garantiza la veracidad de la misma.                  El presente constituye un contrato de solicitud de análisis con el cliente.</p>										
										
Entregado por: (Firma cliente) (Firma Laboratorio)										
NOMBRE DEL ARCHIVO DIGITAL: 20230228_CHORRO LA CALERA_PAGUAY SERPA JAIME ESTEBAN.PDF										
FPD4-4-01 R12 ETAPA EP - Planta de Tixán (Sector Ochoa León) - Laboratorio de Agua Potable - Telef: 07 4101377 - http://www.etapa.net.ec Página 1de1										

ANEXO 1.2 Modelo de Encuesta Aplicada a los usuarios.

Sector	Personas encuestadas	¿Como es el estado de la conexión de agua potable?			¿Está de acuerdo con el proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable?		¿Ha tomado medidas para preservar la calidad?			¿Cómo califica Ud. el servicio de agua potable?			¿El agua llega con presión suficiente a su casa?		¿El agua que llega a su casa presenta turbidez?		¿El agua que llega a su casa presenta olor desagradable?		¿El agua que llega a su casa presenta sabor extraño?	
		Bueno	Regular	Malo	si	No	Hervir el	Clorar el	Ninguna	Buena	Regular	Mala	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Calera	10	8	2	0	10	0	5	0	5	8	2	0	7	3	0	10	0	10	0	10
Chorro	9	5	3	1	9	0	5	0	4	6	3	0	7	2	2	7	0	9	0	9
Corraloma	4	1	1	2	4	0	3	0	1	2	2	0	2	2	1	3	0	4	0	4
Naranca y Simón Bolívar	18	8	6	4	17	1	9	1	8	1	2	2	14	4	2	16	0	18	0	18
Santa María	4	4	0	0	4	0	2	0	2	3	1	0	4	0	1	3	0	4	0	4
Uchuloma	6	4	2	0	6	0	2	0	4	4	2	0	5	1	1	5	0	6	0	6
Total usuarios	14	4	8	2	14	0	4	1	9	6	8	0	4	10	2	12	1	13	1	13
	65																			3

ANEXO 1.3 Análisis encuesta Aspectos socio-económicos.

Sector	Personas encuestadas	Grado de instrucción				Ocupación								Ingresos económicos			Tipo de edificación			Tipo de material de vivienda				Tipo de vía existente a su vivienda			Servicios Básicos					
		Ninguna	Primario	Secundario	Superior	Ama de casa	Obrero	Agricultor	Ninguna	Profesional	Semanal	Quincenal	Mensual	Otros	Una planta	Dos plantas	Multifamiliar	Finca	Adobe	Madera	Cemento-Bloque	Lastrada	Tierra	Asfalto	Energía eléctrica	No tiene	Evacuación de aguas servidas	Publico	Fosa séptica	No tiene	Recolección de basura	Si
Calera	10	3	6	1	0	4	2	2	2	0	5	1	1	3	4	5	1	0	2	0	8	7	0	3	1	0	1	0	0	0	10	0
Chorro	9	4	3	0	2	3	2	2	0	2	2	1	3	3	5	5	0	0	2	0	7	8	0	1	9	0	8	1	0	9	0	
Corraloma	4	1	1	2	0	0	2	1	1	0	0	1	0	3	0	3	1	0	0	0	4	2	0	2	4	0	4	0	0	4	0	
Naranca	18	8	4	4	2	5	5	3	2	3	6	4	4	4	4	1	0	0	5	1	1	8	6	4	1	0	1	1	0	18	0	
Simón Bolívar	4	1	3	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	2	1	1	2	0	0	0	4	3	1	0	4	0	4	0	0	4	0	
Santa María	6	1	3	2	0	3	1	1	0	1	2	0	3	1	4	2	0	0	3	0	3	0	0	6	6	0	6	0		6	0	
Uchuloma	14	6	5	2	1	6	4	2	0	2	4	4	6	0	6	7	1	0	4	0	1	1	2	2	1	0	1	1	0	14	0	
<b>Total usuarios</b>	65																															

**ANEXO 1.4** Cuadros de resultados información usuarios Junta de Agua.

#	Sector	Nombre	Código	Coordenadas			Presión (psi)	N-Medidor
				Norte	Este	Altitud		
1	Uchuloma	ALVAREZ JARAMA JULIA CELINA	512	9675846	715770	2819	50	917375
2	Uchuloma	DUGLLAY ZHUMI LUIS ELIO	609	9675825	715783	2808	45	05076901
3	Uchuloma	QUINDE GUIÑANZACA NORMA	608	9675575	715438	2866	25	05043437
4	Uchuloma	ALVAREZ ALVAREZ ANGEL BOLIVAR	465	9675470	715277	2887	85	006112
5	Uchuloma	MORA ZHAGUI JULIO CESAR	499	9675586	715371	2872	55	02070721
6	Uchuloma	TENESACA JARAMA MANUEL SEGUNDO	520	9675608	715408	2877	45	01135007
7	Uchuloma	SUCOZHAÑAY SALDAÑA HECTOR	513	9675634	715391	2877	50	02070509
8	Uchuloma	ZHAGUI DUGLLAY JOSE ALBERTO	528	9675645	715414	2875	40	507456
9	Uchuloma	ZHAGUI DUGLLAY ZOILA ROSA	450	9675673	715427	2876	45	A21G361721
10	Uchuloma	ZHAGUI SIGUA CARMEN SARA	533	9675844	715541	2858	45	137859
11	Uchuloma	QUINDE ZHAGUI LUIS RICARDO	616	9675877	715560	2854	45	11038669
12	Uchuloma	ZUMBA MORA MARIA LUZ	604	9675951	715650	2845	50	M1701716976154
13	Uchuloma	ZUMBA MORA MARIA LUZ	478	9676056	715615	2843	50	08076620
14	Uchuloma	TOBAY TENECELA MARIA MERCEDES	581	9675936	715735	2822	85	H003285
15	Uchuloma	DUGLLAY TENECELA JOSE GILBERTO	483	9675890	715724	284	70	950000/115cm
18	Chorro	OTORONGO GUAMBAÑA ZOILA ESTHER	321	9676382	715854	2723	80	201023360
19	Chorro	YUNGA YUNGA SANDRA CELINA	586	9676366	715864	2726	85	Q17GA024717A
20	Chorro	PEREZ PEREZ GABRIEL MARIA DE JESUS	326	9676282	715828	2738	80	9558002
21	Chorro	PEREZ PEREZ GABRIEL MARIA DE JESUS	575	9676268	715820	2751	70	A11N904072
22	Chorro	TENECELA CLAVIJO JOSE LUIS CESAR	335	9676137	716142	2699	80	96517
23	Chorro	DUGLLAY JUAN PABLO	317	9675993	716000	2740	100	00009100
24	Chorro	ZHAGUI SAQUICELA SEGUNDO	350	9675983	716286	2704	65	Q17GA023843
25	Chorro	SALDAÑA MARIA JESUS	330	9676579	716099	2702	80	
26	Santa María	TORRES CHUCHUCA SEGUNDO REMIGIO	252	9676489	716946	2650	65	990215/190

27	Santa María	CORONEL YUNGA ANGEL MARIA	215	9676433	716914	2656	75	08074597
28	Santa María	RIVERA JOSE DANIEL	242	9676513	716901	2648	90	201023342
29	Santa María	GUAMAN MANUEL MARIA	222	9676509	716930	2662	80	940008/190cm
30	Santa María	GUAMAN BRITO JOSE DANIEL	220	9676526	716939	2656	75	940008/115cm
31	Santa María	RUILOVA AIDA	244	9676625	716886	2636	75	12923924
32	Simón	AYALA VICTOR	3	9676538	717142	2649	85	05076271