



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE
AL CANTÓN SIGSIG**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE

JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO

TUTOR: ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACION**

Nosotros, Lisseth Vanessa Peñafiel Calle con documento de identificación N° 0350121372 y Jorge Fabian Pesantez Lozano con documento de identificación N° 0302845490; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Lisseth Vanessa Peñafiel Calle

0350121372



Jorge Fabian Pesantez Lozano

0302845490

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Lisseth Vanessa Peñafiel Calle con documento de identificación N° 0350121372 y Jorge Fabian Pesantez Lozano con documento de identificación N° 0302845490, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño de la ampliación de la red de distribución de agua potable en la parroquia San José de Raranga perteneciente al cantón Sigsig”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Lisseth Vanessa Peñafiel Calle

0350121372



Jorge Fabian Pesantez Lozano

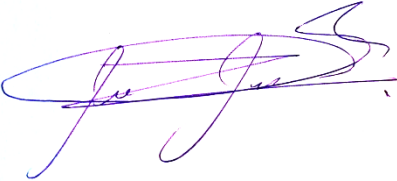
0302845490

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Paúl Mera Parra con documento de identificación N° 1804404034, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG, realizado por Lisseth Vanessa Peñafiel Calle con documento de identificación N° 0350121372 y por Jorge Fabian Pesantez Lozano con documento de identificación N° 032845490, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Christian Paúl Mera Parra

1804404034

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada principalmente a mi querida madre Rosa Calle, pues de ella aprendí el verdadero significado del trabajo duro, entrega y sacrificio. Su bendición a diario ha sido la luz que guía mi trayecto y lo cual me mantuvo siempre firme para no perecer, convirtiéndome en la persona que soy ahora y sin duda en lo que seré mañana. A mi padre Claudio Peñafiel por ser un soporte, sustento, y brindarme confianza para concentrarme en mi crecimiento intelectual y personal. A mis amigos y seres queridos, que se consolidaron como testigos y confidentes para la superación de cada uno de los retos que se evidenciaron hasta cumplir esta meta.

Liseth Peñafiel

AGRADECIMIENTOS

Eterna gratitud a mi director de trabajo de titulación Christian Paúl Mera Parra MSc. maestro, compañero y amigo, me brindó su apoyo, colaboración y esfuerzo, guiándome en cada una de las etapas para la elaboración de la investigación. Mi profundo agradecimiento a todos los docentes, quienes, con la instrucción y enseñanza de sus valiosos conocimientos y experiencias forjaron bases sólidas para crecer día a día en mi formación personal como profesional.

A mi compañero de equipo, Jorge Pesantez, que fue un gran apoyo en toda mi vida universitaria, aprendí mucho de él y me quedo con todos los buenos momentos vividos y los conocimientos que me brindó en su momento, muchas gracias por cumplir con constancia y dedicación todos los retos que este trabajo nos presentó.

Lisseth Peñafiel

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación quiero dedicarlo a mi padre Bolívar quien es mi ejemplo de responsabilidad y trabajo, a mi madre Rosario, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi fortaleza a lo largo de esta travesía académica. Gracias por ser mis guías y por alentarme a alcanzar mis sueños, ustedes son los principales protagonistas de esta meta alcanzada. A mis hermanos quienes me apoyaron y guiaron para seguir adelante, amigos y seres queridos, quienes han compartido risas, lágrimas y momentos inolvidables durante esta etapa. Esta tesis es un testimonio de la influencia positiva que han tenido en mi vida, por tal motivo con profundo estima, dedico este trabajo a todos aquellos que han dejado una huella imborrable en mi camino. Este logro no habría sido posible sin cada uno de ustedes.

Jorge Pesantez

AGRADECIMIENTOS

Mis sentimientos de gratitud y estima a mi director de investigación, Christian Paúl Mera Parra MSc. por su orientación, paciencia y dedicación, sus valiosos comentarios y sugerencias han sido fundamentales para estructurar esta investigación y mejorar su calidad. Mi gratitud sincera se extiende al personal administrativo del GAD parroquial de San José de Raranga quienes aportaron con recursos e información valiosa para el desarrollo de esta investigación.

Además, deseo reconocer a mi compañera Lisseth Peñafiel, quien brindó un respaldo constante y orientación invaluable a lo largo de mi trayecto académico. Juntos formamos un sólido equipo que nos permitió progresar diariamente, culminando en la consecución de esta meta tan ansiada. Ambos fuimos testigos del sacrificio que implicó llegar a este punto. Por su ayuda, dedicación, sabiduría, entusiasmo y esfuerzo, quedo completamente agradecido.

Jorge Pesantez

Resumen

Una infraestructura diseñada es esencial para garantizar el suministro y distribución eficiente de agua en una comunidad, estas redes garantizan que el agua llegue a las comunidades de manera segura y eficiente, minimizando pérdidas y asegurando la calidad del líquido vital, por tal razón, la investigación consiste en analizar y planificar la ampliación de una red de distribución de agua en la comunidad de San José de Raranga, en donde se pretende abastecer a la mayoría de viviendas que se encuentran en la zona y que no cuentan con el servicio o el caudal no es el adecuado.

El proyecto de investigación propone abordar los desafíos asociados con el diseño de una red de distribución de agua que garantice un suministro eficiente, sostenible y confiable en la parroquia. Para lograr este propósito, se llevó a cabo un análisis detallado de los siguientes aspectos. Se realizó un estudio exhaustivo de la demanda de agua, considerando la población actual y proyectada, las tasas de crecimiento, los usos del agua y otros factores que afectan la demanda. Se lleva a cabo un estudio topográfico del área para comprender la configuración del terreno, las pendientes y otros factores que afectan la distribución del agua. Utilizando herramientas de modelado hidráulico, se buscó optimizar la disposición de tuberías y nodos para minimizar pérdidas de carga, mejorar la eficiencia y garantizar la presión adecuada en todo el sistema.

Con los datos obtenidos se realizó la evaluación y se procedió a diseñar la nueva red, obteniendo como resultado un diámetro interno en las tuberías, lo cual indica que las velocidades y caudales presentes en el diseño son óptimas para que se desenvuelva eficientemente el sistema de distribución de agua, asegurando así un correcto funcionamiento de la red a futuro. Finalmente, es importante comentar que una red de agua bien gestionada no solo es esencial para satisfacer las necesidades básicas de la población, sino que también tiene un impacto positivo en la salud, el

desarrollo sostenible, la economía local y la capacidad de la comunidad para enfrentar desafíos ambientales.

Palabras claves: Infraestructura hídrica, suministro de agua, dotación, desarrollo urbano, eficiencia hídrica.

Abstract:

A designed infrastructure is essential to guarantee the efficient supply and distribution of water in a community, these networks guarantee that water reaches the communities safely and efficiently, minimizing losses and ensuring the quality of the vital liquid, for this reason, the research It consists of analyzing and planning the expansion of a water distribution network in the community of San José de Raranga, where it is intended to supply the majority of homes that are in the area and that do not have the service or the flow does not exist. It is adequate.

The research project proposes to address the challenges associated with the design of a water distribution network that guarantees an efficient, sustainable and reliable supply in the parish. To achieve this purpose, a detailed analysis of the following aspects was carried out. A comprehensive study of water demand was conducted, considering current and projected population, growth rates, water uses, and other factors affecting demand. A topographic study of the area is carried out to understand the terrain configuration, slopes and other factors that affect water distribution. Using hydraulic modeling tools, we sought to optimize the arrangement of pipes and nodes to minimize pressure losses, improve efficiency and guarantee adequate pressure throughout the system. A water network is essential to guarantee the efficient supply and distribution of water in a community, the main focus of this project is to analyze and plan the expansion of a water distribution network for the residents of the town of San José de Raranga.

INDICE

| | |
|---|----|
| INDICE..... | 8 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. PROBLEMA..... | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.2. Importancia y alcances | 4 |
| 2.3. Delimitación | 7 |
| 2.4. Espacial o geográfica | 7 |
| 2.5. Temporal | 8 |
| 2.6. Sectorial o institucional..... | 8 |
| 3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS..... | 9 |
| 3.1. Objetivo general | 9 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 9 |
| 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 9 |
| 4.1. Diseño hidráulico de sistemas de agua..... | 9 |
| 4.1.1. Conducción | 10 |
| 4.1.2. Captación | 10 |
| 4.1.3. Tanque de almacenamiento..... | 10 |
| 4.1.4. Sistema de distribución | 11 |
| 4.1.5. Tipos de redes | 12 |
| 4.2. Bases de diseño | 16 |
| 4.2.1. Vida útil del sistema..... | 16 |
| 4.2.2. Población de diseño | 17 |
| 4.2.3. Tasa de crecimiento poblacional..... | 18 |
| 4.2.4. Comportamiento de la población actual | 19 |
| 4.2.5. Técnicas de proyección demográfica..... | 19 |
| 4.2.6. Superficie de diseño | 21 |
| 4.2.7. Concentración demográfica | 21 |
| 4.2.8. Dotación | 22 |
| 4.2.9. Variaciones de consumo | 22 |
| 4.2.10. Volúmenes de almacenamiento | 25 |
| 4.2.11. Estimación de diámetros | 25 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 4.3. | Programa WATERGEMS | 26 |
| 4.4. | Especificaciones de flujo y presión en sistemas de distribución..... | 27 |
| 4.4.1. | Velocidad | 27 |
| 4.4.2. | Presiones de servicio..... | 28 |
| 4.5. | Válvulas..... | 28 |
| 4.5.1. | Distribución de Válvulas..... | 28 |
| 4.5.2. | Válvulas de compuerta..... | 29 |
| 4.5.3. | Válvulas de purga..... | 29 |
| 4.5.4. | Válvulas reguladoras de presión | 30 |
| 4.5.5. | Tanque rompe presión..... | 30 |
| 4.5.6. | Golpe de ariete | 31 |
| 4.6. | Conexiones domiciliarias | 31 |
| 4.7. | Medición de caudales y presiones | 32 |
| 4.7.1. | Medición de caudales..... | 32 |
| 4.7.2. | Medición de presiones | 33 |
| 5. | MARCO METODOLÓGICO..... | 33 |
| 5.1. | Evaluación del sistema actual..... | 33 |
| 5.2. | Diseño de la red futura con la inclusión de los tanques en la zona alta | 41 |
| 5.2.1. | Estudio topográfico..... | 41 |
| 5.2.2. | Evaluación de redes en WaterGEMS para diseño de la Red actual | 42 |
| 5.2.3. | Estudio de volúmenes usados para considerar en una posterior investigación de diseño de tanques..... | 43 |
| 5.3. | Modelado la red actual y futura de la comunidad San José de Raranga | 45 |
| 6. | RESULTADOS..... | 46 |
| 7. | CONCLUSIONES | 98 |
| 8. | RECOMENDACIONES..... | 100 |
| 9. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 101 |
| 10. | ANEXOS | 105 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Población económicamente activa (PEA) de la parroquia San José de Raranga por ramas de actividad</i> | 6 |
| Tabla 2 <i>Población / diámetro mínimo de la tubería principal y secundaria a considerar</i> | 16 |
| Tabla 3 <i>Vida útil propuesta para los elementos de un sistema de agua potable</i> | 17 |
| Tabla 4 <i>Dotaciones y variaciones de consumo</i> | 22 |
| Tabla 5 <i>Caudal y dispositivos contra incendios</i> | 24 |
| Tabla 6 <i>Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable</i> | 24 |
| Tabla 7 <i>Población / diámetro mínimo para una red de distribución</i> | 26 |
| Tabla 8 <i>Velocidades máximas y mínimas permisible en tuberías</i> | 27 |
| Tabla 9 <i>Puntos geográficos que representan los nodos y tanques del sistema existente y red nueva.</i> | 48 |
| Tabla 10 <i>Viviendas existentes y número de habitantes por domicilio para la obtención de población actual dentro de la zona de estudio</i> | 50 |
| Tabla 11 <i>Cálculo de tasa de crecimiento método geométrico.</i> | 50 |
| Tabla 12 <i>Población futura mediante método geométrico</i> | 51 |
| Tabla 13 <i>Cálculo de tasa de crecimiento método aritmético.</i> | 52 |
| Tabla 14 <i>Población futura mediante el método aritmético</i> | 53 |
| Tabla 15 <i>Cálculo de tasa de crecimiento mediante el método exponencial</i> | 54 |
| Tabla 16 <i>Población futura mediante el método exponencial</i> | 54 |
| Tabla 17 <i>Cálculo de las densidades para los tres tipos de diseños</i> | 55 |
| Tabla 18 <i>Demanda horaria</i> | 57 |
| Tabla 19 <i>Volúmenes de tanques a implementar en el diseño del sistema de agua futuro.</i> | 58 |
| Tabla 20 <i>Determinación de caudales en la red actual</i> | 59 |
| Tabla 21 <i>Determinación de caudales en la red actual junto con la red nueva</i> | 60 |
| Tabla 22 <i>Tuberías evaluadas en la red actual con el caudal máximo horario (QMH)</i> | 64 |
| Tabla 23 <i>Nodos evaluados en la red actual con el caudal máximo horario (QMH)</i> | 66 |
| Tabla 24 <i>Tuberías evaluadas en la red actual repotenciada con el caudal máximo horario (QMH)</i> | 70 |

| | |
|--|----|
| Tabla 25 <i>Nodos evaluados en la red actual repotenciada con el caudal máximo horario (QMH)</i> | 72 |
| Tabla 26 <i>Tuberías evaluadas en la red actual con el caudal medio diario y su respectiva curva de consumo.</i> | 75 |
| Tabla 27 <i>Nodos evaluados en la red actual con el caudal medio diario y su respectiva curva de consumo.</i> | 77 |
| Tabla 28 <i>Tuberías diseñadas de la red actual y futura en base al caudal máximo horario (QMH).</i> | 81 |
| Tabla 29 <i>Nodos diseñados de la red actual y futura en base al caudal máximo horario (QMH).</i> | 83 |
| Tabla 30 <i>Tuberías de la red existente repotenciada junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal máximo horario (QMH)</i> | 87 |
| Tabla 31 <i>Nodos de la red existente repotenciada junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal máximo horario (QMH)</i> | 90 |
| Tabla 32 <i>Tuberías de la red existente junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal medio diario (qmd) y su curva de consumo.</i> | 93 |
| Tabla 33 <i>Nodos de la red existente junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal medio diario (qmd) y su curva de consumo.</i> | 95 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Conexiones de tubería de agua de la parroquia San José de Raranga</i> | 4 |
| Figura 2 <i>Mapa acceso a servicios básicos</i> | 5 |
| Figura 3 <i>Mapa zona de valoración del sistema de agua potable</i> | 7 |
| Figura 4 <i>Zona de expansión de la nueva red de agua potable</i> | 8 |
| Figura 5 <i>Red de distribución abierta o ramificada</i> | 13 |
| Figura 6 <i>Red de distribución cerrada</i> | 14 |
| Figura 7 <i>Red de distribución de agua combinada o mixta</i> | 15 |
| Figura 8 <i>Plano de la red actual de la parroquia San José de Raranga digitalizado</i> | 46 |
| Figura 9 <i>Curva de consumo en el software WaterGEMS</i> | 56 |
| Figura 10 <i>Plano de la red actual mediante el caudal máximo horario (QMH)</i> | 62 |
| Figura 11 <i>Plano de la red actual repotenciada evaluada con el caudal de diseño (QMH)</i> | 68 |

| | |
|--|----|
| Figura 12 <i>Plano de la red actual mediante el caudal medio diario implementado su curva de consumo</i> | 73 |
| Figura 13 <i>Plano de la red existente junto con el diseño de la nueva red de acuerdo al caudal máximo horario (QMH)</i> | 78 |
| Figura 14 <i>Plano de la red existente junto con el nuevo diseño de red repotenciada mediante el caudal máximo horario (QMH)</i> | 85 |
| Figura 15 <i>Plano de la red existente junto con la red nueva mediante el caudal medio diario implementando su curva de consumo.</i> | 91 |

1. INTRODUCCIÓN

Diseñar una red de agua eficaz y eficiente es un elemento fundamental en la planificación y desarrollo de comunidades sostenibles ya que la infraestructura de suministro de agua desempeña un papel crucial en garantizar el abasto confiable de agua potable para las necesidades cotidianas de la población (Fernández, 2012). La ejecución de una red de agua áreas urbanas y rurales permite proporcionar acceso a este líquido vital, lo cual es esencial para el bienestar de la población. Esto resulta crucial para el consumo humano y la higiene, contribuyendo así a un adecuado desarrollo sostenible en la región. Además, planificar correctamente el desarrollo de una infraestructura de agua para poder brindar el servicio a la población y generar un fácil acceso al agua, incentivará a los habitantes a desarrollar diversas actividades dentro de la agricultura, la industria o el turismo, lo que impulsará el crecimiento económico local. (González-Ramírez y Bejarano-Salazar, 2019).

De acuerdo con Cabrera-Béjar y Gueorguiev (2012), el proceso de diseño no solo implica la disposición física de tuberías y depósitos, sino que también abarca aspectos fundamentales como la gestión sostenible del recurso, la resiliencia ante eventos extremos y la integración de tecnologías que fomenten la eficiencia hídrica. En esta exploración, se examinó detenidamente los principios clave que guían la elaboración de un sistema de abastecimiento agua.

El presente trabajo de titulación consistió en evaluar el sistema existente de agua y el diseño de una nueva red de distribución en la comunidad San José de Raranga, para conseguirlo, se realizó un revisión del plano de la estructura de abastecimiento, donde se procedió a analizar la distribución que se da a la zona, además, se ejecutó un estudio de la topografía que existe en el área de influencia con la finalidad de apreciar la forma del terreno y proceder a diseñar la nueva red que se pretende implementar en la comunidad.

Es relevante señalar que en proceso de la presente investigación se procedió a aplicar encuestas a los habitantes de la zona, donde se pudo evidenciar que el servicio del agua no es eficiente e incluso en algunas zonas la cantidad del agua es escasa, lo que imposibilita a la población satisfacer sus necesidades básicas, por tal motivo el proyecto mantiene su importancia debido a que el estudio pretende mediante un diseño de red de agua ofrecer un correcto abastecimiento del líquido vital dentro de toda la zona para así brindar una vida digna a la población. Es importante resaltar que, al tratarse de un proyecto de gran envergadura, la planificación se fundamenta en normativas que cumplen con todos los requerimientos técnicos para el suministro de agua, asegurando una distribución adecuada del recurso hídrico.

Para contrarrestar la problemática fue necesario identificar las zonas que más problemas presentan con el abastecimiento de agua y a su vez que no cuentan con el servicio, para esto fue imprescindible utilizar la información de la Junta de Agua de San José de Raranga y estudios realizados que se muestran en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT), por tal razón se decidió incorporar en el estudio la ampliación del sistema actual en el área de expansión como una alternativa de solución.

2. PROBLEMA

2.1. Antecedentes

La zona posee redes de abastecimiento y fuentes de agua, capaces de satisfacer a la mayoría de los sectores. Sin embargo, no se han realizado acciones que permitan suministrar agua potable a las nuevas viviendas que se establecen en zonas sin cobertura. Actualmente esta parroquia cuenta con un único sistema de distribución, mismo que se maneja por la junta de agua de la parroquia San José de Raranga. De acuerdo a estudios realizados por el GAD Parroquial se ha conseguido abastecer de agua a un gran porcentaje de la comunidad, sin embargo, el alcance no es suficiente, debido a que la parroquia sigue creciendo y el índice poblacional va en incremento habitando nuevos sectores en los cuales no existe una forma para abastecer de agua.

En base a estudios realizados, se ha permitido identificar que las personas que habitan en esta zona, ya sean hombres o mujeres, se les dificulta el acceso a una calidad de vida óptima, como es el gozar de servicios básicos de primera necesidad, siendo esto causante de altas tasas migratorias de acuerdo al plan de ordenamiento territorial de la parroquia (Álvaro et al., 2015).

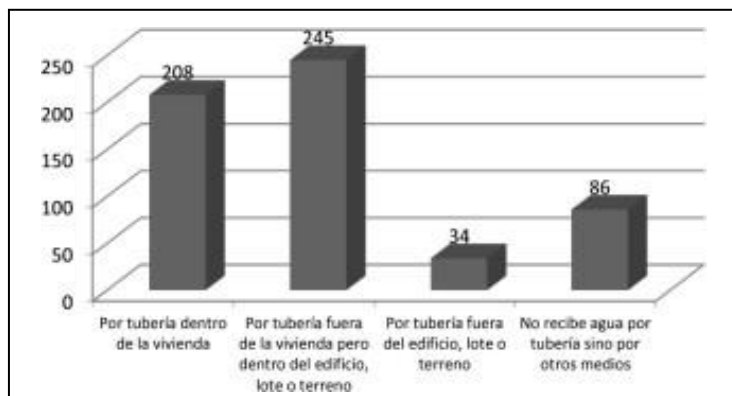
La parroquia San José de Raranga junto con el GAD de la comunidad ha ido desarrollando proyectos de bienestar social, brindando comodidad y un estilo de vida agradable, sin embargo al pasar los años obras civiles como las redes de agua, han ido presentando inconvenientes, tales como fugas, fisuras y roturas en todos sus componentes, ya que, según estudios realizados con anterioridad (PDOT) el diseño implementado no es apto para el caudal de agua que ahora abastece a la comunidad, al ser un pueblo en vías de desarrollo no se han implementado las acciones requeridas para el correcto uso y abastecimiento de agua, un caso en particular es que la distribución de agua no está disponible a todos los habitantes debido a la falta de criterio técnico en la construcción de la red de distribución (Álvaro et al., 2015).

2.2. Importancia y alcances

El diseño de una red de agua es fundamental para garantizar el suministro eficiente, seguro y sostenible de agua en áreas urbanas y rurales. Un diseño de red de agua adecuado asegura que las comunidades tengan acceso constante y confiable a agua, esencial para la salud, higiene y calidad de vida de la población (Gómez-Martínez, 2017). Un sistema de agua bien diseñado garantiza un suministro constante y confiable de agua a todos los puntos de consumo, además, permite la distribución eficiente del agua, minimizando las pérdidas por fugas y asegurando que el agua llegue a su destino de manera oportuna (Bracho-Fernández y Fernández-Rodríguez, 2017).

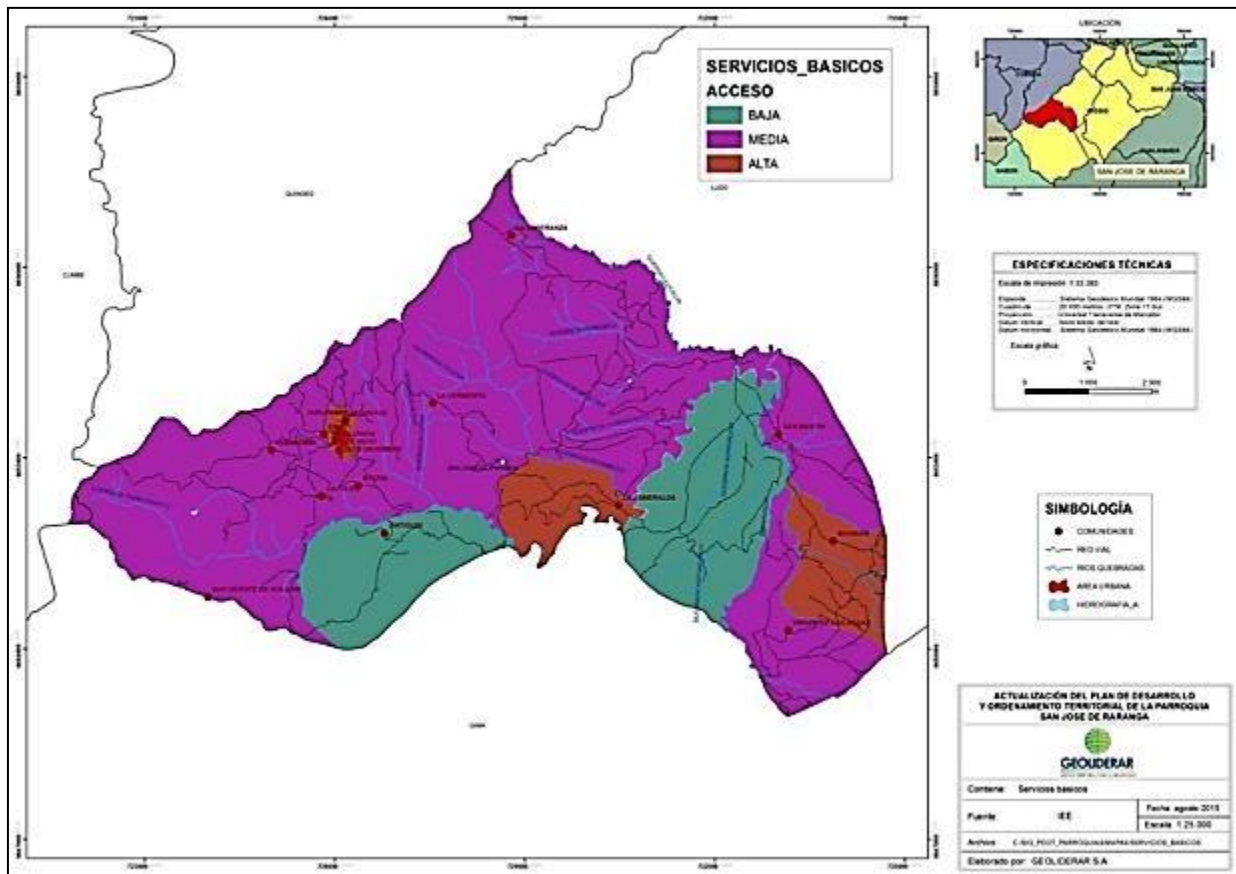
En base a lo expuesto, el presente proyecto plantea un diseño de red que se ajuste a las necesidades de la parroquia, con la finalidad de minimizar las pérdidas de agua por fugas y así garantizar una distribución equitativa y eficiente, reduciendo así la escasez de agua y mejorando la gestión de recursos. Por tal motivo para garantizar un estudio de calidad se consideró las características del modo de abastecimiento de consumo dentro de los hogares presentes en la zona, mismo que ayudo a identificar el problema para corregirlo y de esta manera pretender ofrecer un servicio más eficiente a los usuarios.

Figura 1 *Conexiones de tubería de agua de la parroquia San José de Raranga*



Nota: En base a la figura, de los 86 usuarios que corresponde al 15% por ciento de la población, no goza del suministro de agua potable mediante una red de tuberías, a su vez lo hacen por otros medios; ríos, sequias, pozos y aguas lluvia (Álvaro et al., 2015).

Figura 2 Mapa acceso a servicios básicos



Nota: Se puede apreciar zonas con bajo, medio y alto nivel de acceso a servicios básicos, en donde podemos notar que más del cincuenta por ciento de la parroquia tiene un acceso medio en servicios básicos (Álvaro et al., 2015).

Además, es importante mencionar que, considerando la información obtenida la presente investigación enfoca como prioridad mejorar el servicio a los usuarios que no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua y a su vez mejorar ciertas falencias que se presentan en la red actual, procurando así mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos. Hay que considerar que

en la actualidad, en la parroquia San José de Raranga la mayoría de la población y su economía dependen de la actividad agroindustrial como es la producción de queso y leche. Siendo vulnerable el crecimiento industrial debido a que no es factible implementar nuevas estructuras para la producción, ya que las zonas de expansión no cuentan con los servicios necesarios para que esta se desarrolle en plenitud. A continuación, en la tabla 1 se presenta las ramas de actividad de la Parroquia San José de Raranga:

Tabla 1 Población económicamente activa (PEA) de la parroquia San José de Raranga por ramas de actividad

| RAMAS DE ACTIVIDAD | HOMBRE | MUJER | PEA | % |
|--|---------------|--------------|------------|----------|
| Agricultura, crianza de ganado, ordenación forestal y pesca | 313 | 463 | 776 | 78.94 |
| Aprovechamiento de minas y canteras | 1 | 0 | 1 | 0.1 |
| Empresas manufactureras | 17 | 22 | 39 | 3.97 |
| Construcción | 81 | 0 | 81 | 8.24 |
| Comercio al por mayor y menor | 13 | 4 | 17 | 1.73 |
| Transporte y almacenamiento | 11 | 1 | 12 | 1.22 |
| Labores de albergue y servicio de comidas | 1 | 3 | 4 | 0.41 |
| Documentación y comunicación | 1 | 0 | 1 | 0.1 |
| Actividades profesionales, científicas y técnicas | 1 | 0 | 1 | 0.1 |
| Administración pública y defensa | 3 | 1 | 4 | 0.41 |
| Enseñanza | 2 | 1 | 3 | 0.31 |
| Otras actividades de servicios | 1 | 1 | 2 | 0.2 |
| Actividades de los hogares como empleados | 0 | 5 | 5 | 0.51 |
| No declarado | 9 | 19 | 28 | 2.85 |
| Trabajador nuevo | 8 | 1 | 9 | 0.92 |
| TOTAL | 462 | 521 | 983 | 100 |

Nota: En la tabla anterior, se enlista a detalle la PEA de la parroquia, relacionado con sectores primario secundario y terciario, en donde se puede observar que el sector primario resalta

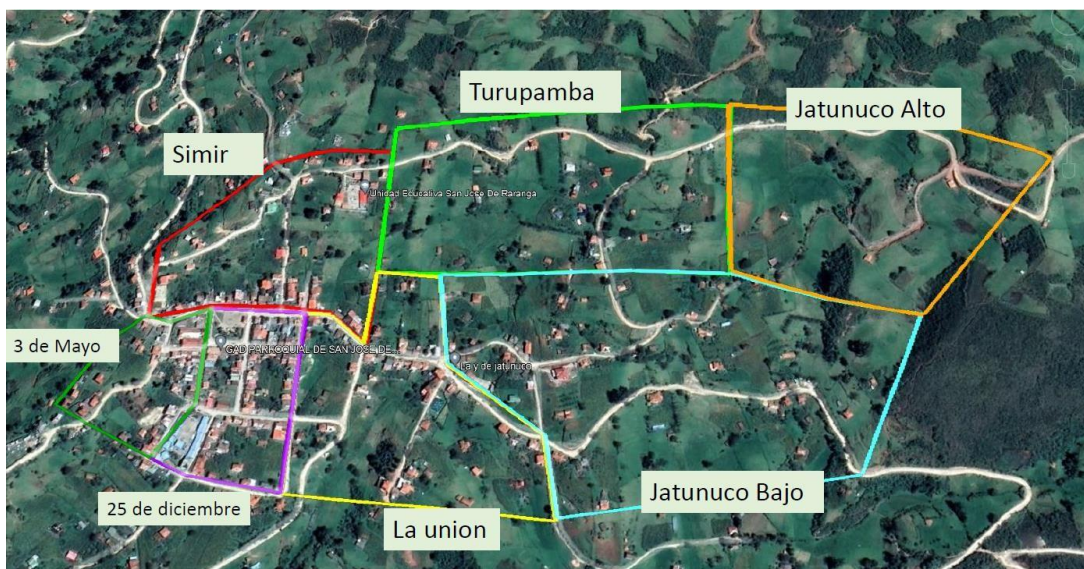
con un 78,94%, demostrando que la totalidad de la localidad se dedica a actividades agrícolas (Álvaro et al., 2015).

2.3. Delimitación

2.4. Espacial o geográfica

La zona de evaluación cubre un área de 82,11 hectáreas, en esta zona se encuentran seis sectores, mismos que se abastecen de la actual red de agua potable. En este lugar analizaremos el manejo y distribución que se da a los usuarios, basándonos en un estudio de población y el uso del agua.

Figura 3 Mapa zona de valoración del sistema de agua potable.



Nota: El área de influencia se encuentra en los sectores Jatunuco y Turupamba.

La zona de expansión presenta tendencia de crecimiento hacia el norte en los sectores Jatunuco y Turupamba, por ello se pondrá en obra una nueva red que cubra un área de 33,24 hectáreas, el nuevo sistema contará con tanque en la zona alta que sea capaz de abastecer la nueva red y la existente.

Figura 4 Zona de expansión de la nueva red de agua potable



Nota: El área de influencia se encuentra delimitada por el polígono de color verde.

2.5. Temporal

El presente trabajo tiene un lapso de cinco meses, iniciando en octubre de 2023 y culminando en febrero de 2024.

2.6. Sectorial o institucional

La entidad donde se realizará el trabajo de titulación es el gobierno parroquial autónomo descentralizado de San Jose de Raranga, el mismo que pertenece al cantón Sigsig, establecido en la provincia Azuay.

3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

3.1. Objetivo general

- Diseñar la ampliación en una red de agua potable para asegurar una adecuada dotación en cantidad y calidad en la parroquia San José de Raranga.

3.2. Objetivos específicos

- Digitalizar los planos de la zona.
- Medir caudales de consumo, usuarios actuales y futuros.
- Obtención de las curvas de consumo representativas de la parroquia San José de Raranga.
- Diseñar la red futura con la inclusión de los tanques en la zona alta.
- Modelar la red actual y futura de la parroquia San José de Raranga.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1. Diseño hidráulico de sistemas de agua

El diseño hidráulico menciona al proceso de planificación y creación de sistemas que involucran la transferencia, control y distribución del agua u otros fluidos. Estos sistemas pueden abarcar una amplia variedad de aplicaciones, desde mallas de distribución de agua potable hasta sistemas de irrigación, sistemas de alcantarillado, entre otros (González-Ramírez y Bejarano-Salazar, 2019).

Para un diseño hidráulico se debe considerar el dimensionamiento de tuberías, el cálculo de caudales, conocer el funcionamiento de la red, así como el déficit de presión debido a las diferentes extensiones de tuberías que se van combinando dentro de la red. Al momento de diseñar se debe considerar también normativas de tolerancia en presiones y pérdidas que se generan por los diferentes componentes del sistema de red. (Pérez, 2018).

4.1.1. Conducción

La conducción es la acción de trasladar agua en función de la captación hacia el lugar de tratamiento, continuando hacia un reservorio en donde se almacenará el agua y finalmente se procederá a realizar la distribución en la comunidad, de manera eficaz sin ocasionar daños al ecosistema. Se deberá considerar instalar sistemas complementarios como válvulas, cámaras rompe presión, siempre y cuando la topografía de la zona lo amerite (Olivares, 2022).

4.1.2. Captación

La captación de agua enfatiza el proceso de recolección y acumulación de agua de diversas fuentes para su uso posterior. Puede involucrar la recopilación de agua de lluvia, aguas subterráneas, ríos u otras fuentes. La captación de agua es una práctica importante, especialmente en regiones con escasez de agua, y puede contribuir a la seguridad hídrica y la sostenibilidad del suministro de agua. Sin embargo, es crucial considerar la calidad del agua recolectada y seguir prácticas seguras para garantizar que el agua sea apta para su uso previsto (Basán et al., 2018).

Al momento de establecer una fuente de abastecimiento o más conocida como captación de agua, se debe tomar en consideración ciertos factores como ubicación, topografía de la zona, características fisicoquímicas, biológicas y microbiológicas del agua, también es importante analizar el sitio y evitar que exista contaminación por parte de animales o asentamientos humanos. Para establecer un sistema de captación se debe cumplir con ciertos lineamientos que son la base para poder abastecer de agua a una comunidad (Olivares, 2022).

4.1.3. Tanque de almacenamiento

Se entiende por tanque de almacenamiento a una estructura donde se deposita agua. El material por el que está constituido puede ser de hormigón simple u hormigón armado, normalmente la forma de esta estructura es circular o rectangular y la misma deberá estar cubierta.

Además, está encargado de contener la cantidad de agua necesaria para poder distribuir a toda la comunidad y que logre abastecer correctamente a todos los usuarios en las horas de mayor consumo, por tal razón es necesario al momento de diseñar el tanque considerar un volumen de agua que pueda abastecer a toda la población (Pérez, 2018).

Los tanques de almacenamiento están disponibles en una amplia gama de capacidades, desde pequeños tanques domésticos hasta grandes reservorios utilizados en plantas industriales o en sistemas municipales de abastecimiento de agua. El diseño de un tanque de almacenamiento implica considerar varios aspectos cruciales para garantizar su eficiencia, durabilidad y cumplimiento de los requisitos específicos de la aplicación (Paredes, 2020).

Los requisitos principales para el diseño de un tanque, es analizar el volumen necesario, que establecerá la cantidad de agua que se almacenará, considerando las demandas estimadas y las variaciones estacionales si es necesario. Además, se debe identificar el propósito de almacenamiento, en donde se deberá definir claramente el uso del tanque, ya sea para suministro de agua potable, aplicaciones industriales, riego u otros usos específicos (Cuenca, 2016).

4.1.4. Sistema de distribución

El desarrollo dentro de las comunidades ha evolucionado y con ello se han implementado ejes importantes dentro de la organización, uno de ellos es la forma para proveer de agua a los hogares, cuyo proceso consiste en almacenar agua en ciertos puntos de la comunidad y a partir de ahí poder distribuirlos, empleando una metodología de uso y unión de tuberías hasta lograr conectar con una vivienda, y en base a una nueva conexión poder brindar un excelente servicio de agua al resto de hogares. (Duran y Torres, 2006).

Según Garcés (1996), recomienda que, para que un sistema funcione correctamente las tuberías deban estar en los extremos de las vías, vigilando que la red de alcantarillado se encuentre del lado contrario al de la red de agua; en el caso, de que las tuberías de alcantarillado y de agua se crucen, éstas deberán ir por debajo de las de las tuberías de agua como requerimiento mínimo de 0.30 metros. Si durante el estudio se verifica que las conducciones de alcantarillado son semejantes a las del flujo de agua, se deberá considerar una distancia mínima de 3 metros entre las tuberías, además, hay que tener en cuenta que las tuberías de alcantarillado se encuentren por debajo de la cota en donde se encuentran las tuberías del agua. Finalmente, hay que considerar las alturas que se deben incluir como diseño, como mínimo se deberá considerar 1 metro desde el suelo en redes viales ligeras y 1.20 metros en calles de carga pesada (Garcés, 1996).

4.1.5. Tipos de redes

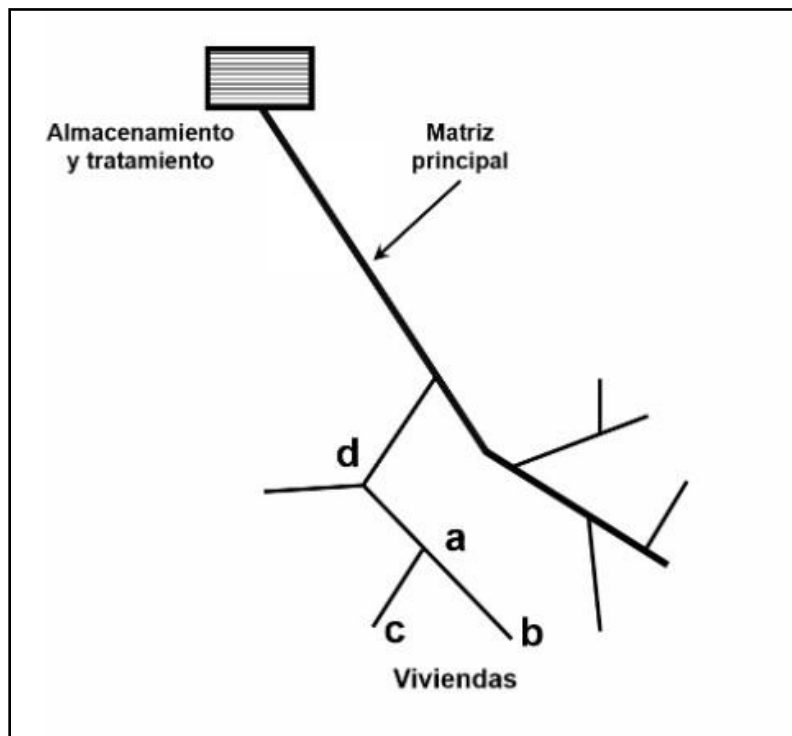
Lo más importante en el estudio de redes de agua es considerar la forma que tendrá el trazado de la misma, de tal modo que sea posible identificar correctamente la topografía del lugar, la vialidad, la ubicación de la captación y puntos de desfogue del agua, así como también, la caracterización de tuberías que se encuentran en las rutas de aviso dentro de la zona. Una vez considerado esto, se procede a elegir el tipo de red más idóneo para el diseño que se pretende implementar (Arreguín, 2010). Según Sánchez y Mendoza (2021), existen dos tipos de redes de distribución, redes abiertas o ramificadas y cerradas.

Red de distribución de agua abierta o ramificada

Para determinar si un sistema de distribución es una red abierta se debe analizar su modo de empleo, pues se emplea una tubería primordial y una gran cantidad de riendas que terminan en puntos ciegos, es de ahí la nomenclatura, con la infraestructura mencionada es posible suministrar de agua a los habitantes de la zona. El beneficio de diseñar con este tipo de redes

radica al momento de generar solicitudes para usuarios que requieran el servicio de agua, es ahí cuando la vivienda se conecta a las redes secundarias y se le otorga el servicio sin problema (Olivares, 2022).

Figura 5 Red de distribución abierta o ramificada



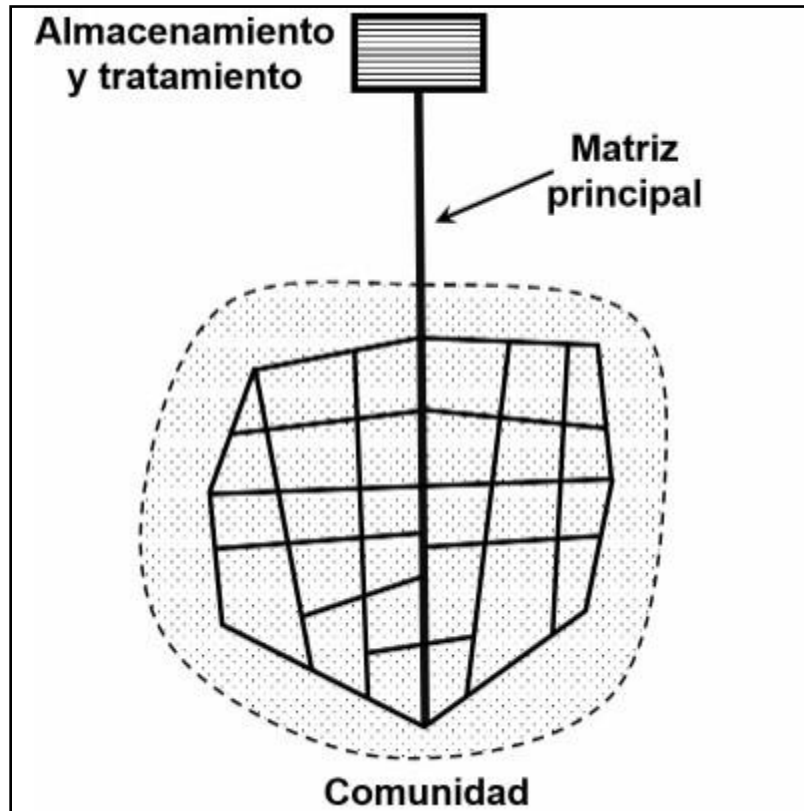
Fuente: (USAID 2016, p.34)

Red de repartición de agua cerrada

Este ejemplo de red abarca un conjunto de tuberías perpendiculares entre sí, dando como resultado una malla, de tal manera que se forma un circuito cerrado, además, este tipo de red genera una presión circular alcanzando así mejores guías en los resultados de presión y continuidad (USAID, 2016). Cuando se procede a modelar este tipo de red se considera el método Hardy – Cross, que se caracteriza por ser un método de iteración basándose en el código de encadenamiento de concurrencia en las uniones. Una vez que se analiza el modelamiento, se procede con su

aplicación, para esto se recomienda usar el método de Hazen - Williams para realizar los cálculos de pérdidas de energía por fricción (Olivares, 2022).

Figura 6 Red de distribución cerrada

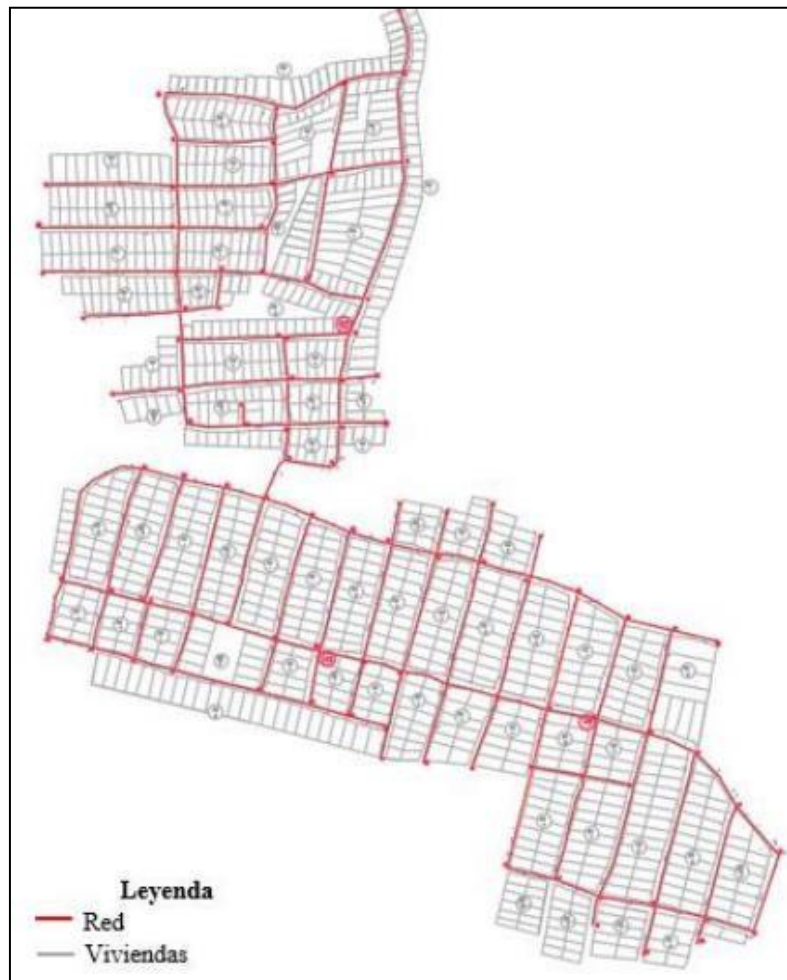


Fuente: (USAID 2016, p.34)

Red de Distribución de agua combinada o mixta

Una red de distribución de agua combinada, está conformada por redes cerradas y abiertas, el propósito de este tipo de redes es mejorar la distribución de presiones y caudales en la zona, además, velocidades en las tuberías y una mayor elasticidad al momento de operación y mantenimiento del sistema (Sánchez y Mendoza, 2021).

Figura 7 Red de distribución de agua combinada o mixta



Fuente: (Sánchez y Mendoza, 2021).

Mallas

Los ramales son extensiones individuales de la red de distribución que se desprenden de las líneas principales y suministran agua a áreas específicas. Las mallas son circuitos cerrados formados por la interconexión de ramales. Este diseño permite que el agua viaje de manera eficaz y se distribuya de manera uniforme (Urquiola-Permisán, 2010). La existencia de un punto de equilibrio asegura una distribución eficiente del agua, los tanques de almacenamiento se utilizan

para gestionar la oferta y la demanda, y todo el sistema está diseñado para optimizar la eficiencia y la confiabilidad del suministro de agua (Mena, 2016).

Nudo

En el contexto de redes de distribución, un "nudo" se refiere a un punto central de conexión que desempeña un papel crucial en la distribución y gestión eficiente del flujo de agua dentro del sistema (Serna, 2019). Entendemos por nudo al enlace de dos o más conducciones dentro de una red de distribución de agua. A continuación, se observa una tabla que analiza la cantidad de la población y el diámetro mínimo de las tuberías principales y secundarias.

Tabla 2 *Población / diámetro mínimo de la tubería principal y secundaria a considerar*

| POBLACION (hab) | DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería principal | DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería secundaria |
|----------------------------|---|--|
| Menor a 1000 | 25 | mínimo 19 |
| 1000-3000 | 50 | mínimo 25 |
| 3000-20000 | 75 | mínimo 50 |
| Mayor a 20000 | 100 | mínimo 50 |

Fuente: (Mena, 2016).

4.2. Bases de diseño

4.2.1. Vida útil del sistema

El periodo de diseño está definido por el lapso de tiempo que la red a diseñarse puede soportar sin sufrir cambios debido a condiciones externas y además podrá brindar a los habitantes un mecanismo de ayuda eficiente y de muy buena calidad. Este periodo deberá superar los 15 años de diseño, en este apartado se considerará la vida útil de los equipos que oscilan en un rango de 10

a 20 años y estructuras que albergan en un tiempo de 40 y 50 años, basándose en la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (Pérez, 2018).

En si el periodo de diseño es el rango en el que el aforo del sistema de agua es suficiente para satisfacer las necesidades que se presenten en una ciudad tanto en el flujo como en presión apropiada, a menos que se desee incrementar otras obras al sistema. Se basa en ciertos factores como son: la duración rentable de las edificaciones y herramientas de trabajo, variaciones en la capacidad de adquirir la moneda, índice de aumento poblacional, precios unitarios establecidos por el estado, trabajo de las estructuras al inicio de su elaboración y en su máxima capacidad y la facilidad para una ampliación a futuro (Lárraga, 2016).

Tabla 3 *Vida útil propuesta para los elementos de un sistema de agua potable*

| COMPONENTE | VIDA UTIL (años) |
|--|--|
| Diques grandes y túneles | 50 a 100 |
| Obras de captación | 25 a 50 |
| Pozos | 10 a 25 |
| Condiciones de hierro dúctil | 40 a 50 |
| Conducciones de asbesto cemento o PVC | 20 a 30 |
| Planta de tratamiento | 30 a 40 |
| Tanques de almacenamiento | 30 a 40 |
| Tuberías principales y secundarias de la red: | |
| De hierro Dúctil | 40 a 50 |
| De Asbesto cemento o PVC | 20 a 25 |
| Otros materiales | Variables de acuerdo especificaciones del fabricante |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 1992).

4.2.2. Población de diseño

La "población de diseño" es un término utilizado en diversos campos, como la ingeniería civil, la planificación urbana, la arquitectura y otros, para referirse a la cantidad de personas que se espera que utilicen o vivan en una determinada infraestructura, edificio o área durante un

período específico de tiempo. Esta cifra es fundamental al planificar y diseñar instalaciones y servicios para garantizar que puedan satisfacer las necesidades de la población prevista (Castro-Garzón, 2014).

Cuando se habla de la población de diseño relacionado al suministro de agua, generalmente se refiere a la cantidad de personas para las cuales se diseñan los sistemas de abastecimiento de agua. Este dato es indispensable en la planificación y diseño de infraestructuras relacionadas con el agua para asegurar que puedan satisfacer las necesidades presentes y futuras de la población. Para identificar la población de diseño de agua se debe considerar aspectos clave como abastecimiento de agua, planificación a largo plazo, estándares de consumo de agua, factores de reducción de demanda y consideración de usos no residenciales (Escolero et al., 2016).

4.2.3. Tasa de crecimiento poblacional

El análisis poblacional tiene como objetivo principal detallar lo que ha sucedido con el pasar de los años, determinando si ha aumentado o disminuido la cantidad de personas en un determinado sector (Arias-Gómez et al., 2016). De acuerdo con Álvaro et al. (2015), en la parroquia San José de Raranga ha existido un cambio en la población durante los últimos 20 años, esto, considerando las reseñas obtenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia. De acuerdo con los censos nacionales efectuados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) durante los años 1990, 2001 y 2010, la tasa de crecimiento poblacional ha sufrido un desbalance en cifras, desde 1990 hasta el 2001 ha disminuido su tasa en un porcentaje del 12.93% y para el año 2010 las cifras han incrementado con respecto al 2001 con un 12.80% (Álvaro et al., 2015).

4.2.4. Comportamiento de la población actual

Se refiere al número real de personas que residen en una determinada área geográfica en un momento específico del tiempo. Es un dato demográfico fundamental que proporciona información sobre la cantidad de habitantes en una comunidad, ciudad, región o país en un periodo concreto. En conclusión, se considera como población actual a aquella población empleada para el análisis de las condiciones actuales de una determinada red de distribución de agua, es la población que existe al momento de la elaboración y desarrollo de la obra. Para establecer este tipo de población se lo realiza mediante un censo poblacional, u obteniendo datos de la página INEC (Mena, 2016).

4.2.5. Técnicas de proyección demográfica

Para el correcto procesamiento de datos de una población futura existen métodos que facilitan encontrar la población que existirá después de un lapso determinado de tiempo en una zona donde se pretende implementar un proyecto. Estos métodos se manejan mediante proyecciones poblacionales que indican, cuantas personas aumentarán o disminuirán dentro de un territorio respecto a una cantidad específica de años, para este proceso se analizan tres métodos, el método geométrico, aritmético y exponencial (INEN, 1992). Estos métodos permiten establecer comparaciones que orientan a un criterio técnico al proyectista, un aspecto importante en este proceso es el análisis de migración en la comunidad, el proyectista logra analizar si esta zona crece o decrece con el pasar de los años, los resultados no son exactos, pero es importante considerar esta información y contrarrestarla con la del Instituto Nacional de Estadística y Censos (Román-Sánchez, 2023).

4.2.5.1. Método geométrico

El modelo geométrico asume que la población crece o decrece en una proporción constante en intervalos de tiempo, es decir, existe un crecimiento de la población de tipo exponencial. Este modelo es una simplificación y no tiene en cuenta factores como limitaciones de recursos, cambios en las tasas de natalidad o mortalidad, migración, entre otros. Es adecuado para describir situaciones de crecimiento exponencial en un entorno idealizado (Corcho y Duque, 1993).

4.2.5.2. Método aritmético

El método aritmético es un enfoque utilizado en demografía para proyectar poblaciones futuras. Este método asume que el cambio en la población entre dos períodos consecutivos es constante en términos absolutos. Este método es más simple que el geométrico y se basa en la adición o sustracción constante de un número específico para estimar cambios en la población a lo largo del tiempo (Román-Sánchez, 2023).

Este modelo implica que la población cambia a una tasa inmutable y que el cambio se mantiene constante en términos absolutos con el tiempo. Es importante destacar que el método aritmético es una simplificación y puede no reflejar con precisión los cambios reales en la población, especialmente si hay variaciones significativas en las tasas de natalidad, mortalidad o migración (Guillén-Campo y Leyva-de la Cruz, 2015). Además, el método aritmético puede llevar a proyecciones que impliquen cambios lineales en la población, lo cual puede no ser realista a largo plazo, especialmente cuando se consideran factores como la capacidad de carga del entorno y otros límites (Román-Sánchez, 2023).

4.2.5.3. Método Exponencial

Se basa en un modelo matemático del crecimiento exponencial. Este modelo supone que el índice de crecimiento de una población se ajusta a su tamaño actual, se debe considerar que este

modelo simplifica el crecimiento poblacional y puede no ser preciso en situaciones donde hay fluctuaciones significativas en la tasa de crecimiento. Es importante utilizar este método con precaución y considerar las condiciones específicas del entorno que está analizando (Medina y Diaz, 2018).

4.2.6. Superficie de diseño

El sitio en el que se va a diseñar una red de agua, es la región geográfica específica donde se está planificando y diseñando el sistema de distribución de agua. Mediante un levantamiento topográfico se delimita o especifica a través de coordenadas cartesianas y puntos UTM, el lugar de inicio y el lugar de finalización del proyecto (Paredes, 2020). Es importante conocer esta información en el diseño de una red de agua ya que en base a los resultados se puede planificar la disposición de tuberías, válvulas, bombas y otros componentes para garantizar un suministro de agua eficiente y confiable en una determinada área o comunidad (Guillén-Campo y Leyva-de la Cruz, 2015).

4.2.7. Concentración demográfica.

Es una herramienta importante para comprender la distribución espacial de la población y sus implicaciones para el desarrollo. Sin embargo, también es importante considerar otros factores demográficos y sociales para obtener una idea completa de la dinámica poblacional. La densidad poblacional depende de la manera en que aumenta o disminuye la cantidad de personas existentes en la zona en la cual se pretende realizar un proyecto de investigación (Corcho y Duque, 1993). Tiene dos componentes la densidad poblacional actual que se establece con el cálculo de la población actual y la superficie de cada sector, y la densidad poblacional futura que se determina en base a la población futura y el área de cada sector (Paredes, 2020).

4.2.8. Dotación

Es la cantidad de agua por día que se asigna a cada habitante para su consumo y de esta manera definir la capacidad hidráulica de los mecanismos que se aplican en el sistema, esta expresada en litros/habitantes/día. Los principales factores a tener en cuenta para calcular una adecuada dotación son el clima, las costumbres de la población, la existencia de alcantarillado, actividades mercantiles, comerciales o industriales, costos, calidad y la cantidad de población, con estos factores es posible determinar si existe un elevado o bajo consumo de agua en la población (Lárraga, 2016).

Tabla 4 Dotaciones y variaciones de consumo

| POBLACION (habitantes) | CLIMA | DOTACION MEDIA FUTURA (lt/hab/día) |
|-----------------------------------|--------------|---|
| hasta 5000 | frío | 120 - 150 |
| | templado | 130 - 160 |
| | cálido | 170 - 200 |
| 5000 a 50000 | frío | 180 - 200 |
| | templado | 190 - 220 |
| | cálido | 200 - 230 |
| más de 50000 | frío | >200 |
| | templado | >220 |
| | cálido | >230 |

Fuente: (INEN, 1992).

4.2.9. Variaciones de consumo

Este parámetro hace mención a modificaciones en el modo de abastecimiento de agua utilizada en un área o comunidad específica a lo largo del tiempo. Estas variaciones pueden ser influenciadas por diversos factores y son críticas para la gestión sostenible del agua. Monitorear y comprender estas variaciones es esencial para la gestión efectiva de los recursos hídricos y el

desarrollo de estrategias sostenibles para garantizar un suministro adecuado de agua en el futuro. (Paredes, 2020).

Caudal medio anual o caudal medio diario

Se refiere a la cantidad promedio de agua que fluye por un río, arroyo u otra corriente de agua en un periodo específico de tiempo. Se obtiene en base al registro de consumo medio diario de una población durante un año, es necesario considerar que este caudal en su cálculo incluye pérdidas por fugas (INEN, 1997).

Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario es una herramienta clave en la gestión de recursos hídricos, ya que proporciona información esencial para abordar situaciones de riesgo y diseñar infraestructuras que puedan hacer frente a condiciones extremas de flujo de agua. Se calcula la mayor demanda registrada durante los 24 periodos del día en un año. El cálculo del caudal máximo diario implica registrar las mediciones de caudal en intervalos de tiempo cortos (por ejemplo, por horas o incluso minutos) durante un día específico y luego identificar el valor máximo observado en ese período. (INEN, 1997).

Caudal de incendios

Para el estudio de este apartado, hay que tener en cuenta la cantidad de personas que habitan en la zona, en base a esto se deberá incorporar bocas de fuego o hidrantes. Las bocas de fuego tienen características específicas en su diámetro mínimo de 50 mm y con rosca adaptable a las mangueras existentes. Por otro lado, se debe colocar hidrantes que deberán tener un diámetro que permita la correcta instalación a la red, incluyendo las mangueras que sean necesarias. La ubicación de estos dos elementos se deberá realizar de manera estratégica, o considerando unas distancias no mayores a 200 metros una de la otra (Mena 2016).

Tabla 5 Caudal y dispositivos contra incendios

| Población futura (hab) | Caudal de incendio (l/s) | Dispositivo |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Menor a 3000 (costa) | No se diseña | Bocas de fuego |
| Menor a 5000 (sierra) | No se diseña | Bocas de fuego |
| 3000 a 10000 | 5 | Bocas de fuego |
| 10000 a 20000 | 12 | Hidrantes |
| 20000 a 40000 | 24 | Hidrantes |
| 40000 a 60000 | 48 | Hidrantes |
| 60000 a 120000 | 72 | Hidrantes |
| mayor a 120000 | 96 | Hidrantes |

Fuente: (Mena, 2016)

Caudal de diseño (Qd)

Se refiere al flujo de agua planificado para una determinada estructura hidráulica o sistema. El caudal de diseño es crucial para garantizar que las estructuras hidráulicas sean capaces de manejar situaciones extremas y cumplir con sus funciones previstas de manera segura y eficiente. (Bueno, 2007). Para el bosquejo de la red es preciso utilizar todos los caudales calculados aumentando ciertos porcentajes a los caudales máximo diario, que consta en normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable (Mena, 2016).

Tabla 6 Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

| ELEMENTO | CAUDAL |
|--|---------------------------|
| Captación de aguas superficiales | Máximo diario + 20% |
| Captación de aguas subterráneas | Máximo diario + 5% |
| Conducción de aguas superficiales | Máximo diario + 10% |
| Conducción de aguas subterráneas | Máximo diario + 5% |
| Red de distribución | Máximo horario + incendio |

Fuente: (INEN, 1992)

4.2.10. Volúmenes de almacenamiento

La determinación y gestión de los volúmenes de almacenamiento son esenciales para garantizar un suministro de agua sostenible en una población determinada. El monitoreo de los volúmenes de almacenamiento es clave para la planificación, gestión efectiva de los recursos hídricos y el diseño de infraestructuras, para garantizar la calidad de abastecimiento del líquido vital en un sector específico (Bueno, 2007).

Volumen de regulación

- a.** Para poblaciones menores a 5000 habitantes, se deberá calcular en base al 30% del volumen consumido en un día, para así obtener el volumen de regulación, tomando como dato la demanda media diaria al final del período de diseño.
- b.** Para poblaciones mayores a 5000 habitantes, se determinará el volumen de regulación tomando el 25% del volumen consumido en un día, analizándose la demanda media futura al final del periodo de diseño para completar sus cálculos (INEN, 1997)

4.2.11. Estimación de diámetros

Para planificar un correcto diseño de un sistema de agua es necesario considerar los diámetros de las tuberías, siendo un paso fundamental para analizar y definir velocidades dentro de la red, si las velocidades son muy bajas favorecen a la formación de sedimentos e incrustaciones, mientras que, por el contrario, al ser muy elevadas, esto ocasiona erosión en las paredes de la tubería (Mena, 2016). Por consiguiente, se observa en la tabla 7 la representación de los diámetros mínimos para una red de distribución mediante mallas principales y secundarias.

Tabla 7 Población / diámetro mínimo para una red de distribución

| POBLACION (Hab) | DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería principal | DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería secundaria |
|------------------------|---|--|
| Menor a 1000 | 25 | mínimo 19 |
| 1000-3000 | 50 | mínimo 25 |
| 3000-20000 | 75 | mínimo 50 |
| Mayor a 20000 | 100 | mínimo 50 |

Fuente: (Secretaría del Agua, s.f.)

4.3. Programa WATERGEMS

Es un software de modelado hidráulico que se utiliza como herramienta para el análisis y diseño de sistemas de distribución de agua. Este programa aplica un método que codifica valores y obtiene resultados en un lapso de tiempo relativamente corto, además, permite cumplir con las condiciones hidráulicas que se pretende alcanzar en un proyecto, el método que usa este programa optimiza el costo de implementación, dado que brinda un detalle preciso de los diámetros necesarios de cada componente y recomienda los más convenientes a implementar, beneficiando en un porcentaje significativo el costo total del proyecto (De La Cruz, 2020).

Entre las funciones más representativas del programa se menciona que: Permite la creación de modelos digitales de sistemas de distribución de agua, incluyendo tuberías, bombas, tanques y válvulas. Realiza análisis hidráulicos para evaluar la presión y el flujo en diferentes partes del sistema lo que ayuda a identificar áreas con problemas como presiones excesivas o insuficientes. Permite simular la calidad del agua en el sistema, ayudando a evaluar parámetros como la concentración de contaminantes o sustancias químicas. Es posible crear y evaluar diferentes escenarios, lo que facilita la planificación y toma de decisiones logrando probar cómo diferentes cambios afectarán al sistema, además, es compatible con sistemas de información geográfica (GIS)

para facilitar la importación y exportación de datos geoespaciales. (Barrón et al., 2021; González-Ramírez, y Bejarano-Salazar, 2019).

4.4. Especificaciones de flujo y presión en sistemas de distribución.

4.4.1. Velocidad

Las velocidades que se analizan dentro de las tuberías están determinadas por características del material que conducen el flujo del agua y la capacidad de enfrentar fenómenos transitorios de la red, como arranques de grandes cargas. La velocidad mínima de escurrimiento es necesaria para evitar problemas de sedimentación y deposición de sólidos en el agua, especialmente en tuberías de gran diámetro y en situaciones de baja demanda de agua. La velocidad máxima se establece en base al material de la tubería y se considerará como aquella que no ocasione erosión en las paredes de las tuberías, la generación de ruido y la formación de burbujas de aire. (Cabrera-Béjar y Gueorguiev, 2012).

Tabla 8 *Velocidades máximas y mínimas permisible en tuberías*

| Material de la tubería | Velocidad (m/s) | |
|---|-----------------|--------|
| | Máxima | Mínima |
| Concreto simple hasta 45 cm de diámetro | 3 | 0.3 |
| Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores | 3.5 | 0.3 |
| Concreto presforzado | 3.5 | 0.3 |
| Acero con revestimiento | 5 | 0.3 |
| Acero sin revestimiento | 5 | 0.3 |
| Acero galvanizado | 5 | 0.3 |
| Asbesto cemento | 5 | 0.3 |
| Fierro fundido | 5 | 0.3 |
| Hierro dúctil | 5 | 0.3 |
| Polietileno de alta densidad | 5 | 0.3 |
| PVC (policloruro de vinilo) | 5 | 0.3 |

Fuente: (Comisión Nacional del Agua, s.f.)

4.4.2. Presiones de servicio

De acuerdo con INEN (1992) la norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable, las presiones que se debe tener en cualquier punto de la red deben ser como mínimo de 0.1 mega Pascal (MPa) o 10 metros de columna de agua (m.c.a) y a su vez debe tener una presión máxima de 0.5 MPa o 50 m.c.a de carga, así se garantizará un servicio eficiente de distribución de agua en la zona (Garcés, 1996).

Es necesario mencionar las consecuencias que podrían ocasionar las presiones en exceso, al tener este problema se estaría provocando el deterioro prematuro en las instalaciones de las viviendas que cuentan con el servicio del agua. Dentro del diseño, se considera que las viviendas posean una presión que pueda satisfacer su demanda, de esta manera se analiza y se asume que el agua podrá suministrar al segundo piso sin ningún tipo de problema (Secretaría del Agua, s.f.).

4.5. Válvulas

Las válvulas son dispositivos que permite la regulación, interrupción y control del flujo de agua en una tubería, sin necesidad de suspender el servicio en toda la localidad. Pueden ser manipuladas manualmente mediante un operador de la zona o por medios automáticos, que es utilizado con frecuencia en sistemas extensos (De la Cruz, 2020).

4.5.1. Distribución de Válvulas

La distribución de válvulas en una red de distribución de agua es crucial para controlar el flujo de agua, aislar secciones de la red para mantenimiento o reparación, y gestionar la presión en diferentes puntos del sistema. Las válvulas deben ubicarse estratégicamente en la red para permitir un control efectivo del flujo y facilitar el mantenimiento. Se colocan típicamente en puntos de conexión, cambios de dirección, puntos altos y bajos, y en lugares donde se necesita aislar

secciones para reparaciones (INEN, 1992). El modo correcto para aislar ciertos sectores será mediante el cierre de válvulas en zonas estratégicas, de acuerdo al INEN (1992), en el código de diseño de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, menciona que la cantidad de válvulas no deberá ser superior a 8 unidades.

4.5.2. Válvulas de compuerta

Son válvulas usadas para interrumpir el flujo de agua, permitiendo así separar un sector de la red para proceder a reparar o realizar mantenimientos. No son ideales para regular el flujo, ya que tienden a estar completamente abiertas o completamente cerradas. Estas válvulas siempre deberán estar ubicadas en los extremos de tuberías principales o lugares estratégicos (De la Cruz, 2020). Es importante tener en cuenta que, aunque las válvulas de compuerta son robustas y confiables, su capacidad de regulación de flujo es limitada (Iglesias-Rey et al., 2016).

4.5.3. Válvulas de purga

Son válvulas especiales que se utilizan para eliminar el aire que se acumula en las tuberías de un sistema de distribución de agua ya que están diseñadas para permitir que el aire atrapado se libere automáticamente del sistema sin permitir que el agua salga. (Iglesias-Rey et al., 2016). Se instalan frecuentemente en puntos altos de la red de tuberías, como cumbres de colinas o puntos elevados en la topografía, donde el aire tiende a acumularse (Tolentino, 2020).

Entre los beneficios que proporciona este tipo de válvula esta el de prevenir los golpes de aire en la red, ya que pueden causar problemas como cavitación en las bombas y pérdida de eficiencia en el sistema, además, contribuyen a mantener una presión estable en el sistema, lo que es esencial para un funcionamiento eficiente, por lo que las válvulas de purga son una parte esencial del diseño y mantenimiento de sistemas de distribución de agua (De la Cruz, 2020).

4.5.4. Válvulas reguladoras de presión

Las válvulas reguladoras de presión son dispositivos diseñados para controlar y mantener la presión del agua en un sistema de distribución dentro de ciertos límites predeterminados. Estas válvulas son esenciales para garantizar un rendimiento eficiente y seguro del sistema (Saltos, 2011). Las válvulas reguladoras de presión son componentes clave en la gestión de sistemas de distribución de agua, asegurando que la presión se mantenga dentro de los límites seguros y necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema y la protección de la infraestructura (Henaó y Hoyos, 2013). Por su parte Saltos (2011), menciona que este dispositivo permite regular la presión en el sistema y a la vez sirve como elemento de seguridad ya que, si por alguna razón la presión se eleva, se abre la válvula permitiendo que el fluido retorne al depósito.

4.5.5. Tanque rompe presión

Son estructuras cuya función principal es reducir la presión en la línea de conducción en la red de distribución garantizando así el funcionamiento del sistema. Además, permite que el flujo tenga contacto con la atmósfera, logrando que la presión hidrostática se reduzca a cero, estableciendo así un nivel estático. La presión estática máxima será de 4 kg/cm², la presión dinámica máxima será de 3 kg/cm², la presión dinámica mínima será de 0.7 kg/cm², finalmente el diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será de 19 mm (3/4") (Secretaría del Agua, s.f.).

Para Sánchez y Mendoza (2021), es un componente utilizado para controlar y estabilizar la presión del agua. Este tipo de tanque se utiliza para reducir las fluctuaciones de presión en una red de tuberías y minimizar los posibles efectos negativos asociados con cambios repentinos en la demanda de agua, tiene como función principal proporcionar una reserva de agua que puede

liberarse rápidamente para compensar cambios en la demanda y, de esta manera, mantener la presión del sistema de distribución dentro de límites predefinidos.

4.5.6. Golpe de ariete

Es un fenómeno que ocurre en un sistema de tubería cuando hay cambios abruptos en el flujo de agua. Este cambio repentino puede generar ondas de presión que se desplazan a través del sistema, causando presiones extremadamente altas en puntos específicos (González et al., 2015). Las causas por lo general son el cierre rápido de válvulas puesto que, el cierre súbito de una válvula puede detener el flujo de agua de manera abrupta, generando ondas de presión. El arranque y paro de bombas, ya que puede causar cambios bruscos en el flujo, generando el golpe de ariete. Cambios en la demanda de agua que producen variaciones repentinas, como el uso de válvulas de descarga, también pueden desencadenar el golpe de ariete (Jara et al., 2011).

Las consecuencias del golpe de ariete en las tuberías a presión son una clase especial de una familia de movimientos ondulatorios mecánicos conocidos como fenómenos de transición. El golpe de ariete no está relacionado con variaciones graduales en la presión y/o la velocidad del fluido, sino con un cambio brusco. Este tipo de fenómenos se propaga aproximadamente a la velocidad del sonido: se inicia por el cierre de una válvula, y termina desvaneciéndose por el amortiguamiento o fricción en la tubería a presión (González et al., 2015).

4.6. Conexiones domiciliarias

Se hace referencia a las conexiones que permiten el suministro de agua a los hogares y edificios desde la red principal. Estas conexiones son esenciales para llevar el agua potable a las unidades habitacionales y a otros tipos de construcciones (Castro et al, 2022). Las conexiones domiciliarias deben cumplir con las normativas locales y nacionales de plomería y construcción

para garantizar la seguridad del suministro de agua y la integridad de las estructuras. Están compuestas por tuberías que conectan la red de distribución principal con la propiedad individual, estas tuberías tienen que ser de material resistente y apto para el suministro de agua potable, como PVC, polietileno o cobre (INEN, 1992).

De acuerdo con la secretaria del Agua (s.f.) en la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural se establece que se deberá realizar una sola conexión por cada vivienda, cada conexión constará de los elementos necesarios que aseguren un acoplamiento perfecto a la tubería matriz, a la vez que sea económicamente adecuada al medio rural. En general, las conexiones domiciliarias son componentes esenciales de la infraestructura que aseguran el suministro de agua potable y la evacuación adecuada de aguas residuales en las comunidades (Castro et al., 2022).

4.7. Medición de caudales y presiones

La medición de caudales y presiones es esencial en sistemas de distribución de agua para monitorear y controlar el rendimiento del sistema, asegurar la eficiencia y garantizar el suministro adecuado de agua a los usuarios. Proporciona información valiosa para la planificación, el mantenimiento preventivo, la detección de fugas y la gestión general del sistema (Ayala y Albóniga 2015).

4.7.1. Medición de caudales

Es un componente crítico en sistemas de distribución de agua, y se realiza para conocer y controlar la cantidad de agua que fluye a través de una tubería o sistema en un período de tiempo específico. La medición precisa de caudales es esencial para la gestión eficiente y sostenible de los sistemas de distribución de agua (Ayala y Albóniga 2015). La elección del método de medición

dependerá de factores como el tipo de sistema, el caudal esperado y los requisitos de precisión, entre los métodos de medición tenemos los Medidores de Agua Convencionales; Medición Ultrasónica; Medidores Electromagnéticos; Placas de Orificio; Flujómetros de Vórtice y Flujómetros de Coriolis. (Bonilla y Roja, 2018).

4.7.2. Medición de presiones

La medición de presiones en sistemas de distribución de agua es crucial para monitorear y controlar el rendimiento del sistema, garantizar la seguridad y eficiencia, y detectar posibles problemas (Tolentino, 2020). Se debe determinar la sobrecarga en determinadas líneas del sistema en horas pico, las presiones de servicio y en general el conjunto de variables que van a determinar el grado de optimización de la red en determinados períodos de servicio, así verificaremos que se está dando un correcto funcionamiento de la red. Además, con todas estas pautas, se permitirá realizar una programación del servicio lo más adecuada para alcanzar un mejor funcionamiento. Es necesario la medición de las variables hidráulicas fundamentales, especialmente caudales y presiones (Mena, 2016).

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Evaluación del sistema actual.

Considerando la necesidad de obtener información que permita conocer el estado actual de la red de distribución de agua potable en la parroquia San José de Raranga se realizó la evaluación del sistema existente aplicando el siguiente procedimiento.

Digitalización de planos físicos

Se procede a la digitalización de planos, lo cual es un juicio esencial para convertir documentos de formato físico a archivos digitales, lo que facilita el almacenamiento, la accesibilidad y el manejo eficiente de la información.

- **Organizar archivos:** Se revisó todos los planos existentes, de esta manera se identificó la información de mayor relevancia para el proyecto, como se evidencia en el Anexo 1.
- **Preparación de planos:** Se organizó la información a digitalizar, se revisó que se encuentre en buen estado y se realizaron las correcciones respectivas.
- **Dibujo del sistema:** Se realizó el trazado de la red según las coordenadas en formato UTM estipuladas en el plano físico, se ubicó válvulas reductoras de presión, nodos de consumo y los dos tanques del sistema.

Procesamiento de datos

Se crearon manualmente puntos en cada nodo de la red, puesto que contienen información de elevación relevante, siendo la base para varias funciones dentro del proceso, se generó estilos de etiqueta para mejorar la visualización del plano, es así como, se permitió crear una visión general de los datos abarcados y de esta manera ser organizados para posteriores acciones dentro del estudio.

Posteriormente, se utilizó los puntos generados por el programa Autodesk Civil 3D, mismos que permitieron dar paso al diseño del sistema de agua, para este proceso se empleó el software de WaterGEMS, una vez en el diseño, se adjuntaron puntos específicos para cada accesorio presente en la red considerándose principalmente los nodos a los cuales se les asignó correctamente la elevación.

Mesurar caudales de consumo, usuarios actuales y futuros

Población

Para este estudio fue necesario conocer la cantidad de personas que habitan en la zona, de tal manera que, se aplicó una metodología en la que el número de viviendas y la cantidad de individuos que habitan por cada casa nos proporciona como resultado la cantidad de personas existentes en la zona, de esta manera, se procedió a contar las viviendas existentes y con la información de las encuestas se comprobó que la mayoría de hogares están constituidos por cuatro personas, es así que, procesando esos dos factores se obtuvo la población actual del lugar. Para estipular la población futura del diseño se decidió trabajar con tres métodos, el método geométrico, método aritmético y método exponencial, en base al cálculo de la tasa de crecimiento se proyectó un supuesto de la población después de haber transcurrido 25 años a partir de la elaboración del proyecto.

Método geométrico

Para la obtención de población futura se tuvo que determinar la tasa de crecimiento de acuerdo a la siguiente fórmula (Corcho y Duque, 1993).

$$r = \left(\frac{p^{t+n}}{p^t}\right)^{1/a} - 1 \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

p^t = población base o población inicial

p^{t+n} = población al momento actual

a = la amplitud en tiempo entre las dos poblaciones

Una vez determinada la tasa de crecimiento se procede a realizar el cálculo de la población futura que se basó en la siguiente ecuación (Corcho y Duque, 1993; Guillén-Campo y Leyva-de la Cruz, 2015).

$$Pf = Po \times (1 + r)^n \quad \text{Ec. (2)}$$

Dónde:

Pf = población en el tiempo (t)

Po = población inicial en un tiempo (t₀)

n = período de diseño = número de años (t – t₀)

r = tasa de crecimiento anual geométrico (constante)

Método aritmético

Debido a que este método se comporta de manera lineal, se consideró la siguiente expresión matemática para el cálculo de la tasa de crecimiento (Corcho y Duque, 1993; Román-Sánchez, 2023)

$$r = \frac{P^{t+n} - P^t}{a(P^t)} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

pt = población base o población inicial

P^{t+n} = población al momento actual

a = la amplitud en tiempo entre las dos poblaciones

Luego, al tener la tasa de crecimiento anual aritmético, se procede a calcular la población futura aplicando la siguiente formula (Corcho y Duque, 1993).

$$Pf = Po + n \times r \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

Pf = es la población en el tiempo (t)

Po = población inicial en un tiempo (t₀)

r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

n = período de diseño = número de años (t – t₀)

Método exponencial

Para determinar la tasa de crecimiento anual para el método exponencial y, por ende, se pueda encontrar la población futura, se aplica la siguiente ecuación (Corcho y Duque, 1993).

$$r = \frac{\ln P^{t+n} - \ln P^t}{a} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

p_t = población base o población inicial

p^{t+n} = población al momento actual

a = la amplitud en tiempo entre las dos poblaciones

Como ya se determinó la tasa de crecimiento, este método estima la población futura mediante un exponente que nos dará a conocer la población después de varios años, se expresa de la siguiente manera (Corcho y Duque, 1993).

$$P_f = P_o \times e^{(n \times r)} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

P_f = población en el tiempo (t)

P_o = población inicial en un tiempo (t_0)

r = tasa de crecimiento anual geométrico (constante)

n = es el periodo de diseño = número de años ($t - t_0$)

e = es el coeficiente exponencial

Caudales de consumo

Se utilizó la densidad poblacional futura para especificar la relación entre la cantidad de personas que vivirán en San José de Raranga y el área específica del estudio. Se identificó adecuadamente el área, basándose principalmente en los linderos de cada terreno para así establecer claramente la extensión y ubicación de cada propiedad, una vez que se tuvo el área y la población, se procedió a calcular la densidad para el área de la red actual, la red nueva y las dos redes de agua juntas mediante la siguiente ecuación (Paredes, 2020).

$$D_{futura} = \frac{P_f}{\text{Área}} \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

D_{futura} = Densidad poblacional futura

Pf = Población futura

Dotación media futura

En base a la **Tabla No. 4**, se ha seleccionado la dotación necesaria para el diseño que corresponde a este proyecto, Según INEN (1992), especifica una dotación para cierta cantidad de personas y el clima existente en la localidad, de tal manera que se seleccionó la que mejor se ajuste a la propuesta.

Curva de consumo

Siguiendo con el procedimiento se consideró el caudal medio diario para la evaluación de la red, adicional se añadió la curva de consumo que se estableció para la parroquia, para este proceso, como primer punto se cargó los caudales medios diarios calculados al área de influencia utilizando el software WaterGEMS, de esta manera se obtuvo una lista de caudales de consumo para cada nodo de aporte entre rangos que van desde 0.0195 l/seg hasta 0.7175 l/seg.

Una vez establecido los caudales en el programa de diseño, se procedió a incluir los aspectos correspondientes mediante la función de Patterns, en donde se digitalizó los valores de multiplicación correspondiente a cada hora de consumo. Fue importante verificar que en los nodos de consumo se encuentre incorporado la demanda correspondiente y el parámetro de la curva de consumo.

Cálculos de caudal

Los caudales de consumo se obtuvieron en el programa de ArcGIS, se agilizó cada proceso de cálculo, por la razón que los archivos shape desarrollados en el software permiten realizar

cálculos en las tablas que se procesan, por ello que se ingresó las siguientes fórmulas para el cálculo de caudal medio diario, máximo horario y máximo diario del sistema de red de agua.

Caudal medio diario

Para obtener el caudal medio diario se aplicó la siguiente formula (INEN, 1997).

$$Qmd = \frac{Pf \times Df}{86400} \quad \text{Ec. (8)}$$

Revisar y poner porcentaje de fugas

Donde:

Pf = población futura

Df = Dotación futura

Caudal máximo horario

Para obtener el caudal medio diario se aplicó la siguiente formula (INEN, 1997).

$$QMH = Qmd \times K2 \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde:

Qmd = Caudal máximo horario

K2 = Coeficiente de variación horaria, se considera un valor de 2 a 2.3 para poblaciones urbanas de acuerdo a la norma CO 10.07 601, y un valor de 3 para poblaciones rurales.

Caudal máximo diario

Se realizó el cálculo de la mayor demanda registrada durante los 24 periodos del día durante, se obtiene mediante la siguiente formula (INEN, 1997).

$$QMD = Qmd \times K1 \quad \text{Ec. (10)}$$

Dónde:

Qmd = caudal máximo diario

K1 = Coeficiente de mayoración, se debe considerar un valor de 1.3 a 1.5 de acuerdo a la norma CO 10.07 601 si son poblaciones urbanas, por el contrario, 1.25 de acuerdo a la Norma CO 10.07 602, basado en el requerimiento para poblaciones rurales menores a 1000 habitantes.

5.2. Diseño de la red futura con la inclusión de los tanques en la zona alta.

5.2.1. Estudio topográfico

El trabajo de campo se llevó a cabo en la parte alta de la parroquia San José de Raranga perteneciente al cantón Sígsig en los sectores Jatunuco y Turupamba, se tomó en consideración las recomendaciones y criterios de los representantes de la Junta de agua de la parroquia, además se analizó la información del plan territorial de la zona. Para el desarrollo del levantamiento topográfico se utilizó lo siguiente:

DRON MAVIC 2 Pro

El levantamiento de la zona se hizo mediante el uso de un Dron de la marca Mavic 2 Pro, las características destacan por las excelentes condiciones de la cámara ya que cuenta con píxeles efectivos de hasta 20 millones dándonos una mejor fotografía de la zona, además, contiene un lente que cubre alrededor de 77° el campo de visión, su formato es de 35 mm, equivalente a 28 mm, en lo que acontece al vídeo, este equipo funciona en un rango de 100-6400 de resolución y para fotos de 100-3200 por el modo automático.

Modo de uso

Como primer punto, se debe tener el emplazamiento de la topografía, con esta información se debe contratar el servicio de una app para generar los planes de vuelo tentativos y llevar a la zona descargada toda la información necesaria. Una vez ya en la zona de trabajo, se debe proporcionar las características para que el equipo trabaje, nuestra altura de vuelo fue de 100 metros, se verificó la calidad y traslape de las fotos. Ahora bien, concluido ya los anteriores pasos, se procede a generar toda la información que se necesita para el levantamiento de la zona, se usaron dos baterías con un tiempo de vuelo de media hora.

Sistema móvil GNSS RTK HI-TARGET V200

El equipo cuenta con un receptor V200 que abastece un rendimiento superior y una alta eficiencia en un formato compacto, sirve de ayuda para el trabajador de campo y entrega soluciones fiables. Este aparato funciona con un motor avanzado de RTK, junto con la nueva generación de IMU de 9 ejes, permite mejorar el rendimiento en un 25%. Incluso en los entornos más desfavorables, garantizando así, un mejor desempeño y productividad.

Se desarrolló el levantamiento topográfico en la nueva zona de diseño en donde se ubicará un nuevo tanque y se diseñará la red de abastecimiento, siguiendo el eje de la vía hasta llegar al tanque de agua existente, y un área de alrededor de tres hectáreas de terreno que conecta con la vía inferior de la comunidad, además, se utilizó el plano actual para obtener información topográfica de la zona en donde existe ya una red de agua.

5.2.2. Evaluación de redes en WaterGEMS para diseño de la Red actual

Polígonos de Thiessen

Se aplicó esta metodología en cada red estudiada, en donde mediante el software de WaterGEMS se determinó las áreas de consumo que se presentan en base a la obtención de

polígonos de Thiessen, de tal manera que se optimizan valores y se obtiene una tabla que demuestra cada área de su zona de estudio.

Ajuste de parámetros de diseño

Se estudió a detalle el plano de la red actual, este diseño ya cuenta con diámetros, válvulas y un tipo de tubería establecidos, por otro lado, en la red nueva se impusieron valores de diámetros mismos que de acuerdo al INEN (1992), se indica que para zonas rurales se usarán medidas de 53 mm, el mismo tipo de tubería PVC y 2 válvulas de compuerta para la red nueva. Lo que se consideró para cada red fue el área de aporte y la población actual para conocer el estado del sistema de agua en comparación al diseño anterior.

5.2.3. Estudio de volúmenes usados para considerar en una posterior investigación de diseño de tanques

Para determinar volúmenes en los tanques se procedió a analizar e identificar el valor de los caudales existentes en la red, fue necesario evaluar y entender las necesidades y patrones de consumo de agua identificados con anterioridad en el sistema. El proceso se detalla a continuación.

Volumen de regulación

El volumen de regulación se calculó en base al 30% del volumen consumido en un día, utilizando una demanda media diaria establecida al final del periodo de diseño, mediante la siguiente formula (INEN, 1992).

$$Vr = 0.30 \times QMD \qquad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario.

Volumen de protección contra incendios

Debido a que la población futura de la parroquia es de 2.648 habitantes y de acuerdo con INEN (1997), en las poblaciones de hasta 3000 habitantes futuros ya sea en la región costa o sierra, se considera la siguiente expresión para calcular el almacenamiento para incendios.

$$V_i = 5\sqrt{p(\text{miles})} \quad , \text{ en } m^3 \quad \text{Ec. (12)}$$

Donde:

p = población en miles de habitantes

V_i = volumen para protección contra incendios, en m^3 .

Volumen de emergencia

Para el cálculo del volumen de emergencias se basó en la cantidad de personas que existen en la zona, para poder cubrir con ese volumen en situaciones de emergencia. (INEN, 1992).

$$V_e = 0.25 \times V_r \quad \text{Ec. (13)}$$

Donde:

V_r = volumen de regulación

Volumen total

El volumen total de almacenamiento se obtuvo mediante la suma de los volúmenes calculados anteriormente, como son, el volumen de regulación, volumen de protección contra incendios y volumen de emergencias (INEN, 1992).

Diámetro del tanque con una altura impuesta

Es necesario analizar el diámetro que tiene el tanque junto con su altura, ya que en base a estos valores podremos digitalizar en el software de diseño y que este pueda cubrir con el volumen total de almacenamiento de agua sin ningún problema.

$$D = \sqrt{\frac{A \times V}{\pi \times h}} \quad \text{Ec. (14)}$$

Donde:

V = volumen total de almacenamiento del tanque

h = altura del tanque

5.3. Modelado la red actual y futura de la comunidad San José de Raranga

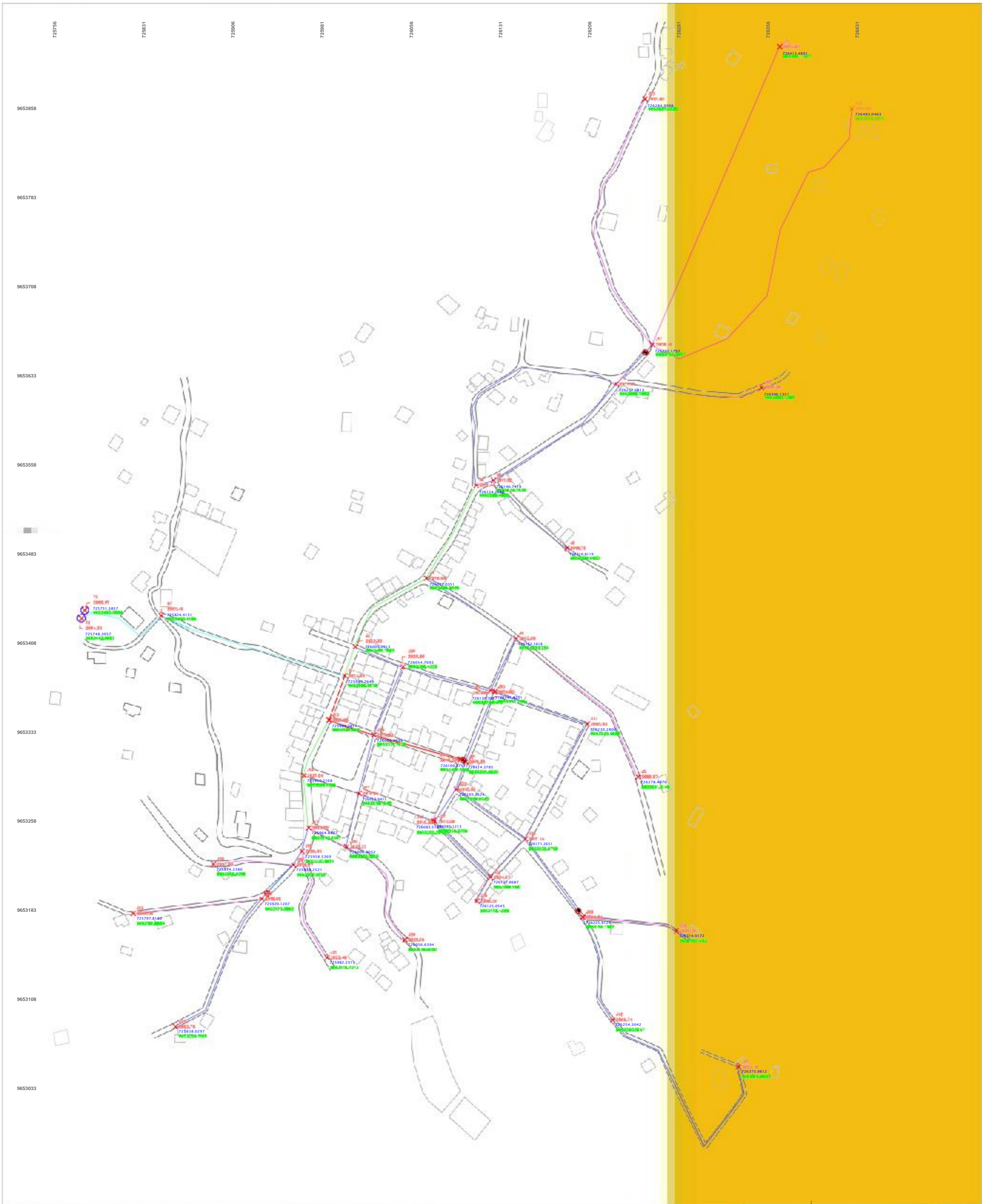
La metodología utilizada sigue un criterio de diseño que se basa en el modo de uso del programa WaterGEMS, se enlazó la información identificada anteriormente, como el estudio topográfico, las demandas de agua, la ubicación de los nodos existente en base a la digitalización del plano, de esta manera se modeló la red actual, de acuerdo al estudio, se fueron insertando diámetros y válvulas siempre y cuando sea necesario y la red lo necesite, además, de acuerdo a las normas de diseño, logramos verificar si lo que se está obteniendo del programa es correcto, de manera que el sistema actual y nuevo puedan trabajar eficientemente para abastecer a la comunidad.

En el proyecto se utilizó el método de Hazen - Williams que posee una constante de 150, con los planos de lotización insertados en el programa, se digitalizó los nodos con las tuberías, se procedió a indicar las elevaciones de cada nodo de acuerdo al plano topográfico de la red, este

modelamiento permitió conocer las demandas, además, se procesan los caudales unitarios para obtener las velocidades de tal manera que deberán ser mayores a 0.35 y menores a 2.5 m/s, de acuerdo a zonas rurales, y presiones que deberán estar en un rango de 10 a 50 mH₂O, logrando así el cumplimiento con la Norma de diseño (INEN, 1992).

6. RESULTADOS

Figura 8 *Plano de la red actual de la parroquia San José de Raranga digitalizado.*



SIMBOLOGÍA

| | |
|--|--------------------------------|
| | Ramal Existente- PVC 29 mm |
| | Ramal Existente- PVC 46.2 mm |
| | Ramal Existente- PVC 58.2 mm |
| | Ramal Existente- PVC 101.6 mm |
| | Ramal Existente- PVC 83 mm |
| | Válvulas reductoras de Presión |
| | Nodo de consumo |
| | Tanque de Almacenamiento |

CROQUIS DE UBICACIÓN:

1. CUMBE
2. VIA PANAMERICANA-TRONCAL DE LA SIERRA
3. VIA CUMBE-JIMA-SAN JOSE DE RARANGA
4. SAN JOSE DE RARANGA

| INFORMACIÓN GENERAL | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 104,50 HA |

| ESTADÍSTICA | | |
|-----------------------|----------------|---------------|
| Descripción | HA | % porción |
| Área sin intervención | 4 805,5 | 97,88 |
| Área de Afluencia | 104,50 | 2,12 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:1700

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| CONTIENE: | CUENCA, ENERO 2024 |
| PLANO DIGITALIZADO DE LA RED ACTUAL | LÁMINA 01 01 |

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
 JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
 LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE

TUTOR:
 ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA

En la Figura 8, se aprecia el plano del sistema actual digitalizado incluido todos los accesorios existentes, que son: 46 nodos de consumo, tuberías de PVC con diámetros de 29 mm, 46.2 mm, 58,2 mm, 83 mm, 101.6 mm, adicional, además, se aprecia dos tanques de almacenamiento y cuatro válvulas rompe presiones, distribuidas estratégicamente en el sistema. Se define un sistema de distribución combinado para la red actual, ya que catorce ramales terminan en un punto ciego y los demás generan mallas que corresponden a un sistema de agua cerrado.

Tabla 9 *Puntos geográficos que representan los nodos y tanques del sistema existente y red nueva.*

| Descripción | Este | Norte | Elevación |
|--------------------|-------------|--------------|------------------|
| J1 | 725999.265 | 9653388.07 | 2923.93 |
| J2 | 726009.091 | 9653415.77 | 2923.33 |
| J3 | 726077.035 | 9653480.93 | 2916.98 |
| J4 | 726162.162 | 9653423.83 | 2902 |
| J5 | 726278.487 | 9653291.81 | 2885.87 |
| J6 | 726124.264 | 9653569.47 | 2911.44 |
| J7 | 726257.681 | 9653665.79 | 2911.12 |
| J8 | 726140.742 | 9653574.25 | 2911.12 |
| J9 | 726210.812 | 9653509.45 | 2916.72 |
| J10 | 726396.132 | 9653662.44 | 2895.8 |
| J11 | 726292.179 | 9653703.39 | 2909.76 |
| J12 | 726285 | 9653937.2 | 2910.8 |
| J13 | 726483.046 | 9653929.28 | 2891.95 |
| J14 | 726413.489 | 9653987.18 | 2904.97 |
| J15 | 725984.281 | 9653345.83 | 2921.65 |
| J16 | 725960.217 | 9653293.19 | 2921.54 |
| J17 | 725964.888 | 9653243.24 | 2923.52 |
| J18 | 725958.537 | 9653220.9 | 2925.94 |
| J19 | 725950.252 | 9653207.9 | 2926.77 |
| J20 | 725874.238 | 9653208.53 | 2937.66 |
| J21 | 725982.231 | 9653119.71 | 2923.48 |
| J22 | 725920.121 | 9653175.39 | 2918.66 |
| J23 | 725797.818 | 9653161.67 | 2899.08 |
| J24 | 725838.03 | 9653054.12 | 2893.78 |
| J25 | 726000.905 | 9653225.25 | 2923.37 |
| J26 | 726056.639 | 9653136.61 | 2925.16 |
| J27 | 726012.941 | 9653276.1 | 2919.84 |
| J28 | 726026.97 | 9653331.75 | 2919.25 |

| Descripción | Este | Norte | Elevación |
|--------------------|-------------|--------------|------------------|
| J29 | 726054.769 | 9653396.43 | 2920.96 |
| J30 | 726141.825 | 9653372.74 | 2904.85 |
| J31 | 726114.379 | 9653305.88 | 2910.32 |
| J32 | 726085.121 | 9653249.37 | 2910.29 |
| J33 | 726105.362 | 9653279.92 | 2910 |
| J34 | 726137.869 | 9653196.17 | 2904.67 |
| J35 | 726125.055 | 9653173.44 | 2909.02 |
| J36 | 726171.265 | 9653232.68 | 2901.14 |
| J37 | 726230.28 | 9653342.16 | 2895.93 |
| J38 | 726225.912 | 9653158.12 | 2892.04 |
| J39 | 726314.917 | 9653145.12 | 2883.26 |
| J40 | 726254.304 | 9653060.51 | 2869.74 |
| J41 | 726373.981 | 9653015.67 | 2855.78 |
| J42 | 726138.303 | 9653373.85 | 2904.85 |
| J43 | 726083.519 | 9653250.2 | 2910.29 |
| J44 | 726109.376 | 9653308.55 | 2910.32 |
| R1 | 725724.301 | 9653456.85 | 2971.85 |
| J0 | 725824.413 | 9653445.42 | 2951.491 |
| N2 | 725840.404 | 9653544.39 | 2957.001 |
| N3 | 725883.315 | 9653725.23 | 2963.763 |
| N4 | 725951.871 | 9653910.19 | 2974.316 |
| N5 | 726039.099 | 9653812.14 | 2955.4 |
| N6 | 726166.853 | 9653857.6 | 2929.336 |
| N8 | 726144.241 | 9653964 | 2937.977 |
| N10 | 726152.284 | 9654215.38 | 2975.1 |
| N11 | 726086.757 | 9654284.51 | 3001 |
| N9 | 726093.826 | 9654125.11 | 2940.366 |
| N12 | 725978.873 | 9654141.04 | 2979.546 |
| N13 | 726196.842 | 9654351.1 | 3013.563 |
| T3 | 726076.951 | 9654384.53 | 3036 |
| N7 | 726168.217 | 9653693.03 | 2916.13 |
| N14 | 725974.385 | 9653675.5 | 2932.575 |
| N15 | 725918.35 | 9653489.36 | 2938.57 |
| N16 | 726162.449 | 9653830.34 | 2932.968 |
| R2 | 726047.908 | 9654392.05 | 3044.32 |

Realizado por: Los autores.

La tabla 9 contiene las coordenadas en el sistema World Geodetic System 1984 (WGS84) lo que nos permitió especificar la ubicación de los puntos de interés en la red como son los nodos y los tanques. Se observa la descripción, Este, Norte y elevación.

Resultados del cálculo de la población

Tabla 10 Viviendas existentes y número de habitantes por domicilio para la obtención de población actual dentro de la zona de estudio.

| Estudio | # viviendas | Hab actuales |
|-------------------------------|-------------|--------------|
| Red actual | 438 | 1752 |
| Red nueva | 78 | 312 |
| Red actual y red nueva | 516 | 2064 |

Realizado por: Los autores.

En la Tabla 10 se observa el número de habitantes en la zona de acuerdo al número de viviendas que se encuentran en el área de estudio, en la red actual hay 438 viviendas donde habitan 1752 personas y en la red nueva existen 78 viviendas que corresponden a 312 habitantes, dando una totalidad de 516 viviendas y 2064 habitantes en la parroquia.

Resultados de la población futura con la aplicación de método geométrico

Tabla 11 Cálculo de tasa de crecimiento método geométrico.

| Población 2022 Proyecciones INEC | | 2064 habitantes | |
|---------------------------------------|------|-----------------|--------|
| t_0 | 2022 | P_0 | 2064 |
| t | 2047 | n | 25 |
| Tasa de crecimiento anual 2001 a 2010 | | | |
| $t+n$ | 2010 | $p(t+n)$ | 2351 |
| t | 2001 | $p t$ | 2050 |
| a | 9 | r | 0.015 |
| Tasa de crecimiento anual 2010 a 2020 | | | |
| $t+n$ | 2022 | $p(t+n)$ | 2064 |
| t | 2010 | $p t$ | 2351 |
| a | 12 | r | -0.011 |
| r_{prom} | | | 0.010 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 11 se observa una población actual de 2064 habitantes, se ha calculado tasas de crecimiento de acuerdo a la población existente, en el 2001 al 2010 se determina una tasa de crecimiento de 0.015, del 2010 al 2022 se evidenció una tasa de crecimiento negativa de -0.011, lo que corresponde a la disminución de habitantes durante estos 12 años, para determinar una población futura exacta se usó un promedio de los dos valores obtenidos de tasa de crecimiento que corresponde al 0,010.

Tabla 12 *Población futura mediante método geométrico*

| Número de Año | Año | Población Final (Pf) |
|----------------------|------------|-----------------------------|
| 0 | 2022 | 2064 |
| 1 | 2023 | 2086 |
| 2 | 2024 | 2107 |
| 3 | 2025 | 2128 |
| 4 | 2026 | 2149 |
| 5 | 2027 | 2170 |
| 6 | 2028 | 2192 |
| 7 | 2029 | 2214 |
| 8 | 2030 | 2236 |
| 9 | 2031 | 2258 |
| 10 | 2032 | 2281 |
| 11 | 2033 | 2304 |
| 12 | 2034 | 2327 |
| 13 | 2035 | 2350 |
| 14 | 2036 | 2374 |
| 15 | 2037 | 2397 |
| 16 | 2038 | 2421 |
| 17 | 2039 | 2446 |
| 18 | 2040 | 2470 |
| 19 | 2041 | 2495 |
| 20 | 2042 | 2520 |
| 21 | 2043 | 2545 |
| 22 | 2044 | 2570 |
| 23 | 2045 | 2596 |
| 24 | 2046 | 2622 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 12 se evidencia los resultados la población futura obtenidos al aplicar el método geométrico, se usó la tasa de crecimiento y se logró determinar una población futura de 2648 habitantes para el año 2047.

Resultados de la población futura con la aplicación de método aritmético.

Tabla 13 *Cálculo de tasa de crecimiento método aritmético.*

| Población 2022 Proyecciones INEC | | 2064 | |
|--|------|----------------------|--------|
| t_o | 2022 | P_o | 2064 |
| t | 2047 | n | 25 |
| Tasa de crecimiento anual 2001 a 2010 | | | |
| t+n | 2010 | p (t+n) | 2351 |
| t | 2001 | p t | 2050 |
| a | 9 | r | 1.631 |
| Tasa de crecimiento anual 2010 a 2020 | | | |
| t+n | 2022 | p (t+n) | 2064 |
| t | 2010 | p t | 2351 |
| a | 12 | r | -1.014 |
| r_prom | | | 0.309 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 13 se aprecia el cálculo de la tasa de crecimiento bajo el método aritmético se aplicó la ecuación (3), obteniendo como resultados, del 2001 al 2010 un valor de 1.631 y del 2010 al 2022 existió una baja de población por lo que la tasa es negativa -1.014, se calculó una tasa de crecimiento de 0.309, mismo que será utilizado para determinar la población futura.

Tabla 14 *Población futura mediante el método aritmético*

| Número de Año | Año | Población Final (Pf) |
|----------------------|------------|-----------------------------|
| 0 | 2022 | 2064 |
| 1 | 2023 | 2065 |
| 2 | 2024 | 2066 |
| 3 | 2025 | 2067 |
| 4 | 2026 | 2068 |
| 5 | 2027 | 2070 |
| 6 | 2028 | 2072 |
| 7 | 2029 | 2074 |
| 8 | 2030 | 2076 |
| 9 | 2031 | 2079 |
| 10 | 2032 | 2082 |
| 11 | 2033 | 2085 |
| 12 | 2034 | 2089 |
| 13 | 2035 | 2093 |
| 14 | 2036 | 2097 |
| 15 | 2037 | 2102 |
| 16 | 2038 | 2107 |
| 17 | 2039 | 2112 |
| 18 | 2040 | 2118 |
| 19 | 2041 | 2124 |
| 20 | 2042 | 2130 |
| 21 | 2043 | 2136 |
| 22 | 2044 | 2143 |
| 23 | 2045 | 2150 |
| 24 | 2046 | 2157 |
| 25 | 2047 | 2165 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 14 se determina la población futura mediante el método aritmético a través de la ecuación (4), se utilizó el valor obtenido de la tasa de crecimiento obteniendo como resultado que en el 2047 existirán 2165 habitantes en la comunidad de San José de Raranga.

Resultados de la población futura con la aplicación de método exponencial

Tabla 15 *Cálculo de tasa de crecimiento mediante el método exponencial.*

| Población 2022 Proyecciones INEC | | 2064 | |
|--|------|----------------|--------|
| to | 2022 | Po | 2064 |
| t | 2047 | n | 25 |
| Tasa de crecimiento anual 2001 a 2010 | | | |
| t+n | 2010 | p (t+n) | 2351 |
| t | 2001 | p t | 2050 |
| a | 9 | r | 0.015 |
| Tasa de crecimiento anual 2010 a 2020 | | | |
| t+n | 2022 | p (t+n) | 2064 |
| t | 2010 | p t | 2351 |
| a | 12 | r | -0.011 |
| r prom | | | 0.010 |

Realizado por: Los autores.

La tabla 15 presenta los resultados obtenidos en el cálculo de tasa de crecimiento mediante el método exponencial aplicando la ecuación (5), del 2001 al 2010 un valor de 0.015 y del 2010 al 2022 existió una baja de población por lo que la tasa es negativa -0.011, por lo que se calculó una tasa de crecimiento de 0.309, mismo que será utilizado para determinar la población futura.

Tabla 16 *Población futura mediante el método exponencial*

| Número de Año | Año | Población Final (Pf) |
|---------------|------|----------------------|
| 0 | 2022 | 2065 |
| 1 | 2023 | 2086 |
| 2 | 2024 | 2107 |
| 3 | 2025 | 2128 |
| 4 | 2026 | 2149 |
| 5 | 2027 | 2171 |

| Número de Año | Año | Población Final (Pf) |
|----------------------|------------|-----------------------------|
| 6 | 2028 | 2193 |
| 7 | 2029 | 2215 |
| 8 | 2030 | 2237 |
| 9 | 2031 | 2259 |
| 10 | 2032 | 2282 |
| 11 | 2033 | 2305 |
| 12 | 2034 | 2328 |
| 13 | 2035 | 2352 |
| 14 | 2036 | 2375 |
| 15 | 2037 | 2399 |
| 16 | 2038 | 2423 |
| 17 | 2039 | 2448 |
| 18 | 2040 | 2472 |
| 19 | 2041 | 2497 |
| 20 | 2042 | 2522 |
| 21 | 2043 | 2548 |
| 22 | 2044 | 2573 |
| 23 | 2045 | 2599 |
| 24 | 2046 | 2625 |
| 25 | 2047 | 2652 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 16 se establece la población futura mediante el método exponencial a través de la ecuación (6), se utilizó el valor derivado de la tasa de crecimiento obteniendo como resultado que en el año 2047 existirán 2652 habitantes en la comunidad de San José de Raranga.

Resultados de la densidad poblacional Futura

Tabla 17 *Cálculo de las densidades para los tres tipos de diseños*

| Red actual | |
|---------------------------------|-------------|
| Pf (habitantes) | 2648 |
| Area (m2) | 645039.962 |
| Densidad futura (hab/m2) | 0.004105172 |
| Red nueva | |
| Pf (habitantes) | 2648 |
| Area (m2) | 399937.873 |

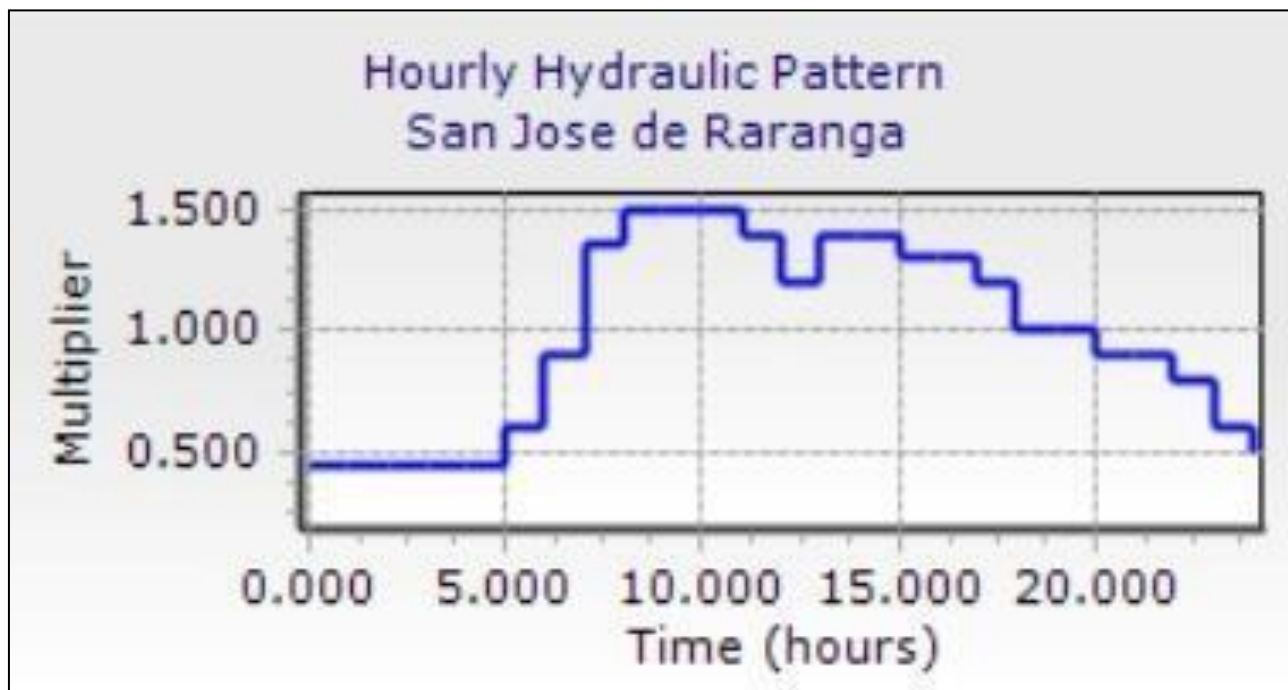
| | |
|---------------------------------------|-------------|
| Densidad futura (hab/m ²) | 0.006621028 |
| Red nueva y actual | |
| Pf (habitantes) | 2648 |
| Area (m ²) | 1044977.96 |
| Densidad futura (hab/m ²) | 0.002534025 |

Realizado por: Los autores.

En la tabla 17 se observa las proyecciones de densidad poblacional para los tres tipos de diseños, en la red actual para un área de 645039.962 metros cuadrados (m²), se estima una densidad poblacional de 0.004 habitantes por metro cuadrado (hab/m²); en la red nueva en un área de 399937.873 m², una densidad poblacional de 0.0066 (hab/m²) y la red actual y nueva con un área de 1044977.96 m², una densidad de poblacional de 0.0025 (hab/m²).

Resultado de la curva de consumo

Figura 9 Curva de consumo en el software WaterGEMS



Realizo por: Los autores

Se aprecia la variación de consumo de agua, misma que relaciona la cantidad de agua consumida mediante un factor de coeficientes de variación de consumo para el uso de pequeñas comunidades, y el tiempo expresado en horas, el gráfico muestra una representación lineal durante las primeras 5 horas del día con un factor de 0.44, la gráfica crece conforme pasan las horas, un dato importante es el coeficiente de variación máximo 1.5 que corresponde a un rango de tiempo desde las 8 a 10 horas y finalmente transcurridas las 24 horas retorna a un valor de 0.44.

Resultados de la demanda horaria obtenidos de una vivienda

Tabla 18 *Demanda horaria*

| HORA | DEMANDA M3 | DIFERENCIA | CONSUMO | |
|-------|------------|------------|------------|-----------|
| | | | Qc Consumo | % Consumo |
| 17.00 | 37236 | 1 | 0.7 | 70 |
| 18.00 | 37237 | 1 | | |
| 19.00 | 37238 | 1 | | |
| 20.00 | 37239 | 1 | | |
| 21.00 | 37240 | 1 | | |
| 22.00 | 37241 | 1 | 0.4 | 40 |
| 23.00 | 37242 | 1 | | |
| 0.00 | 37243 | 1 | | |
| 1.00 | 37244 | 1 | | |
| 2.00 | 37245 | 1 | | |
| 3.00 | 37246 | 1 | 0.6 | 60 |
| 4.00 | 37247 | 1 | | |
| 5.00 | 37248 | 1 | | |
| 6.00 | 37249 | 1 | 1.1 | 110 |
| 7.00 | 37250 | 0 | | |
| 8.00 | 37250 | 1 | | |
| 9.00 | 37251 | 0 | | |
| 10.00 | 37251 | 1 | 1 | 100 |
| 11.00 | 37252 | 1 | | |
| 12.00 | 37253 | 1 | | |
| 13.00 | 37254 | 1 | | |
| 14.00 | 37255 | 1 | 0.5 | 50 |
| 15.00 | 37256 | 1 | | |

| | | |
|--------------|-------|---|
| 16.00 | 37257 | 1 |
| 17.00 | 37258 | 0 |

Realizado por: Autores

La demanda más alta se encuentra entre las 3 y 6 de la mañana, al ser una parroquia rural, la población se dedica principalmente a la crianza de ganado o salir a las ciudades en busca de trabajo o comercio, siendo pilares fundamentales para su economía. Uniendo ambas ideas, las personas realizan todos sus quehaceres domésticos, o elaboran sus alimentos en este rango de tiempo considerado horas pico dentro del estudio, a partir de ahí, los niños van a su escuela, las personas adultas salen de sus hogares a cumplir con su labor y la demanda baja.

Estimación del volumen para el tanque de la nueva red.

Tabla 19 *Volúmenes de tanques a implementar en el diseño del sistema de agua futuro.*

| | | | |
|---|----------------|-----------------------------------|-------------------|
| Volumen de regulación | 2.06875 | Volumen total | 10.7222757 |
| volumen de protección contra incendios | 8.13633824 | Altura Diseño Tanque | 2.50 |
| volumen de emergencias | 0.5171875 | Diámetro Diseño del Tanque | 5.20 |

Realizado por: Autores

Se consideró el diseño de un tanque para que almacene 50 m³ en la parte alta de la zona, el volumen total que se presenta en la tabla 19 es el mínimo que se debe considerar para este diseño, pero por lo que nuestra zona es grande y se está trabajando a futuro hemos decidido optar por diseñar un tanque similar al tanque existente que almacena 50 m³ u abastece al sistema de agua actual y por esta razón hemos propuesto esa altura y diámetro de diseño del tanque en base a planos constructivos de tanques, mismo que se presentan en el anexo 2.

Parámetros de diseño obtenidos

Determinación de caudales

Tabla 20 *Determinación de caudales en la red actual*

| ELEMENT ID | QMH (l/seg) | Area_aport (m²) | Area_Total (m²) | QMH_dis (l/seg) | Qmd (l/seg) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|
| 166 | 16.56 | 11248.8878 | 346422.108 | 0.53773006 | 5.52 |
| 73 | 16.56 | 11867.3402 | 346422.108 | 0.56729392 | 5.52 |
| 72 | 16.56 | 10575.345 | 346422.108 | 0.50553273 | 5.52 |
| 71 | 16.56 | 10760.3031 | 346422.108 | 0.51437427 | 5.52 |
| 70 | 16.56 | 5533.82317 | 346422.108 | 0.26453309 | 5.52 |
| 69 | 16.56 | 14020.8734 | 346422.108 | 0.67023916 | 5.52 |
| 68 | 16.56 | 2655.70408 | 346422.108 | 0.1269505 | 5.52 |
| 67 | 16.56 | 2360.46686 | 346422.108 | 0.11283729 | 5.52 |
| 66 | 16.56 | 2906.29014 | 346422.108 | 0.13892925 | 5.52 |
| 65 | 16.56 | 11159.2324 | 346422.108 | 0.53344427 | 5.52 |
| 64 | 16.56 | 9840.93927 | 346422.108 | 0.47042596 | 5.52 |
| 63 | 16.56 | 8477.77128 | 346422.108 | 0.40526251 | 5.52 |
| 62 | 16.56 | 9369.44767 | 346422.108 | 0.44788727 | 5.52 |
| 61 | 16.56 | 9935.93172 | 346422.108 | 0.47496688 | 5.52 |
| 60 | 16.56 | 13456.6286 | 346422.108 | 0.64326659 | 5.52 |
| 59 | 16.56 | 7405.34021 | 346422.108 | 0.35399714 | 5.52 |
| 58 | 16.56 | 4400.24066 | 346422.108 | 0.2103445 | 5.52 |
| 57 | 16.56 | 3133.22728 | 346422.108 | 0.14977752 | 5.52 |
| 56 | 16.56 | 2586.29953 | 346422.108 | 0.12363276 | 5.52 |
| 55 | 16.56 | 2512.93986 | 346422.108 | 0.12012595 | 5.52 |
| 54 | 16.56 | 2758.07881 | 346422.108 | 0.13184431 | 5.52 |
| 53 | 16.56 | 3100.86788 | 346422.108 | 0.14823064 | 5.52 |
| 52 | 16.56 | 8774.49946 | 346422.108 | 0.41944699 | 5.52 |
| 51 | 16.56 | 5207.66143 | 346422.108 | 0.2489416 | 5.52 |
| 50 | 16.56 | 3950.83519 | 346422.108 | 0.18886159 | 5.52 |
| 49 | 16.56 | 3495.44559 | 346422.108 | 0.16709262 | 5.52 |
| 48 | 16.56 | 8289.33615 | 346422.108 | 0.39625475 | 5.52 |
| 47 | 16.56 | 4537.09669 | 346422.108 | 0.21688662 | 5.52 |
| 46 | 16.56 | 7085.70978 | 346422.108 | 0.33871786 | 5.52 |
| 45 | 16.56 | 6060.36208 | 346422.108 | 0.28970321 | 5.52 |
| 44 | 16.56 | 6355.67694 | 346422.108 | 0.30382013 | 5.52 |
| 43 | 16.56 | 4822.3158 | 346422.108 | 0.23052094 | 5.52 |
| 42 | 16.56 | 6187.60189 | 346422.108 | 0.29578565 | 5.52 |
| 41 | 16.56 | 5647.67422 | 346422.108 | 0.26997551 | 5.52 |
| 40 | 16.56 | 2641.48809 | 346422.108 | 0.12627093 | 5.52 |
| 39 | 16.56 | 1159.05575 | 346422.108 | 0.05540629 | 5.52 |

| ELEMENT ID | QMH (l/seg) | Area_aport (m ²) | Area_Total (m ²) | QMH_dis (l/seg) | Qmd (l/seg) |
|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------|
| 38 | 16.56 | 2386.71491 | 346422.108 | 0.11409202 | 5.52 |
| 37 | 16.56 | 3066.57027 | 346422.108 | 0.14659112 | 5.52 |
| 36 | 16.56 | 4307.15163 | 346422.108 | 0.20589457 | 5.52 |
| 35 | 16.56 | 14413.3548 | 346422.108 | 0.68900094 | 5.52 |
| 34 | 16.56 | 21569.1092 | 346422.108 | 1.03106713 | 5.52 |
| 33 | 16.56 | 25774.9632 | 346422.108 | 1.23211937 | 5.52 |
| 32 | 16.56 | 20147.1775 | 346422.108 | 0.96309459 | 5.52 |
| 31 | 16.56 | 16017.627 | 346422.108 | 0.76568988 | 5.52 |
| 30 | 16.56 | 4458.70126 | 346422.108 | 0.21313909 | 5.52 |

Realizado por: Autores

Como primer paso, se calculó el caudal máximo horario mediante la ecuación (9), a partir de aquí se determinaron las áreas de aporte de todo el sistema de agua existente, luego se implementó un caudal máximo horario de diseño que son las demandas distribuidas en los nodos. Además, de igual manera, mediante la ecuación (8) se calculó el caudal medio diario mismo que nos servirá para la realización del trabajo.

Tabla 21 Determinación de caudales en la red actual junto con la red nueva

| ELEMENT ID | QMH (l/seg) | Area_aport (m ²) | Area_total (m ²) | QMH_dis (l/seg) | Qmd (l/seg) |
|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------|
| 177 | 16.56 | 20082.5659 | 611889.3092 | 0.5435 | 5.52 |
| 175 | 16.56 | 10318.1275 | 611889.3092 | 0.2792 | 5.52 |
| 173 | 16.56 | 26064.1480 | 611889.3092 | 0.7054 | 5.52 |
| 172 | 16.56 | 23033.3257 | 611889.3092 | 0.6234 | 5.52 |
| 171 | 16.56 | 17943.1388 | 611889.3092 | 0.4856 | 5.52 |
| 170 | 16.56 | 13131.7712 | 611889.3092 | 0.3554 | 5.52 |
| 168 | 16.56 | 16047.9906 | 611889.3092 | 0.4343 | 5.52 |
| 167 | 16.56 | 10216.9026 | 611889.3092 | 0.2765 | 5.52 |
| 166 | 16.56 | 11751.4155 | 611889.3092 | 0.3180 | 5.52 |
| 73 | 16.56 | 11867.3408 | 611889.3092 | 0.3212 | 5.52 |
| 72 | 16.56 | 7323.2604 | 611889.3092 | 0.1982 | 5.52 |
| 71 | 16.56 | 7842.0529 | 611889.3092 | 0.2122 | 5.52 |
| 70 | 16.56 | 10640.1175 | 611889.3092 | 0.2880 | 5.52 |
| 69 | 16.56 | 14020.8732 | 611889.3092 | 0.3795 | 5.52 |
| 68 | 16.56 | 2655.7041 | 611889.3092 | 0.0719 | 5.52 |
| 67 | 16.56 | 2360.4669 | 611889.3092 | 0.0639 | 5.52 |
| 66 | 16.56 | 2906.2901 | 611889.3092 | 0.0787 | 5.52 |
| 65 | 16.56 | 11159.2359 | 611889.3092 | 0.3020 | 5.52 |

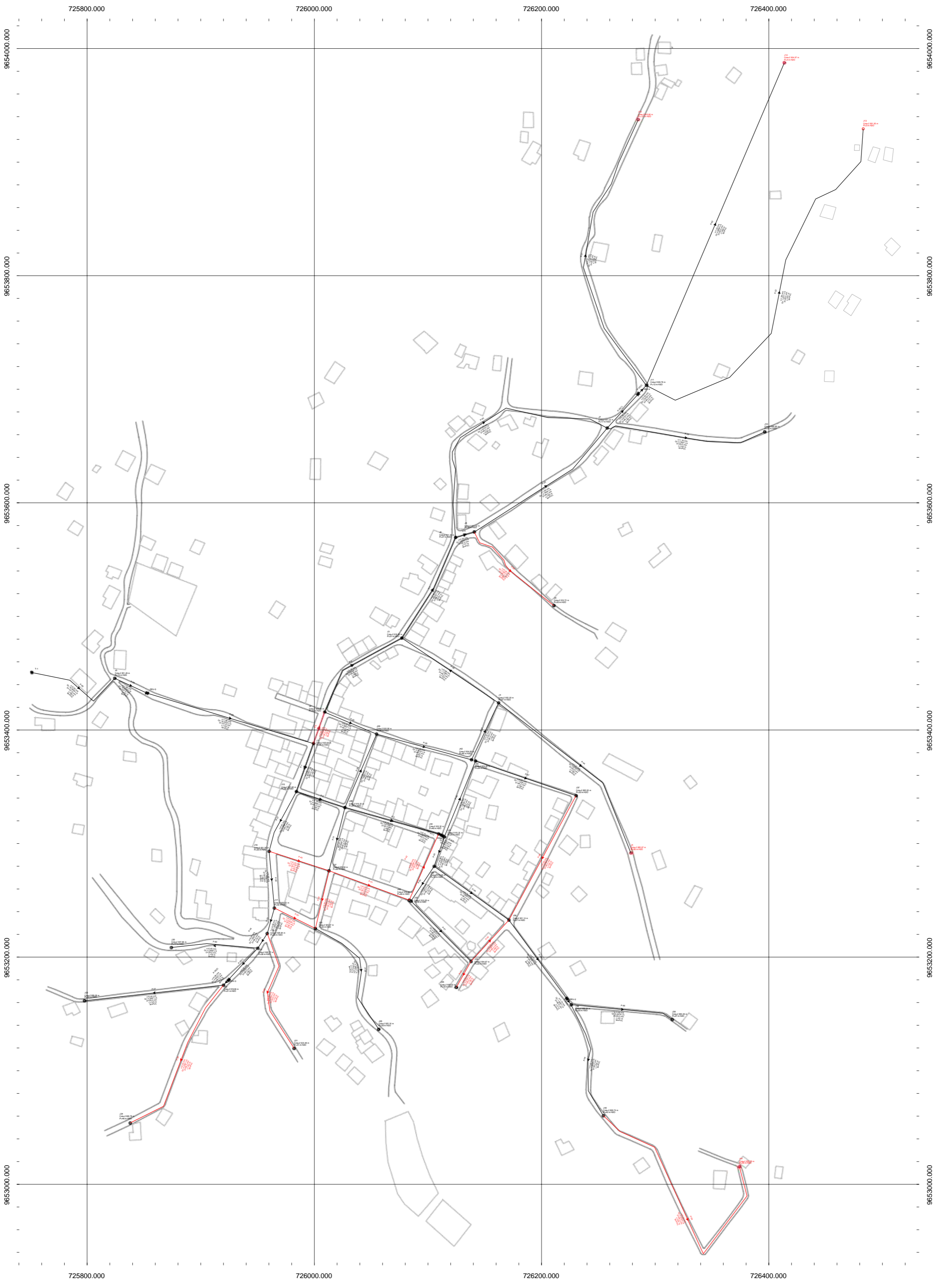
| ELEMENT ID | QMH (l/seg) | Area_aport (m²) | Area_total (m²) | QMH_dis (l/seg) | Qmd (l/seg) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|
| 64 | 16.56 | 9840.9922 | 611889.3092 | 0.2663 | 5.52 |
| 63 | 16.56 | 8477.7713 | 611889.3092 | 0.2294 | 5.52 |
| 62 | 16.56 | 9384.8893 | 611889.3092 | 0.2540 | 5.52 |
| 61 | 16.56 | 9935.9309 | 611889.3092 | 0.2689 | 5.52 |
| 60 | 16.56 | 13456.6292 | 611889.3092 | 0.3642 | 5.52 |
| 59 | 16.56 | 7405.3402 | 611889.3092 | 0.2004 | 5.52 |
| 58 | 16.56 | 4400.2388 | 611889.3092 | 0.1191 | 5.52 |
| 57 | 16.56 | 3133.2273 | 611889.3092 | 0.0848 | 5.52 |
| 56 | 16.56 | 2586.2995 | 611889.3092 | 0.0700 | 5.52 |
| 55 | 16.56 | 2512.9399 | 611889.3092 | 0.0680 | 5.52 |
| 54 | 16.56 | 2758.0788 | 611889.3092 | 0.0746 | 5.52 |
| 53 | 16.56 | 3100.8679 | 611889.3092 | 0.0839 | 5.52 |
| 52 | 16.56 | 12490.0279 | 611889.3092 | 0.3380 | 5.52 |
| 51 | 16.56 | 5207.6614 | 611889.3092 | 0.1409 | 5.52 |
| 50 | 16.56 | 3950.8352 | 611889.3092 | 0.1069 | 5.52 |
| 49 | 16.56 | 3495.4456 | 611889.3092 | 0.0946 | 5.52 |
| 48 | 16.56 | 8289.3390 | 611889.3092 | 0.2243 | 5.52 |
| 47 | 16.56 | 4537.0967 | 611889.3092 | 0.1228 | 5.52 |
| 46 | 16.56 | 7085.7366 | 611889.3092 | 0.1918 | 5.52 |
| 45 | 16.56 | 6060.3561 | 611889.3092 | 0.1640 | 5.52 |
| 44 | 16.56 | 6355.6769 | 611889.3092 | 0.1720 | 5.52 |
| 43 | 16.56 | 4822.3167 | 611889.3092 | 0.1305 | 5.52 |
| 42 | 16.56 | 6187.5951 | 611889.3092 | 0.1675 | 5.52 |
| 41 | 16.56 | 5681.0758 | 611889.3092 | 0.1538 | 5.52 |
| 40 | 16.56 | 2641.4881 | 611889.3092 | 0.0715 | 5.52 |
| 39 | 16.56 | 1159.0558 | 611889.3092 | 0.0314 | 5.52 |
| 38 | 16.56 | 2386.7149 | 611889.3092 | 0.0646 | 5.52 |
| 37 | 16.56 | 3066.5705 | 611889.3092 | 0.0830 | 5.52 |
| 36 | 16.56 | 4305.3080 | 611889.3092 | 0.1165 | 5.52 |
| 35 | 16.56 | 14417.3217 | 611889.3092 | 0.3902 | 5.52 |
| 34 | 16.56 | 21568.0834 | 611889.3092 | 0.5837 | 5.52 |
| 33 | 16.56 | 24293.0195 | 611889.3092 | 0.6575 | 5.52 |
| 32 | 16.56 | 18844.8920 | 611889.3092 | 0.5100 | 5.52 |
| 31 | 16.56 | 16016.7036 | 611889.3092 | 0.4335 | 5.52 |
| 30 | 16.56 | 3990.0718 | 611889.3092 | 0.1080 | 5.52 |
| 575 | 16.56 | 17076.6682 | 611889.3092 | 0.4622 | 5.52 |
| 645 | 16.56 | 12184.5950 | 611889.3092 | 0.3298 | 5.52 |
| 554 | 16.56 | 20480.8024 | 611889.3092 | 0.5543 | 5.52 |
| 588 | 16.56 | 16135.0079 | 611889.3092 | 0.4367 | 5.52 |
| 586 | 16.56 | 23092.2494 | 611889.3092 | 0.6250 | 5.52 |
| 497 | 16.56 | 20703.7050 | 611889.3092 | 0.5603 | 5.52 |

| ELEMENT ID | QMH (l/seg) | Area_aport (m²) | Area_total (m²) | QMH_dis (l/seg) | Qmd (l/seg) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|
| 178 | 16.56 | 19005.9562 | 611889.3092 | 0.5144 | 5.52 |




Realizado por: Autores

Como primer paso, se calculó el caudal máximo horario mediante la ecuación (9), a partir de aquí se determinaron las áreas de aporte de todo el sistema de agua existente y actualmente diseñado, luego se implementó un caudal máximo horario de diseño que son las demandas distribuidas en los nodos. Además, de igual manera, mediante la ecuación (8) se calculó el caudal medio diario mismo que nos servirá para la realización de todo el proyecto.

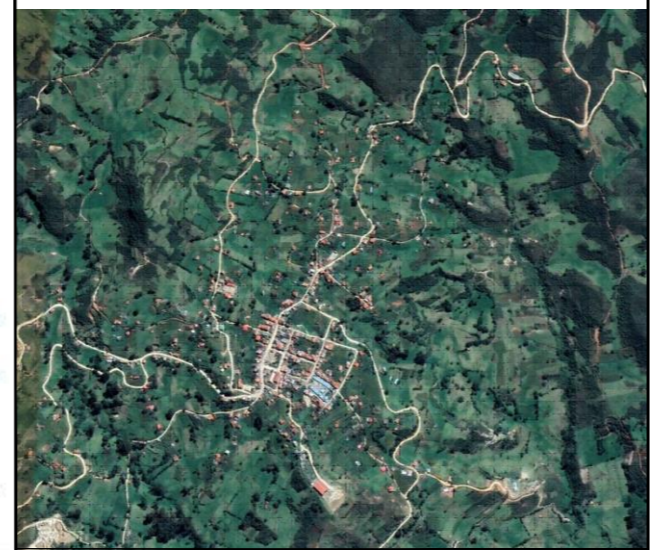
Figura 10 *Plano de la red actual mediante el caudal máximo horario (QMH)*



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| Área sin intervención | 4 805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:1750

CONTIENE: Plano de la evaluación del sistema existente en base al caudal máximo horario

CUENCA, ENERO 2024

LÁMINA 01/02

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.
DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE
TUTOR:
ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



En la figura 10, se presenta el plano de la red existente, el mismo que esta evaluado con las tuberías que fueron construidas en el año 2010 y se mantienen hasta la actualidad, sin embargo, se consideró la población futura que existirá dentro de 25 años, es decir para el año 2047, de esta manera se asignaron las demandas futuras correspondientes a cada nodo de consumo, además, se tuvo en cuenta el tanque actual de 50 m³ de almacenamiento.

Como se aprecia en el sistema no cumple con las velocidades establecidas por normas, ni tampoco las presiones en los nodos, llegando a tener presiones muy altas y negativas, lo que da a entender que este sistema no se está abasteciendo a dichos nodos, en consecuencia, no funcionará correctamente para el año estimado de diseño. La parte de color rojo indica los tramos y nodos de tuberías en donde el sistema no está funcionando correctamente, es así que se localizó el área donde este sistema tiene problemas y deberían ser considerados para un rediseño.

Resultados de tuberías y nodos mediante el caudal máximo horario

Tabla 22 Tuberías evaluadas en la red actual con el caudal máximo horario (QMH).

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 83 | PVC | 150 | 8.77 | 1.62 | 0.03 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 6.40 | 1.18 | 0.02 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 83 | PVC | 150 | 3.88 | 0.72 | 0.01 |
| P-5 | 29 | J1 | J2 | 58.2 | PVC | 150 | 7.04 | 2.65 | 0.11 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 5.81 | 2.19 | 0.08 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 6.53 | 2.46 | 0.09 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | 3.84 | 2.29 | 0.11 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 29 | PVC | 150 | 1.23 | 1.87 | 0.13 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 29 | PVC | 150 | 1.03 | 1.56 | 0.09 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.77 | 1.16 | 0.05 |
| P-25 | 150 | J7 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | -2.76 | 1.65 | 0.06 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 1.14 | 0.68 | 0.01 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 2.21 | 1.32 | 0.04 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 2.35 | 1.40 | 0.04 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.96 | 0.57 | 0.01 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 1.64 | 0.98 | 0.02 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 46.2 | PVC | 150 | 0.69 | 0.41 | 0.00 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 46.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.34 | 0.00 |
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 46.2 | PVC | 150 | 1.64 | 0.98 | 0.02 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 46.2 | PVC | 150 | 1.35 | 0.81 | 0.02 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 46.2 | PVC | 150 | 0.34 | 0.20 | 0.00 |
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 58.2 | PVC | 150 | 2.16 | 0.81 | 0.01 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 1.80 | 0.68 | 0.01 |
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.33 | 0.01 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.17 | 0.26 | 0.00 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.06 | 0.09 | 0.00 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 29 | PVC | 150 | 0.21 | 0.32 | 0.01 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.67 | 1.01 | 0.04 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 46.2 | PVC | 150 | 2.41 | 1.43 | 0.05 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 46.2 | PVC | 150 | 1.27 | 0.76 | 0.01 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 46.2 | PVC | 150 | 1.12 | 0.67 | 0.01 |
| P-48 | 124 | J37 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.48 | 0.29 | 0.00 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 1.24 | 0.74 | 0.01 |
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 1.04 | 0.62 | 0.01 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.92 | 0.55 | 0.01 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.56 | 0.33 | 0.00 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 46.2 | PVC | 150 | 1.00 | 0.60 | 0.01 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 46.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.32 | 0.00 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.45 | 0.68 | 0.02 |
| P-57 | 40 | J25 | J17 | 29 | PVC | 150 | 0.04 | 0.07 | 0.00 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 29 | PVC | 150 | 0.40 | 0.60 | 0.02 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 29 | PVC | 150 | 0.23 | 0.35 | 0.01 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 29 | PVC | 150 | 0.30 | 0.45 | 0.01 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 29 | PVC | 150 | 0.29 | 0.44 | 0.01 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 29 | PVC | 150 | 0.69 | 1.04 | 0.04 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 46.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.34 | 0.00 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 3.81 | 0.70 | 0.01 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 3.81 | 0.70 | 0.01 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 1.93 | 0.72 | 0.01 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 1.93 | 1.15 | 0.03 |
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.56 | 0.01 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.56 | 0.01 |
| P-20(1) | 40 | J7 | PRV-4 | 46.2 | PVC | 150 | 3.92 | 2.34 | 0.11 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-20(2) | 11 | PRV-4 | J11 | 46.2 | PVC | 150 | 3.92 | 2.34 | 0.11 |
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 16.02 | 1.98 | 0.03 |
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 101.6 | PVC | 150 | 16.02 | 1.98 | 0.03 |
| P-93 | 230 | J6 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 2.43 | 1.45 | 0.05 |
| P-95 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 16.56 | 2.04 | 0.03 |
| P-106 | 8 | T-1 | R-1 | 46.2 | PVC | 150 | 4.09 | 2.44 | 0.12 |

Realizo por: Autores

En el nodo J43 y J44 de la red existente, se identificó una velocidad muy baja de 0.09 (m/s) esto indica que el sistema tiene problemas en el diámetro de la tubería que pasa por estos nodos. De igual manera existen velocidades bajas que van de 0.20 a 0.34 (m/s) en los nodos J22, J27, J34, J37 y J25, que no cumplen con la velocidad mínima permitida, se analizaron los diámetros de las tuberías que pasan por esta red, concluyendo que son altos, razón por la que las velocidades son bajas y se genera este error en el sistema.

Tabla 23 *Nodos evaluados en la red actual con el caudal máximo horario (QMH).*

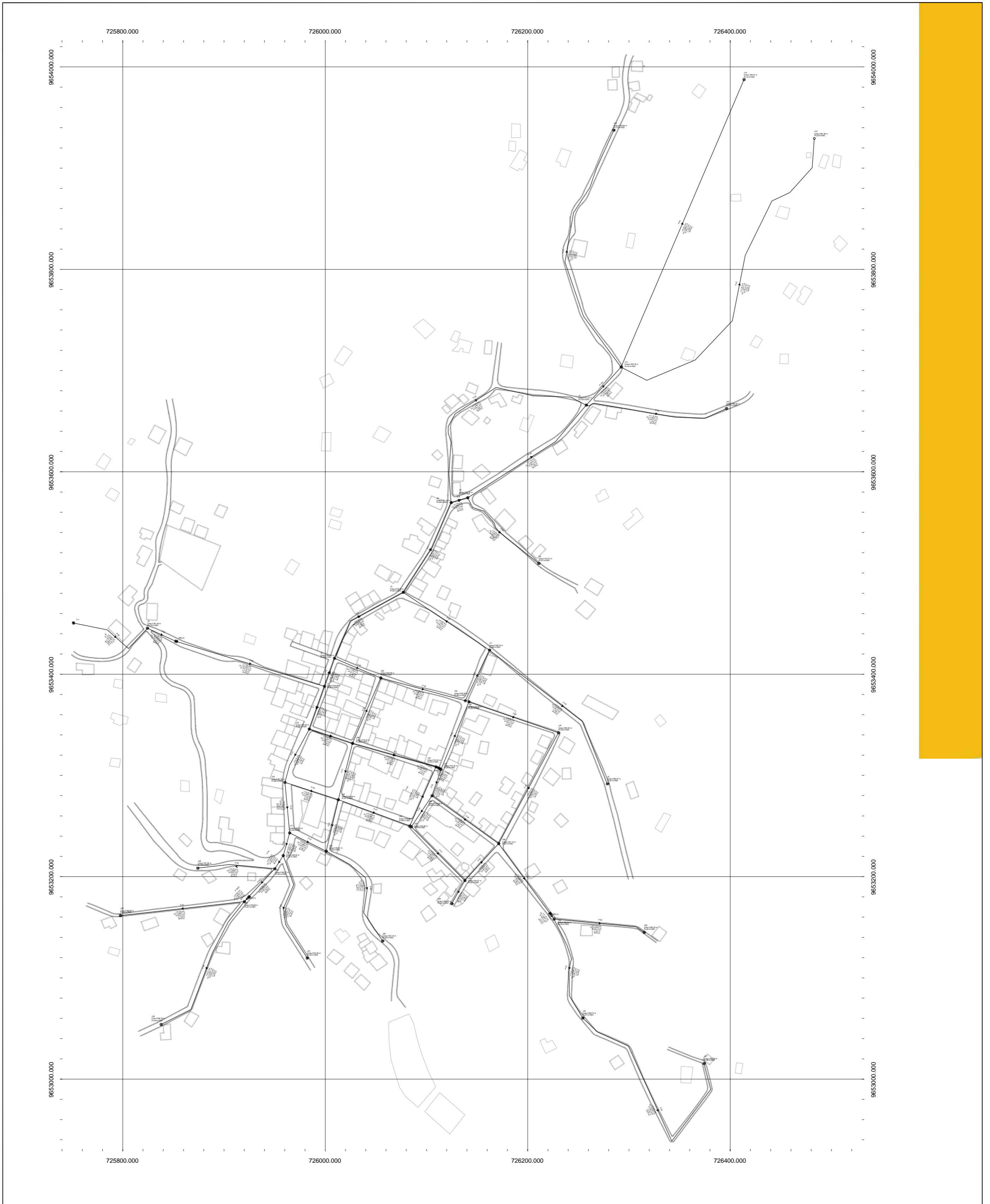
| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H ₂ O) |
|----------|---------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.2131 | 2 958.46 | 34 |
| J10 | 2 895.80 | 0.7657 | 2 920.59 | 25 |
| J11 | 2 909.76 | 0.9631 | 2 922.36 | 13 |
| J12 | 2 910.80 | 1.2321 | 2 889.75 | -21 |
| J13 | 2 891.95 | 1.0311 | 2 891.54 | 0 |
| J14 | 2 904.97 | 0.689 | 2 909.14 | 4 |
| J15 | 2 921.65 | 0.2059 | 2 957.19 | 35 |
| J16 | 2 921.54 | 0.1466 | 2 956.50 | 35 |
| J17 | 2 923.52 | 0.1141 | 2 956.07 | 32 |
| J18 | 2 925.94 | 0.0554 | 2 955.56 | 30 |
| J19 | 2 926.77 | 0.1263 | 2 955.32 | 28 |
| J2 | 2 923.33 | 0.27 | 2 955.33 | 32 |
| J20 | 2 937.66 | 0.2958 | 2 954.63 | 17 |
| J21 | 2 923.48 | 0.2305 | 2 954.93 | 31 |
| J22 | 2 918.66 | 0.3038 | 2 939.88 | 21 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|----------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| J23 | 2 899.08 | 0.2897 | 2 938.82 | 40 |
| J24 | 2 893.78 | 0.3387 | 2 939.70 | 46 |
| J25 | 2 923.37 | 0.2169 | 2 956.06 | 33 |
| J26 | 2 925.16 | 0.3963 | 2 954.28 | 29 |
| J27 | 2 919.84 | 0.1671 | 2 956.22 | 36 |
| J28 | 2 919.25 | 0.1889 | 2 956.48 | 37 |
| J29 | 2 920.96 | 0.2489 | 2 954.92 | 34 |
| J3 | 2 916.98 | 0.4194 | 2 947.90 | 31 |
| J30 | 2 904.85 | 0.1482 | 2 929.35 | 24 |
| J31 | 2 910.32 | 0.1318 | 2 930.35 | 20 |
| J32 | 2 910.29 | 0.1201 | 2 928.76 | 18 |
| J33 | 2 910.00 | 0.1236 | 2 929.11 | 19 |
| J34 | 2 904.67 | 0.1498 | 2 928.19 | 23 |
| J35 | 2 909.02 | 0.2103 | 2 928.07 | 19 |
| J36 | 2 901.14 | 0.354 | 2 928.04 | 27 |
| J37 | 2 895.93 | 0.6433 | 2 928.33 | 32 |
| J38 | 2 892.04 | 0.475 | 2 912.54 | 20 |
| J39 | 2 883.26 | 0.4479 | 2 910.79 | 27 |
| J4 | 2 902.00 | 0.4053 | 2 949.05 | 47 |
| J40 | 2 869.74 | 0.4704 | 2 911.60 | 42 |
| J41 | 2 855.78 | 0.5334 | 2 910.92 | 55 |
| J42 | 2 904.85 | 0.1389 | 2 951.19 | 46 |
| J43 | 2 910.29 | 0.1128 | 2 955.97 | 46 |
| J44 | 2 910.32 | 0.127 | 2 955.94 | 46 |
| J5 | 2 885.87 | 0.6702 | 2 941.64 | 56 |
| J6 | 2 911.44 | 0.2645 | 2 938.56 | 27 |
| J7 | 2 911.12 | 0.5144 | 2 928.01 | 17 |
| J8 | 2 911.12 | 0.5055 | 2 936.73 | 26 |
| J9 | 2 916.72 | 0.5673 | 2 936.42 | 20 |
| J0 | 2 951.49 | 0.5377 | 2 964.43 | 13 |




Realizado por: Autores

Se observan presiones negativas, en el nodo J12 existe una presión negativa de -21 que se produce por la gran cantidad de pérdidas de agua en el sistema, una vez que se reduzcan estas pérdidas, se logrará normalizar las presiones. Además, en los nodos J13 y J14 las presiones son de 0 y 4 respectivamente, están fuera del rango permitido, indicando que el caudal actual no se encuentra funcionando de manera óptima.

Figura 11 *Plano de la red actual repotenciada evaluada con el caudal de diseño (QMH)*



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| Área sin intervención | 4 805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:1750

CONTIENE:
Plano de la evaluación del sistema existente repotenciado en base al caudal máximo horario

CUENCA, ENERO 2024
LÁMINA 02/02

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE
TUTOR:
ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



La Figura 11 presenta el plano del sistema existente de agua, en donde se realizó la propuesta de cambiar los diámetros por unos de mayor o menor tamaño según sea necesario en la red, se modificaron las tuberías P-1, P-3, P-5, P-8, P-21, P-22, P-29, P-30, P-31, P-32, P-33, P-34, P-37, P-40, P-45, P-46, P-48, P-52, P-55, P-62, adicional, se suprimió la válvula reductora de presión PRV-4 y de esta manera, se tiene un diseño que podrá abastecer después de 25 años a la población de forma óptima.

Resultados de tuberías y nodos mediante el caudal máximo horario

Tabla 24 Tuberías evaluadas en la red actual repotenciada con el caudal máximo horario (QMH)

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 101.6 | PVC | 150 | 7.95 | 0.98 | 0.01 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 5.04 | 0.93 | 0.01 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 57 | PVC | 150 | 3.62 | 1.42 | 0.03 |
| P-5 | 29 | J1 | J2 | 67.8 | PVC | 150 | 7.86 | 2.18 | 0.06 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 5.82 | 2.19 | 0.08 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 6.53 | 2.46 | 0.09 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 57 | PVC | 150 | 3.92 | 1.54 | 0.04 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 57 | PVC | 150 | 1.23 | 0.48 | 0.01 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 36.2 | PVC | 150 | 1.03 | 1.00 | 0.03 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.77 | 1.16 | 0.05 |
| P-25 | 150 | J7 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | -2.85 | 1.70 | 0.06 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 1.13 | 0.68 | 0.01 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 2.21 | 1.32 | 0.04 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 2.35 | 1.40 | 0.04 |
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 57 | PVC | 150 | 1.77 | 0.69 | 0.01 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 36.2 | PVC | 150 | 0.82 | 0.80 | 0.02 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.41 | 0.62 | 0.02 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.34 | 0.01 |
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 58.2 | PVC | 150 | 1.64 | 0.62 | 0.01 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 58.2 | PVC | 150 | 1.35 | 0.51 | 0.01 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 29 | PVC | 150 | 0.34 | 0.51 | 0.01 |
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 67.8 | PVC | 150 | 2.70 | 0.75 | 0.01 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 2.14 | 0.81 | 0.01 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.41 | 0.62 | 0.02 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.43 | 0.65 | 0.02 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.32 | 0.48 | 0.01 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 29 | PVC | 150 | 0.21 | 0.32 | 0.01 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.67 | 1.01 | 0.04 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 57 | PVC | 150 | 2.61 | 1.02 | 0.02 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 57 | PVC | 150 | 1.07 | 0.42 | 0.00 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 46.2 | PVC | 150 | 0.92 | 0.55 | 0.01 |
| P-48 | 124 | J37 | J36 | 29 | PVC | 150 | 0.27 | 0.42 | 0.01 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 1.44 | 0.86 | 0.02 |
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 1.04 | 0.62 | 0.01 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.92 | 0.55 | 0.01 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 36.2 | PVC | 150 | 0.56 | 0.55 | 0.01 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 46.2 | PVC | 150 | 1.00 | 0.60 | 0.01 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 36.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.52 | 0.01 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.45 | 0.68 | 0.02 |
| P-57 | 40 | J17 | J25 | 29 | PVC | 150 | 0.39 | 0.59 | 0.02 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 29 | PVC | 150 | 0.40 | 0.60 | 0.02 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 29 | PVC | 150 | 0.23 | 0.35 | 0.01 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 29 | PVC | 150 | 0.30 | 0.45 | 0.01 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 29 | PVC | 150 | 0.29 | 0.44 | 0.01 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 36.2 | PVC | 150 | 0.69 | 0.67 | 0.02 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 36.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.55 | 0.01 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 3.81 | 0.70 | 0.01 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 3.81 | 0.70 | 0.01 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 1.93 | 0.72 | 0.01 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 1.93 | 1.15 | 0.03 |
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.56 | 0.01 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.56 | 0.01 |
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 16.02 | 1.98 | 0.03 |
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 101.6 | PVC | 150 | 16.02 | 1.98 | 0.03 |
| P-93 | 230 | J6 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 2.35 | 1.40 | 0.04 |
| P-95 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 16.56 | 2.04 | 0.03 |
| P-109 | 51 | J7 | J11 | 46.2 | PVC | 150 | 3.92 | 2.34 | 0.11 |

Realizado por: Autores

La velocidad mínima considerada en el diseño fue de 0.35 (m/s) y máxima de 2.50 (m/s), efectivamente se está cumpliendo con lo requerido, se alcanzó este objetivo gracias a que se

identificaron las tuberías que tienen diámetros altos, para así proceder a modificarlas y verificar que ahora sí están trabajando correctamente.

Tabla 25 *Nodos evaluados en la red actual repotenciada con el caudal máximo horario (QMH)*

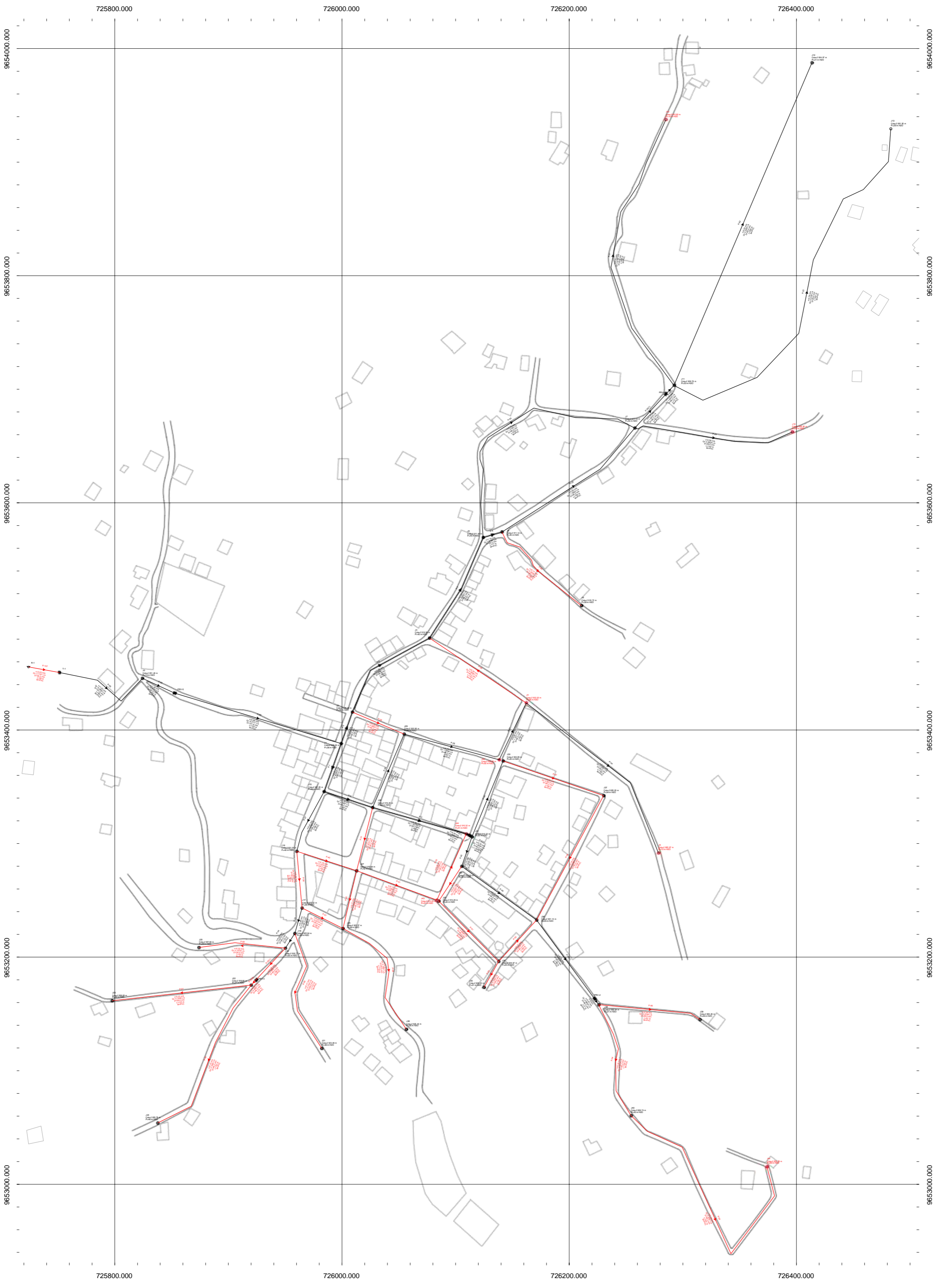
| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H₂O) |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.2131 | 2 958.46 | 34 |
| J10 | 2 895.80 | 0.7657 | 2 922.54 | 27 |
| J11 | 2 909.76 | 0.9631 | 2 924.32 | 15 |
| J12 | 2 910.80 | 1.2321 | 2 923.10 | 12 |
| J13 | 2 891.95 | 1.0311 | 2 913.85 | 22 |
| J14 | 2 904.97 | 0.689 | 2 919.83 | 15 |
| J15 | 2 921.65 | 0.2059 | 2 958.07 | 36 |
| J16 | 2 921.54 | 0.1466 | 2 957.57 | 36 |
| J17 | 2 923.52 | 0.1141 | 2 956.98 | 33 |
| J18 | 2 925.94 | 0.0554 | 2 956.81 | 31 |
| J19 | 2 926.77 | 0.1263 | 2 956.73 | 30 |
| J2 | 2 923.33 | 0.27 | 2 956.64 | 33 |
| J20 | 2 937.66 | 0.2958 | 2 956.05 | 18 |
| J21 | 2 923.48 | 0.2305 | 2 956.18 | 33 |
| J22 | 2 918.66 | 0.3038 | 2 939.88 | 21 |
| J23 | 2 899.08 | 0.2897 | 2 938.82 | 40 |
| J24 | 2 893.78 | 0.3387 | 2 938.13 | 44 |
| J25 | 2 923.37 | 0.2169 | 2 956.38 | 33 |
| J26 | 2 925.16 | 0.3963 | 2 954.60 | 29 |
| J27 | 2 919.84 | 0.1671 | 2 956.66 | 37 |
| J28 | 2 919.25 | 0.1889 | 2 957.61 | 38 |
| J29 | 2 920.96 | 0.2489 | 2 956.18 | 35 |
| J3 | 2 916.98 | 0.4194 | 2 949.20 | 32 |
| J30 | 2 904.85 | 0.1482 | 2 930.09 | 25 |
| J31 | 2 910.32 | 0.1318 | 2 930.35 | 20 |
| J32 | 2 910.29 | 0.1201 | 2 929.48 | 19 |
| J33 | 2 910.00 | 0.1236 | 2 929.83 | 20 |
| J34 | 2 904.67 | 0.1498 | 2 928.91 | 24 |
| J35 | 2 909.02 | 0.2103 | 2 928.78 | 20 |
| J36 | 2 901.14 | 0.354 | 2 928.41 | 27 |
| J37 | 2 895.93 | 0.6433 | 2 929.38 | 33 |
| J38 | 2 892.04 | 0.475 | 2 907.53 | 15 |
| J39 | 2 883.26 | 0.4479 | 2 905.78 | 22 |
| J4 | 2 902.00 | 0.4053 | 2 950.34 | 48 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|
| J40 | 2 869.74 | 0.4704 | 2 906.59 | 37 |
| J41 | 2 855.78 | 0.5334 | 2 904.35 | 48 |
| J42 | 2 904.85 | 0.1389 | 2 952.47 | 48 |
| J43 | 2 910.29 | 0.1128 | 2 955.32 | 45 |
| J44 | 2 910.32 | 0.127 | 2 954.67 | 44 |
| J5 | 2 885.87 | 0.6702 | 2 942.93 | 49 |
| J6 | 2 911.44 | 0.2645 | 2 939.85 | 28 |
| J7 | 2 911.12 | 0.5144 | 2 929.97 | 19 |
| J8 | 2 911.12 | 0.5055 | 2 939.17 | 28 |
| J9 | 2 916.72 | 0.5673 | 2 938.17 | 21 |
| J0 | 2 951.49 | 0.5377 | 2 964.43 | 13 |





Realizado por: Autores

De igual manera se analizó detenidamente cada tramo del sistema, para obtener presiones que cumplan con el rango permitido y pueda trabajar correctamente, se obtuvo una red estable, ya que no presenta los problemas anteriores como eran las pérdidas de carga de agua, mismos que fueron corregidos.

Figura 12 *Plano de la red actual mediante el caudal medio diario implementado su curva de consumo*



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Reservorio
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|---------------|
| Área sin intervención | 4 805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:2500

CONTIENE:
Plano evaluación del sistema existente en base al caudal medio diario mas la curva de consumo sin repotenciar.

CUENCA, ENERO 2024

LÁMINA 01/01

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE
TUTOR:
ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



La figura 12 representa el plano de la red existente mediante el caudal medio diario, se implementó los coeficientes de la curva de consumo que se estipuló para la parroquia en base a la comisión nacional del agua CONAGUA, el sistema abastece las 24 horas sin embargo en diferentes horas existen tramos en donde las velocidades y presiones varían, esto debido a los coeficientes de multiplicación asignados para cada hora, por ejemplo, la tubería P-10 funciona correctamente a las 3 am pero a las 8 am presenta errores de velocidades, por ello se recomienda realizar un rediseño de la red actual para que cumpla con estas demandas.

Resultados de tuberías y nodos mediante el caudal medio diario implementado su curva de consumo en la red existente.

Tabla 26 *Tuberías evaluadas en la red actual con el caudal medio diario y su respectiva curva de consumo.*

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 83 | PVC | 150 | 4.38 | 0.81 | 0.01 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 3.20 | 0.59 | 0.00 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 83 | PVC | 150 | 1.94 | 0.36 | 0.00 |
| P-5 | 29 | J1 | J2 | 58.2 | PVC | 150 | 3.52 | 1.32 | 0.03 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 2.91 | 1.09 | 0.02 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 3.27 | 1.23 | 0.03 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | 1.92 | 1.14 | 0.03 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 29 | PVC | 150 | 0.62 | 0.93 | 0.04 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 29 | PVC | 150 | 0.52 | 0.78 | 0.03 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.38 | 0.58 | 0.01 |
| P-25 | 150 | J7 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | -1.38 | 0.82 | 0.02 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.34 | 0.00 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 1.11 | 0.66 | 0.01 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 1.18 | 0.70 | 0.01 |
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.48 | 0.29 | 0.00 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.82 | 0.49 | 0.01 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 46.2 | PVC | 150 | 0.35 | 0.21 | 0.00 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 46.2 | PVC | 150 | 0.28 | 0.17 | 0.00 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 46.2 | PVC | 150 | 0.82 | 0.49 | 0.01 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 46.2 | PVC | 150 | 0.68 | 0.40 | 0.00 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 46.2 | PVC | 150 | 0.17 | 0.10 | 0.00 |
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 58.2 | PVC | 150 | 1.08 | 0.41 | 0.00 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 0.90 | 0.34 | 0.00 |
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.11 | 0.16 | 0.00 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.09 | 0.13 | 0.00 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.03 | 0.05 | 0.00 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 29 | PVC | 150 | 0.11 | 0.16 | 0.00 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.34 | 0.51 | 0.01 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 46.2 | PVC | 150 | 1.20 | 0.72 | 0.01 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 46.2 | PVC | 150 | 0.64 | 0.38 | 0.00 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 46.2 | PVC | 150 | 0.56 | 0.33 | 0.00 |
| P-48 | 124 | J37 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.24 | 0.14 | 0.00 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.62 | 0.37 | 0.00 |
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 0.52 | 0.31 | 0.00 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.46 | 0.27 | 0.00 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.28 | 0.17 | 0.00 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 46.2 | PVC | 150 | 0.50 | 0.30 | 0.00 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 46.2 | PVC | 150 | 0.27 | 0.16 | 0.00 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.34 | 0.01 |
| P-57 | 40 | J25 | J17 | 29 | PVC | 150 | -0.02 | 0.03 | 0.00 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 29 | PVC | 150 | 0.20 | 0.30 | 0.00 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 29 | PVC | 150 | 0.12 | 0.17 | 0.00 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 29 | PVC | 150 | 0.15 | 0.22 | 0.00 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 29 | PVC | 150 | 0.14 | 0.22 | 0.00 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 29 | PVC | 150 | 0.34 | 0.52 | 0.01 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 46.2 | PVC | 150 | 0.28 | 0.17 | 0.00 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 1.90 | 0.35 | 0.00 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 1.90 | 0.35 | 0.00 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 0.96 | 0.36 | 0.00 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 0.96 | 0.57 | 0.01 |
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.47 | 0.28 | 0.00 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 46.2 | PVC | 150 | 0.47 | 0.28 | 0.00 |
| P-20(1) | 40 | J7 | PRV-4 | 46.2 | PVC | 150 | 1.96 | 1.17 | 0.03 |
| P-20(2) | 11 | PRV-4 | J11 | 46.2 | PVC | 150 | 1.96 | 1.17 | 0.03 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 8.01 | 0.99 | 0.01 |
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 83 | PVC | 150 | 8.01 | 1.48 | 0.02 |
| P-93 | 230 | J6 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 1.22 | 0.73 | 0.01 |
| P-95 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 8.28 | 1.02 | 0.01 |
| P-107 | 28 | R-1 | T-1 | 36.2 | PVC | 150 | 3.11 | 3.03 | 0.24 |

Realizado por: Autores

Se analizaron las velocidades correspondientes en el sistema, al considerar los coeficientes de multiplicación durante las 24 horas del día, se obtuvieron velocidades que se encuentran en el rango permitido, pero también velocidades inferiores a 0.35, de igual manera se analizaron las tuberías del sistema y se encontró diámetros altos, lo que provoca que el agua disminuya su velocidad en el recorrido del sistema.

Tabla 27 *Nodos evaluados en la red actual con el caudal medio diario y su respectiva curva de consumo.*

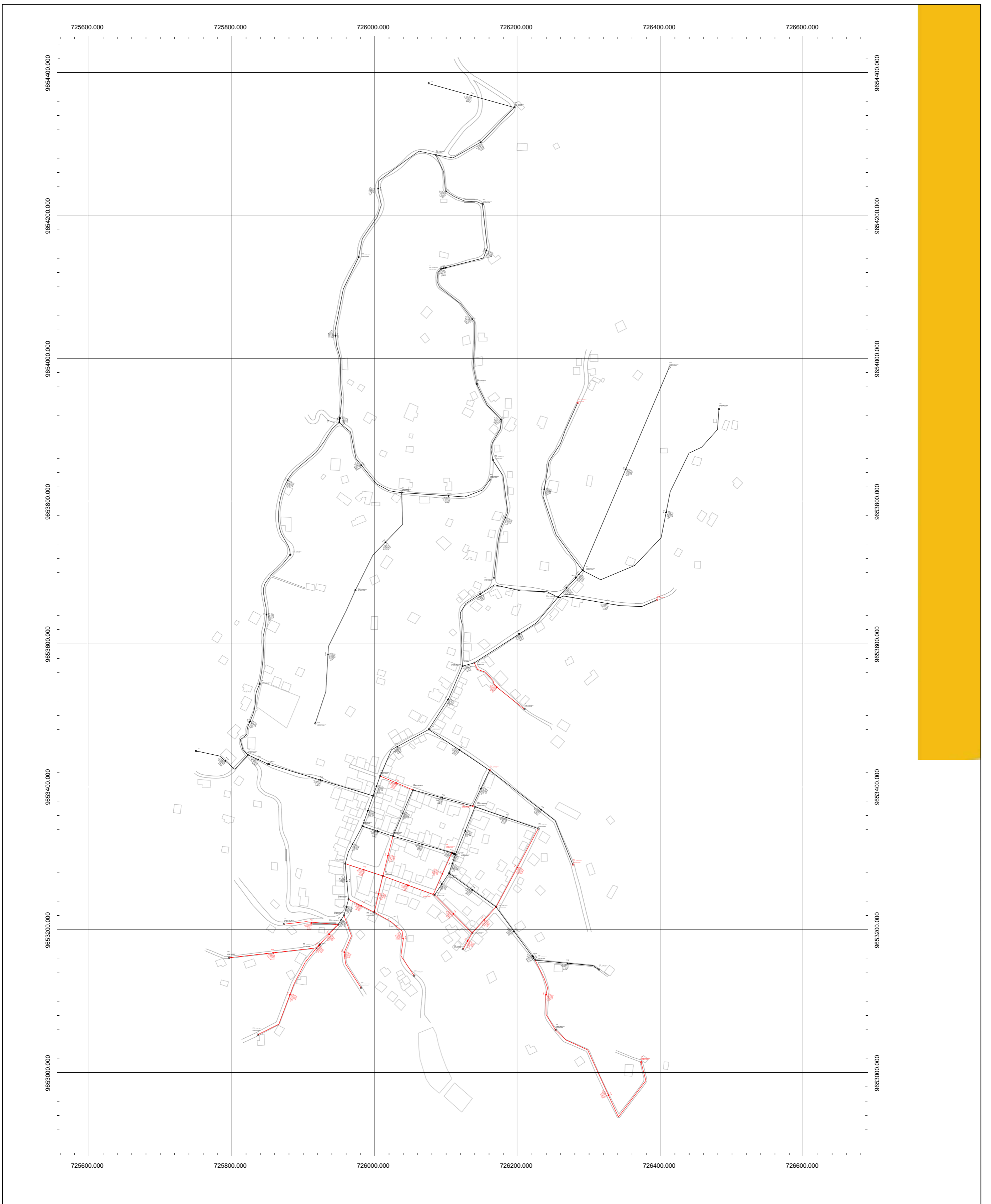
| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.1066 | 2 962.23 | 38 |
| J10 | 2 895.80 | 0.3829 | 2 951.74 | 56 |
| J11 | 2 909.76 | 0.4815 | 2 929.76 | 20 |
| J12 | 2 910.80 | 0.6161 | 2 920.72 | 10 |
| J13 | 2 891.95 | 0.5155 | 2 921.22 | 29 |
| J14 | 2 904.97 | 0.3445 | 2 926.09 | 21 |
| J15 | 2 921.65 | 0.1029 | 2 961.88 | 40 |
| J16 | 2 921.54 | 0.0733 | 2 961.68 | 40 |
| J17 | 2 923.52 | 0.0571 | 2 961.57 | 38 |
| J18 | 2 925.94 | 0.0277 | 2 961.42 | 35 |
| J19 | 2 926.77 | 0.0631 | 2 961.36 | 35 |
| J2 | 2 923.33 | 0.135 | 2 961.36 | 38 |
| J20 | 2 937.66 | 0.1479 | 2 961.17 | 23 |
| J21 | 2 923.48 | 0.1153 | 2 961.25 | 38 |
| J22 | 2 918.66 | 0.1519 | 2 939.92 | 21 |
| J23 | 2 899.08 | 0.1448 | 2 939.63 | 40 |
| J24 | 2 893.78 | 0.1694 | 2 939.87 | 46 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H ₂ O) |
|----------|---------------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| J25 | 2 923.37 | 0.1084 | 2 961.56 | 38 |
| J26 | 2 925.16 | 0.1981 | 2 961.07 | 36 |
| J27 | 2 919.84 | 0.0835 | 2 961.61 | 42 |
| J28 | 2 919.25 | 0.0944 | 2 961.68 | 42 |
| J29 | 2 920.96 | 0.1245 | 2 961.25 | 40 |
| J3 | 2 916.98 | 0.2097 | 2 959.30 | 42 |
| J30 | 2 904.85 | 0.0741 | 2 930.08 | 25 |
| J31 | 2 910.32 | 0.0659 | 2 930.36 | 20 |
| J32 | 2 910.29 | 0.0601 | 2 929.92 | 20 |
| J33 | 2 910.00 | 0.0618 | 2 930.01 | 20 |
| J34 | 2 904.67 | 0.0749 | 2 929.76 | 25 |
| J35 | 2 909.02 | 0.1052 | 2 929.73 | 21 |
| J36 | 2 901.14 | 0.177 | 2 929.72 | 29 |
| J37 | 2 895.93 | 0.3216 | 2 929.80 | 34 |
| J38 | 2 892.04 | 0.2375 | 2 912.69 | 21 |
| J39 | 2 883.26 | 0.2239 | 2 912.20 | 29 |
| J4 | 2 902.00 | 0.2026 | 2 959.62 | 58 |
| J40 | 2 869.74 | 0.2352 | 2 912.43 | 43 |
| J41 | 2 855.78 | 0.2667 | 2 912.24 | 56 |
| J42 | 2 904.85 | 0.0695 | 2 960.21 | 55 |
| J43 | 2 910.29 | 0.0564 | 2 961.54 | 51 |
| J44 | 2 910.32 | 0.0635 | 2 961.53 | 51 |
| J5 | 2 885.87 | 0.3351 | 2 957.57 | 72 |
| J6 | 2 911.44 | 0.1323 | 2 956.72 | 45 |
| J7 | 2 911.12 | 0.2572 | 2 953.80 | 43 |
| J8 | 2 911.12 | 0.2528 | 2 956.21 | 45 |
| J9 | 2 916.72 | 0.2836 | 2 956.12 | 39 |
| J0 | 2 951.49 | 0.2689 | 2 964.35 | 13 |




Realizado por: Autores

El sistema presentó presiones mayores a 50 m H₂O debido a la fuerza del agua que se genera por las elevaciones de la zona, se analizó diferentes maneras en las que se podría estabilizar las presiones, pero debido a que la demanda se modifica cada hora no se pudo cumplir con lo establecido dentro de la normativa.

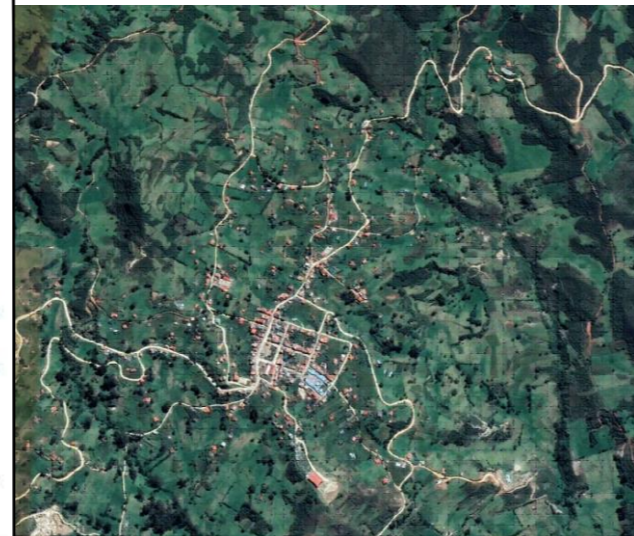
Figura 13 Plano de la red existente junto con el diseño de la nueva red de acuerdo al caudal máximo horario (QMH).



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|---------------|
| Área sin intervención | 4 805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:2500

CONTIENE:
Plano del diseño de la nueva red a implementar enlazado con el sistema actual existente en la parroquia, evaluado con el caudal máximo horario.

CUENCA, ENERO 2024
LÁMINA 01/02

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE

TUTOR:
ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



En la figura 13 se presenta el plano de la red existente, el mismo que está evaluado con las tuberías que fueron construidas en el año 2010 y se mantienen hasta la actualidad, sin embargo, se consideró la población futura que existirá dentro de 25 años, es decir para el año 2047, de esta manera se asignaron las demandas futuras correspondientes a cada nodo de consumo, además, se tuvo en cuenta el tanque actual de 50 m³ de almacenamiento. Se diseñó la red nueva, la cual se encuentra funcionando, la parroquia cuenta con buenas fuentes de agua, por lo que se puede almacenar volúmenes altos, es importante mencionar, que la red nueva conectará con el sistema actual por lo que el tanque nuevo también demandará agua al sistema existente, teniendo esto en consideración se impuso un volumen de 50 m³.

Como se aprecia en el plano, el sistema de evaluación que encierra a la red existente y la red nueva no cumple con las velocidades establecidas por normas, ni tampoco las presiones en los nodos, llegando a tener presiones muy altas y negativas, cabe mencionar que esto sucede solo en la red existente, la zona en donde está diseñada la red nueva si cumple con todos los reglamentos, lo que da a entender que el sistema existente no está abasteciendo a dichos nodos, en consecuencia, no funcionará correctamente para el año estimado de diseño. La parte de color rojo indica los tramos y nodos de tuberías en donde el sistema no está funcionando correctamente, es así que se localizó el área donde este sistema tiene problemas y deberán ser considerados para un rediseño.

Resultados de la red actual junto con el diseño de la red nueva mediante el caudal máximo horario (QMH)

Tabla 28 *Tuberías diseñadas de la red actual y futura en base al caudal máximo horario (QMH).*

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 83 | PVC | 150 | 4.96 | 0.92 | 0.01 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 3.62 | 0.67 | 0.01 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 83 | PVC | 150 | 2.19 | 0.41 | 0.00 |
| P-5 | 29 | J2 | J1 | 58.2 | PVC | 150 | -3.99 | 1.50 | 0.04 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 3.29 | 1.24 | 0.03 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 3.59 | 1.35 | 0.03 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | 2.00 | 1.20 | 0.03 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 29 | PVC | 150 | 0.66 | 1.00 | 0.04 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 29 | PVC | 150 | 0.58 | 0.88 | 0.03 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.43 | 0.66 | 0.02 |
| P-25 | 150 | J8 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 1.49 | 0.89 | 0.02 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.64 | 0.38 | 0.00 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 1.25 | 0.75 | 0.01 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 1.33 | 0.79 | 0.02 |
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.54 | 0.32 | 0.00 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.55 | 0.01 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 46.2 | PVC | 150 | 0.39 | 0.23 | 0.00 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 46.2 | PVC | 150 | 0.32 | 0.19 | 0.00 |
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 46.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.55 | 0.01 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 46.2 | PVC | 150 | 0.77 | 0.46 | 0.01 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 46.2 | PVC | 150 | 0.19 | 0.11 | 0.00 |
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 58.2 | PVC | 150 | 1.22 | 0.46 | 0.00 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 1.02 | 0.38 | 0.00 |
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.12 | 0.18 | 0.00 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.10 | 0.15 | 0.00 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.03 | 0.05 | 0.00 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 29 | PVC | 150 | 0.12 | 0.18 | 0.00 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.38 | 0.57 | 0.01 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 46.2 | PVC | 150 | 1.36 | 0.81 | 0.02 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 46.2 | PVC | 150 | 0.72 | 0.43 | 0.01 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 46.2 | PVC | 150 | 0.64 | 0.38 | 0.00 |
| P-48 | 124 | J37 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.27 | 0.16 | 0.00 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.70 | 0.42 | 0.01 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 0.59 | 0.35 | 0.00 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.52 | 0.31 | 0.00 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.32 | 0.19 | 0.00 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 46.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.34 | 0.00 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 46.2 | PVC | 150 | 0.30 | 0.18 | 0.00 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.25 | 0.38 | 0.01 |
| P-57 | 40 | J25 | J17 | 29 | PVC | 150 | -0.02 | 0.04 | 0.00 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.34 | 0.01 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 29 | PVC | 150 | 0.13 | 0.20 | 0.00 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 29 | PVC | 150 | 0.17 | 0.25 | 0.00 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 29 | PVC | 150 | 0.16 | 0.25 | 0.00 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 29 | PVC | 150 | 0.39 | 0.59 | 0.02 |
| P-70 | 110 | N2 | J0 | 57 | PVC | 150 | 2.85 | 1.12 | 0.02 |
| P-71 | 196 | N3 | N2 | 57 | PVC | 150 | 3.33 | 1.31 | 0.03 |
| P-72 | 219 | N4 | N3 | 57 | PVC | 150 | 3.96 | 1.55 | 0.04 |
| P-75 | 122 | N8 | N6 | 36.2 | PVC | 150 | 0.74 | 0.72 | 0.02 |
| P-76 | 185 | N9 | N8 | 36.2 | PVC | 150 | 1.28 | 1.25 | 0.05 |
| P-82 | 137 | N13 | N11 | 99.6 | PVC | 150 | 9.68 | 1.24 | 0.01 |
| P-83 | 124 | T-2 | N13 | 99.6 | PVC | 150 | 10.03 | 1.29 | 0.02 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 46.2 | PVC | 150 | 0.32 | 0.19 | 0.00 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 2.16 | 0.40 | 0.00 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 2.16 | 0.40 | 0.00 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 1.09 | 0.41 | 0.00 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 1.09 | 0.65 | 0.01 |
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.31 | 0.00 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 46.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.31 | 0.00 |
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 9.06 | 1.12 | 0.01 |
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 101.6 | PVC | 150 | 9.06 | 1.12 | 0.01 |
| P-73(1) | 142 | N4 | N5 | 36.2 | PVC | 150 | 1.95 | 1.89 | 0.10 |
| P-95(1) | 37 | J7 | PRV-4 | 46.2 | PVC | 150 | 2.14 | 1.28 | 0.04 |
| P-95(2) | 14 | PRV-4 | J11 | 46.2 | PVC | 150 | 2.14 | 1.28 | 0.04 |
| P-100 | 230 | J6 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 1.30 | 0.78 | 0.01 |
| P-101 | 109 | N11 | N10 | 36.2 | PVC | 150 | 2.08 | 2.02 | 0.11 |
| P-102 | 210 | N11 | J12 | 67.8 | PVC | 150 | 7.17 | 1.99 | 0.05 |
| P-104 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 6.53 | 0.81 | 0.01 |
| P-106 | 159 | N5 | N14 | 36.2 | PVC | 150 | 1.06 | 1.03 | 0.03 |
| P-107 | 197 | N14 | N15 | 29 | PVC | 150 | 0.44 | 0.66 | 0.02 |
| P-73(2) | 133 | N16 | N5 | 29 | PVC | 150 | -0.33 | 0.50 | 0.01 |
| P-114 | 172 | N6 | N7 | 29 | PVC | 150 | 0.46 | 0.70 | 0.02 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-77(1) | 131 | N10 | PRV-6 | 36.2 | PVC | 150 | 1.80 | 1.75 | 0.09 |
| P-77(2) | 7 | PRV-6 | N9 | 36.2 | PVC | 150 | 1.80 | 1.75 | 0.09 |
| P-108(1) | 232 | J12 | PRV-7 | 67.8 | PVC | 150 | 6.61 | 1.83 | 0.05 |
| P-108(2) | 6 | PRV-7 | N4 | 67.8 | PVC | 150 | 6.61 | 1.83 | 0.05 |

Realizado por: Autores

La red nueva se encuentra diseñada y funcionando correctamente, siendo abastecida por un tanque que demanda un caudal de 10.03 (l/seg), cumple con el régimen de velocidades establecidas para evitar desgastes en las tuberías. Sin embargo, la red existente a como está construida actualmente no funciona de manera adecuada al conectarse a la nueva red por ende más adelante en la tabla 30 se presenta la propuesta para mejorar el sistema y de esta manera pueden trabajar juntos óptimamente.

Tabla 29 *Nodos diseñados de la red actual y futura en base al caudal máximo horario (QMH).*

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H ₂ O) |
|----------|---------------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.108 | 2 964.88 | 41 |
| J10 | 2 895.80 | 0.434 | 2 952.21 | 56 |
| J11 | 2 909.76 | 0.510 | 2 929.66 | 20 |
| J12 | 2 910.80 | 0.658 | 2 919.47 | 9 |
| J13 | 2 891.95 | 0.584 | 2 918.92 | 27 |
| J14 | 2 904.97 | 0.390 | 2 925.05 | 20 |
| J15 | 2 921.65 | 0.117 | 2 964.43 | 43 |
| J16 | 2 921.54 | 0.083 | 2 964.19 | 43 |
| J17 | 2 923.52 | 0.065 | 2 964.04 | 40 |
| J18 | 2 925.94 | 0.031 | 2 963.86 | 38 |
| J19 | 2 926.77 | 0.072 | 2 963.78 | 37 |
| J2 | 2 923.33 | 0.154 | 2 963.78 | 40 |
| J20 | 2 937.66 | 0.168 | 2 963.54 | 26 |
| J21 | 2 923.48 | 0.131 | 2 963.64 | 40 |
| J22 | 2 918.66 | 0.172 | 2 939.92 | 21 |
| J23 | 2 899.08 | 0.164 | 2 939.55 | 40 |
| J24 | 2 893.78 | 0.192 | 2 939.85 | 46 |
| J25 | 2 923.37 | 0.123 | 2 964.04 | 41 |

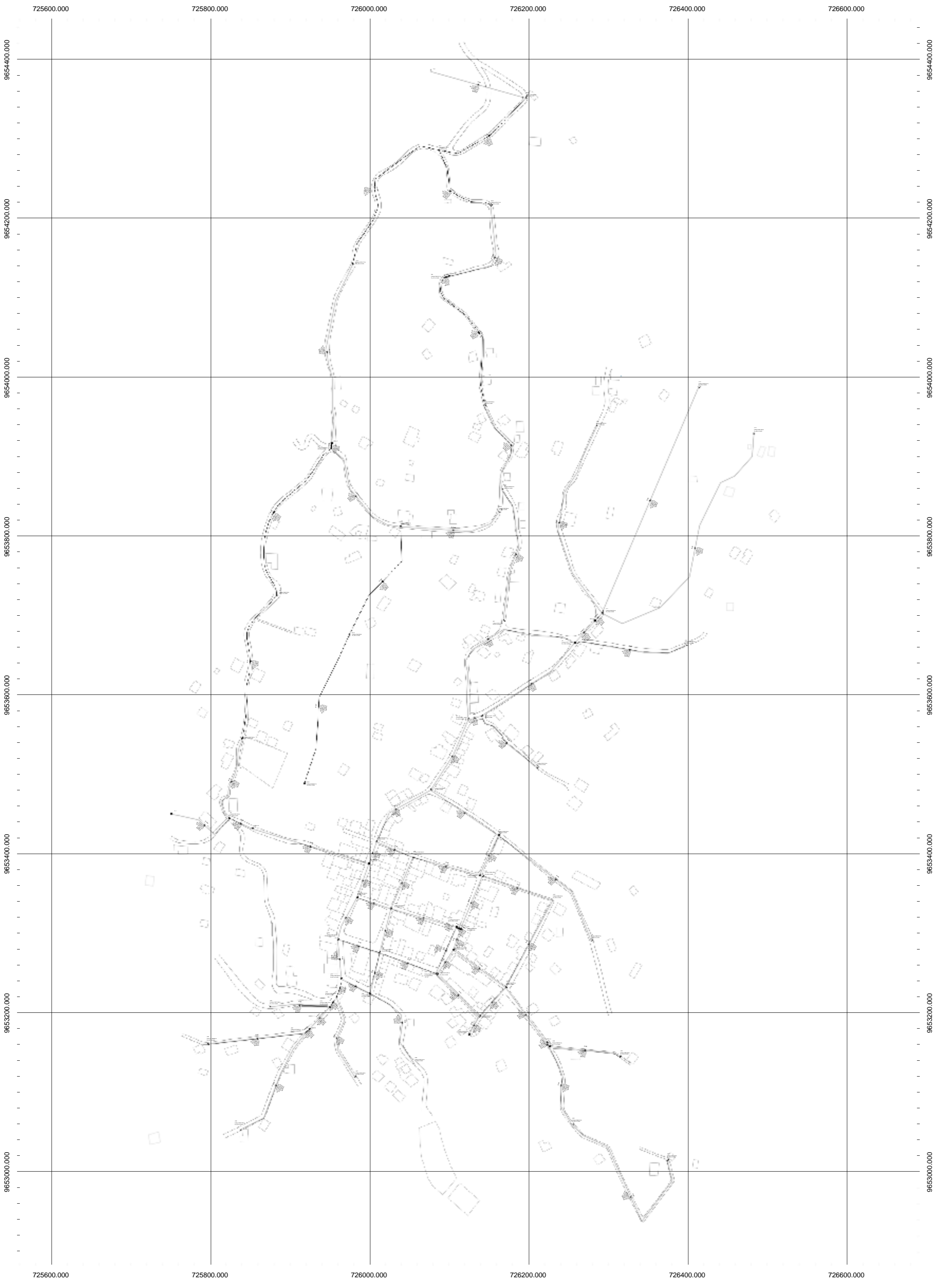
| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| J26 | 2 925.16 | 0.224 | 2 963.42 | 38 |
| J27 | 2 919.84 | 0.095 | 2 964.10 | 44 |
| J28 | 2 919.25 | 0.107 | 2 964.19 | 45 |
| J29 | 2 920.96 | 0.141 | 2 963.64 | 43 |
| J3 | 2 916.98 | 0.338 | 2 961.20 | 44 |
| J30 | 2 904.85 | 0.084 | 2 930.01 | 25 |
| J31 | 2 910.32 | 0.075 | 2 930.36 | 20 |
| J32 | 2 910.29 | 0.068 | 2 929.80 | 19 |
| J33 | 2 910.00 | 0.070 | 2 929.92 | 20 |
| J34 | 2 904.67 | 0.085 | 2 929.60 | 25 |
| J35 | 2 909.02 | 0.119 | 2 929.56 | 20 |
| J36 | 2 901.14 | 0.200 | 2 929.55 | 28 |
| J37 | 2 895.93 | 0.364 | 2 929.65 | 34 |
| J38 | 2 892.04 | 0.269 | 2 912.67 | 21 |
| J39 | 2 883.26 | 0.254 | 2 912.06 | 29 |
| J4 | 2 902.00 | 0.229 | 2 961.60 | 59 |
| J40 | 2 869.74 | 0.266 | 2 912.34 | 43 |
| J41 | 2 855.78 | 0.302 | 2 912.11 | 56 |
| J42 | 2 904.85 | 0.079 | 2 962.34 | 57 |
| J43 | 2 910.29 | 0.064 | 2 964.01 | 54 |
| J44 | 2 910.32 | 0.072 | 2 964.00 | 54 |
| J5 | 2 885.87 | 0.380 | 2 959.02 | 73 |
| J6 | 2 911.44 | 0.288 | 2 958.11 | 47 |
| J7 | 2 911.12 | 0.212 | 2 954.80 | 44 |
| J8 | 2 911.12 | 0.198 | 2 957.56 | 46 |
| J9 | 2 916.72 | 0.321 | 2 957.45 | 41 |
| J0 | 2 951.49 | 0.318 | 2 966.95 | 15 |
| N10 | 2 975.10 | 0.277 | 3 022.44 | 47 |
| N11 | 3 001.00 | 0.434 | 3 034.71 | 34 |
| N13 | 3 013.56 | 0.355 | 3 036.63 | 23 |
| N2 | 2 957.00 | 0.486 | 2 969.38 | 12 |
| N3 | 2 963.76 | 0.623 | 2 975.15 | 11 |
| N4 | 2 974.32 | 0.705 | 2 984.04 | 10 |
| N6 | 2 929.34 | 0.279 | 2 950.99 | 22 |
| N8 | 2 937.98 | 0.544 | 2 953.02 | 15 |
| N9 | 2 940.37 | 0.514 | 2 961.55 | 21 |
| J12 | 2 974.17 | 0.560 | 3 023.72 | 49 |
| N5 | 2 955.40 | 0.554 | 2 969.94 | 15 |
| N7 | 2 916.13 | 0.462 | 2 947.48 | 31 |
| N14 | 2 932.58 | 0.625 | 2 964.78 | 32 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| N15 | 2 938.57 | 0.437 | 2 961.15 | 23 |
| N16 | 2 932.96 | 0.330 | 2 968.49 | 35 |




Realizado por: Autores

Se analizó cada ramal de la tubería en donde existen presiones bajas y altas superando el rango permitido según la normativa, demostrando así que la red existente tiene problemas al conectarse con la red nueva, es necesario mencionar que la red nueva si cuenta con un régimen de presiones correctas, en el diseño se consideró trabajar con un rango permitido de presiones para evitar pérdidas de carga y rupturas en las tuberías, para alcanzar esto se ubicaron dos válvulas reductoras de presión en el sistema, la PRV-6 trabaja con una presión de salida de 20 m H2O, y la PRV-7 trabaja con una presión de salida de 10 m H2O.

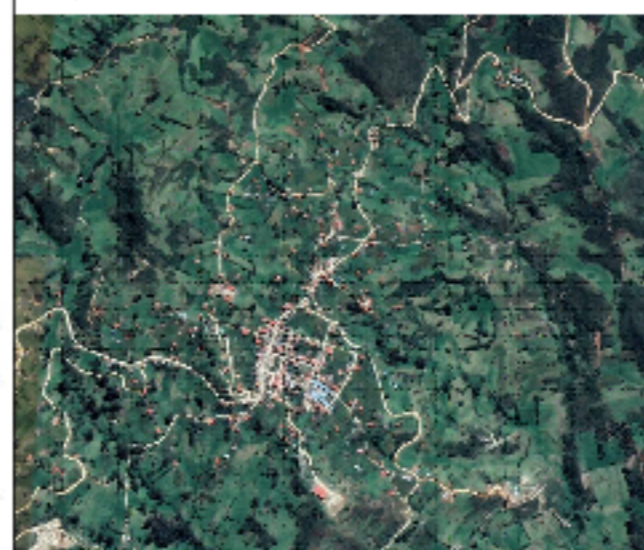
Figura 14 *Plano de la red existente junto con el nuevo diseño de red repotenciada mediante el caudal máximo horario (QMH).*



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|---------------|
| Área sin intervención | 4805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:2500

CONTIENE:
Plano del diseño de la nueva red a implementar enlazado con el sistema actual existente replotado, evaluado con el caudal máximo horario.

CUENCA, ENERO 2024

LÁMINA 02

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:

JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE

TUTOR:

ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



En la figura 14 se aprecia el plano de la red existente junto con el nuevo diseño de red repotenciada mediante el caudal máximo horario, en donde se realizó la propuesta de cambiar los diámetros por unos de mayor o menor tamaño según sea necesario en la red, se modificaron las tuberías P-1, P-21, P-33, P-34, P-35, P-37, P-40, P-46, P-47, P-52, P-54, P-55, P-84, P-95(1), P-95(2), P-100, adicional, las siguientes tuberías P-32, P-57, P-58, P-59, P-60, P-61, P-36, P-43, P-48 tienen un diámetro nominal de 25 mm, debido a que no cumple el diseño con ningún otro diámetro y es la única manera de hacer funcionar al sistema, finalmente, se recomienda suprimir la válvula reductora de presión PRV-4 ya que no está cumpliendo ninguna función debido a que las presiones que llegan a ese tramo son bajas y no es necesario su uso, de esta manera, se tiene un diseño que podrá abastecer después de 25 años a la población de forma óptima.

Tabla 30 *Tuberías de la red existente repotenciada junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal máximo horario (QMH)*

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 101.6 | PVC | 150 | 4.50 | 0.55 | 0.00 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 2.70 | 0.50 | 0.00 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 57 | PVC | 150 | 2.04 | 0.80 | 0.01 |
| P-5 | 29 | J1 | J2 | 58.2 | PVC | 150 | 4.45 | 1.67 | 0.05 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 3.34 | 1.25 | 0.03 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 3.59 | 1.35 | 0.03 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | 2.43 | 1.45 | 0.05 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 45.2 | PVC | 150 | 0.66 | 0.41 | 0.01 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 29 | PVC | 150 | 0.58 | 0.88 | 0.03 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.43 | 0.66 | 0.02 |
| P-25 | 150 | J8 | J7 | 36.2 | PVC | 150 | 1.91 | 1.86 | 0.10 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.60 | 0.36 | 0.00 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 1.20 | 0.72 | 0.01 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 1.28 | 0.77 | 0.01 |
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.96 | 0.57 | 0.01 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 29 | PVC | 150 | 0.47 | 0.71 | 0.02 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 22 | PVC | 150 | 0.10 | 0.25 | 0.00 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 22 | PVC | 150 | 0.15 | 0.40 | 0.01 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 58.2 | PVC | 150 | 0.93 | 0.35 | 0.00 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 45.2 | PVC | 150 | 0.77 | 0.48 | 0.01 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 22 | PVC | 150 | 0.19 | 0.50 | 0.02 |
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 81.4 | PVC | 150 | 1.68 | 0.32 | 0.00 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 1.19 | 0.45 | 0.00 |
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 36.2 | PVC | 150 | 0.41 | 0.40 | 0.01 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.26 | 0.39 | 0.01 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.19 | 0.29 | 0.00 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 22 | PVC | 150 | 0.12 | 0.31 | 0.01 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.38 | 0.57 | 0.01 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 46.2 | PVC | 150 | 1.71 | 1.02 | 0.02 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 29 | PVC | 150 | 0.37 | 0.56 | 0.01 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 29 | PVC | 150 | 0.29 | 0.44 | 0.01 |
| P-48 | 124 | J36 | J37 | 22 | PVC | 150 | 0.08 | 0.20 | 0.00 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 1.06 | 0.63 | 0.01 |
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 0.58 | 0.35 | 0.00 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.51 | 0.31 | 0.00 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 29 | PVC | 150 | 0.31 | 0.47 | 0.01 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 36.2 | PVC | 150 | 0.57 | 0.55 | 0.01 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 29 | PVC | 150 | 0.30 | 0.46 | 0.01 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.25 | 0.38 | 0.01 |
| P-57 | 40 | J17 | J25 | 22 | PVC | 150 | 0.19 | 0.51 | 0.02 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 22 | PVC | 150 | 0.22 | 0.59 | 0.02 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 22 | PVC | 150 | 0.13 | 0.34 | 0.01 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 22 | PVC | 150 | 0.17 | 0.44 | 0.01 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 22 | PVC | 150 | 0.16 | 0.43 | 0.01 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 29 | PVC | 150 | 0.39 | 0.59 | 0.02 |
| P-70 | 110 | N2 | J0 | 57 | PVC | 150 | 2.85 | 1.12 | 0.02 |
| P-71 | 196 | N3 | N2 | 57 | PVC | 150 | 3.33 | 1.31 | 0.03 |
| P-72 | 219 | N4 | N3 | 57 | PVC | 150 | 3.96 | 1.55 | 0.04 |
| P-75 | 122 | N8 | N6 | 36.2 | PVC | 150 | 0.74 | 0.72 | 0.02 |
| P-76 | 185 | N9 | N8 | 36.2 | PVC | 150 | 1.28 | 1.25 | 0.05 |
| P-82 | 137 | N13 | N11 | 99.6 | PVC | 150 | 9.68 | 1.24 | 0.01 |
| P-83 | 124 | T-2 | N13 | 99.6 | PVC | 150 | 10.03 | 1.29 | 0.02 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 29 | PVC | 150 | 0.32 | 0.49 | 0.01 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 2.16 | 0.40 | 0.00 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 2.16 | 0.40 | 0.00 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 1.09 | 0.41 | 0.00 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 1.09 | 0.65 | 0.01 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 36.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.51 | 0.01 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 36.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.51 | 0.01 |
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 9.06 | 1.12 | 0.01 |
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 101.6 | PVC | 150 | 9.06 | 1.12 | 0.01 |
| P-73(1) | 142 | N4 | N5 | 36.2 | PVC | 150 | 1.95 | 1.89 | 0.10 |
| P-95(1) | 37 | J7 | PRV-4 | 36.2 | PVC | 150 | 2.14 | 2.08 | 0.12 |
| P-95(2) | 14 | PRV-4 | J11 | 36.2 | PVC | 150 | 2.14 | 2.08 | 0.12 |
| P-100 | 230 | J6 | J7 | 29 | PVC | 150 | 0.87 | 1.32 | 0.07 |
| P-101 | 109 | N11 | N10 | 36.2 | PVC | 150 | 2.08 | 2.02 | 0.11 |
| P-102 | 210 | N11 | J12 | 67.8 | PVC | 150 | 7.17 | 1.99 | 0.05 |
| P-104 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 6.53 | 0.81 | 0.01 |
| P-106 | 159 | N5 | N14 | 36.2 | PVC | 150 | 1.06 | 1.03 | 0.03 |
| P-107 | 197 | N14 | N15 | 29 | PVC | 150 | 0.44 | 0.66 | 0.02 |
| P-73(2) | 133 | N5 | N16 | 29 | PVC | 150 | 0.33 | 0.50 | 0.01 |
| P-114 | 172 | N6 | N7 | 29 | PVC | 150 | 0.46 | 0.70 | 0.02 |
| P-77(1) | 131 | N10 | PRV-6 | 36.2 | PVC | 150 | 1.80 | 1.75 | 0.09 |
| P-77(2) | 7 | PRV-6 | N9 | 36.2 | PVC | 150 | 1.80 | 1.75 | 0.09 |
| P-108(1) | 232 | J12 | PRV-7 | 67.8 | PVC | 150 | 6.61 | 1.83 | 0.05 |
| P-108(2) | 6 | PRV-7 | N4 | 67.8 | PVC | 150 | 6.61 | 1.83 | 0.05 |

Realizado por: Autores

Se analizaron los errores existentes en el sistema y se procedió a mejorarlos, de tal manera que disminuimos diámetros para aumentar velocidades, se consideró diámetros nominales de 32 mm, 40 mm, 63 mm, 75 mm, 90 mm y 110 mm, con presiones de trabajo de 1.25 MPa , y adicional, un caso excepcional con el uso de un diámetro nominal de 25 mm con presión de trabajo de 1.60 MPa, se utilizó en los ramales bajos ya que la velocidad no cumple para otro diámetro de tubería, por ende se realizó esta aclaración y propuesta en el diseño.

Tabla 31 *Nodos de la red existente repotenciada junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal máximo horario (QMH)*

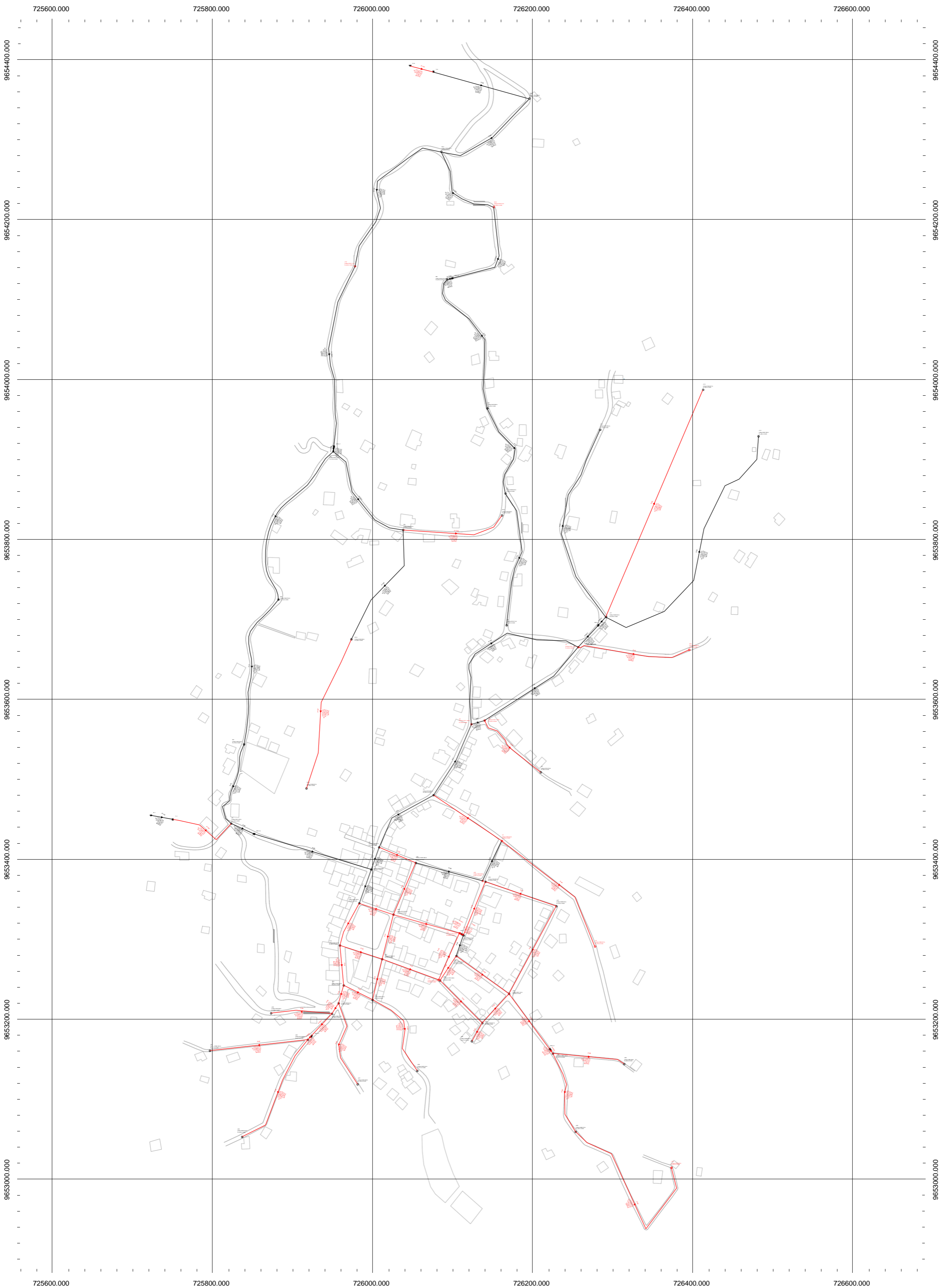
| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.108 | 2 951.12 | 27 |
| J10 | 2 895.80 | 0.4335 | 2 926.18 | 30 |
| J11 | 2 909.76 | 0.51 | 2 922.71 | 13 |
| J12 | 2 910.80 | 0.6575 | 2 921.53 | 11 |
| J13 | 2 891.95 | 0.5837 | 2 911.96 | 20 |
| J14 | 2 904.97 | 0.3902 | 2 918.09 | 13 |
| J15 | 2 921.65 | 0.1165 | 2 950.98 | 29 |
| J16 | 2 921.54 | 0.083 | 2 950.89 | 29 |
| J17 | 2 923.52 | 0.0646 | 2 950.70 | 27 |
| J18 | 2 925.94 | 0.0314 | 2 950.64 | 25 |
| J19 | 2 926.77 | 0.0715 | 2 950.54 | 24 |
| J2 | 2 923.33 | 0.1538 | 2 949.78 | 26 |
| J20 | 2 937.66 | 0.1675 | 2 949.63 | 12 |
| J21 | 2 923.48 | 0.1305 | 2 949.79 | 26 |
| J22 | 2 918.66 | 0.172 | 2 939.88 | 21 |
| J23 | 2 899.08 | 0.164 | 2 938.46 | 39 |
| J24 | 2 893.78 | 0.1918 | 2 937.53 | 44 |
| J25 | 2 923.37 | 0.1228 | 2 950.06 | 27 |
| J26 | 2 925.16 | 0.2243 | 2 947.68 | 22 |
| J27 | 2 919.84 | 0.0946 | 2 950.59 | 31 |
| J28 | 2 919.25 | 0.1069 | 2 950.83 | 32 |
| J29 | 2 920.96 | 0.1409 | 2 949.37 | 28 |
| J3 | 2 916.98 | 0.338 | 2 947.12 | 30 |
| J30 | 2 904.85 | 0.0839 | 2 929.36 | 24 |
| J31 | 2 910.32 | 0.0746 | 2 930.36 | 20 |
| J32 | 2 910.29 | 0.068 | 2 929.58 | 19 |
| J33 | 2 910.00 | 0.07 | 2 929.70 | 20 |
| J34 | 2 904.67 | 0.0848 | 2 929.39 | 25 |
| J35 | 2 909.02 | 0.1191 | 2 929.22 | 20 |
| J36 | 2 901.14 | 0.2004 | 2 928.91 | 28 |
| J37 | 2 895.93 | 0.3642 | 2 928.56 | 33 |
| J38 | 2 892.04 | 0.2689 | 2 902.65 | 11 |
| J39 | 2 883.26 | 0.254 | 2 902.04 | 19 |
| J4 | 2 902.00 | 0.2294 | 2 947.47 | 45 |
| J40 | 2 869.74 | 0.2663 | 2 901.58 | 32 |
| J41 | 2 855.78 | 0.302 | 2 899.28 | 43 |
| J42 | 2 904.85 | 0.0787 | 2 948.16 | 43 |
| J43 | 2 910.29 | 0.0639 | 2 950.07 | 40 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|----------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| J44 | 2 910.32 | 0.0719 | 2 949.82 | 39 |
| J5 | 2 885.87 | 0.3795 | 2 944.88 | 50 |
| J6 | 2 911.44 | 0.288 | 2 944.03 | 33 |
| J7 | 2 911.12 | 0.2122 | 2 928.77 | 18 |
| J8 | 2 911.12 | 0.1982 | 2 943.24 | 32 |
| J9 | 2 916.72 | 0.3212 | 2 942.22 | 25 |
| J0 | 2 951.49 | 0.318 | 2 966.95 | 15 |
| N10 | 2 975.10 | 0.2765 | 3 022.44 | 47 |
| N11 | 3 001.00 | 0.4343 | 3 034.71 | 34 |
| N13 | 3 013.56 | 0.3554 | 3 036.63 | 23 |
| N2 | 2 957.00 | 0.4856 | 2 969.38 | 12 |
| N3 | 2 963.76 | 0.6234 | 2 975.15 | 11 |
| N4 | 2 974.32 | 0.7054 | 2 984.04 | 10 |
| N6 | 2 929.34 | 0.2792 | 2 950.99 | 22 |
| N8 | 2 937.98 | 0.5435 | 2 953.02 | 15 |
| N9 | 2 940.37 | 0.5144 | 2 961.55 | 21 |
| J12 | 2 974.17 | 0.5603 | 3 023.72 | 49 |
| N5 | 2 955.40 | 0.5543 | 2 969.94 | 15 |
| N7 | 2 916.13 | 0.4622 | 2 947.48 | 31 |
| N14 | 2 932.58 | 0.625 | 2 964.78 | 32 |
| N15 | 2 938.57 | 0.4367 | 2 961.15 | 23 |
| N16 | 2 932.96 | 0.3298 | 2 968.49 | 35 |





Realizado por: Autores

Se analizó a detalle cada nodo, no se encontró ninguna presión fuera del rango permitido por las normas, la red de agua está trabajando correctamente con las presiones obtenidas durante el diseño.

Figura 15 Plano de la red existente junto con la red nueva mediante el caudal medio diario implementando su curva de consumo.



SIMBOLOGÍA

-  Tanque de almacenamiento
-  Reservoirio
-  Nodo de aporte
-  Válvula reductora de presión

CROQUIS DE UBICACIÓN:



INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| Coordenadas Geográficas | 725992; 9653310 |
| Área Total de San José de Raranga | 4910,00 HA |
| Área de Estudio | 61,18 HA |

ESTADÍSTICA

| Descripción | HA | % PORCENTAJE |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| Área sin intervención | 4 805,5 | 98,75 |
| Área de Afluencia | 61,18 | 1,24 |
| Total | 4910,00 | 100,00 |

ESCALA: 1:2500

CONTIENE:
Plano evaluación de la nueva red y la existente en base al caudal medio diario y la curva de consumo sin repotenciar.

CUENCA, ENERO 2024
LÁMINA 01/01

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles.

DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE RARANGA PERTENECIENTE AL CANTÓN SIGSIG

AUTORES:
JORGE FABIAN PESANTEZ LOZANO
LISSETH VANESSA PEÑAFIEL CALLE
TUTOR:
ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA



En la figura 15 se presenta el plano de la red existente junto con la red nueva mediante el caudal medio diario implementando su curva de consumo. Se evaluó diferentes maneras para estabilizar la red, sin embargo, no se cumplió con lo esperado, es así que se recomienda al departamento encargado de esta gestión, que no solamente se haga el tema de la construcción de la ampliación de la red, adicional a esto, se realice un rediseño minucioso de la red existente de distribución ya que es importante modificar los diámetros de las tuberías.

Resultados de tuberías y nodos mediante el caudal medio diario implementado su curva de consumo en la red existente.

Tabla 32 *Tuberías de la red existente junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal medio diario (qmd) y su curva de consumo.*

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-1 | 45 | J1 | J15 | 83 | PVC | 150 | 2.48 | 0.46 | 0.00 |
| P-2 | 45 | J15 | J28 | 83 | PVC | 150 | 1.81 | 0.33 | 0.00 |
| P-3 | 86 | J28 | J44 | 83 | PVC | 150 | 1.10 | 0.20 | 0.00 |
| P-5 | 29 | J2 | J1 | 58.2 | PVC | 150 | 1.99 | 0.75 | 0.01 |
| P-6 | 99 | J2 | J3 | 58.2 | PVC | 150 | 1.64 | 0.62 | 0.01 |
| P-7 | 101 | J3 | J6 | 58.2 | PVC | 150 | 1.80 | 0.68 | 0.01 |
| P-8 | 17 | J6 | J8 | 46.2 | PVC | 150 | 1.00 | 0.60 | 0.01 |
| P-21 | 259 | J11 | J12 | 29 | PVC | 150 | 0.33 | 0.50 | 0.01 |
| P-22 | 341 | J11 | J13 | 29 | PVC | 150 | 0.29 | 0.44 | 0.01 |
| P-23 | 142 | J7 | J10 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.33 | 0.01 |
| P-25 | 150 | J8 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 0.74 | 0.44 | 0.01 |
| P-26 | 103 | J4 | J3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.32 | 0.19 | 0.00 |
| P-27 | 55 | J42 | J4 | 46.2 | PVC | 150 | 0.63 | 0.37 | 0.00 |
| P-28 | 87 | J29 | J42 | 46.2 | PVC | 150 | 0.67 | 0.40 | 0.00 |
| P-29 | 50 | J2 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.27 | 0.16 | 0.00 |
| P-30 | 70 | J28 | J29 | 46.2 | PVC | 150 | 0.46 | 0.28 | 0.00 |
| P-31 | 57 | J28 | J27 | 46.2 | PVC | 150 | 0.20 | 0.12 | 0.00 |
| P-32 | 52 | J27 | J25 | 46.2 | PVC | 150 | 0.16 | 0.10 | 0.00 |
| P-33 | 23 | J17 | J18 | 46.2 | PVC | 150 | 0.46 | 0.28 | 0.00 |
| P-34 | 15 | J18 | J19 | 46.2 | PVC | 150 | 0.38 | 0.23 | 0.00 |
| P-36 | 153 | J22 | J24 | 46.2 | PVC | 150 | 0.10 | 0.06 | 0.00 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| P-37 | 58 | J15 | J16 | 58.2 | PVC | 150 | 0.61 | 0.23 | 0.00 |
| P-38 | 50 | J16 | J17 | 58.2 | PVC | 150 | 0.51 | 0.19 | 0.00 |
| P-40 | 55 | J16 | J27 | 29 | PVC | 150 | 0.06 | 0.09 | 0.00 |
| P-41 | 75 | J27 | J43 | 29 | PVC | 150 | 0.05 | 0.07 | 0.00 |
| P-42 | 64 | J43 | J44 | 29 | PVC | 150 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| P-43 | 26 | J34 | J35 | 29 | PVC | 150 | 0.06 | 0.09 | 0.00 |
| P-44 | 182 | J4 | J5 | 29 | PVC | 150 | 0.19 | 0.29 | 0.00 |
| P-45 | 27 | J31 | J33 | 46.2 | PVC | 150 | 0.68 | 0.41 | 0.00 |
| P-46 | 72 | J31 | J30 | 46.2 | PVC | 150 | 0.36 | 0.21 | 0.00 |
| P-47 | 94 | J30 | J37 | 46.2 | PVC | 150 | 0.32 | 0.19 | 0.00 |
| P-48 | 124 | J37 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.14 | 0.08 | 0.00 |
| P-49 | 81 | J33 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.35 | 0.21 | 0.00 |
| P-50 | 37 | J33 | J32 | 46.2 | PVC | 150 | 0.29 | 0.18 | 0.00 |
| P-51 | 75 | J32 | J34 | 46.2 | PVC | 150 | 0.26 | 0.16 | 0.00 |
| P-52 | 49 | J34 | J36 | 46.2 | PVC | 150 | 0.16 | 0.09 | 0.00 |
| P-54 | 105 | J38 | J40 | 46.2 | PVC | 150 | 0.28 | 0.17 | 0.00 |
| P-55 | 247 | J40 | J41 | 46.2 | PVC | 150 | 0.15 | 0.09 | 0.00 |
| P-56 | 91 | J38 | J39 | 29 | PVC | 150 | 0.13 | 0.19 | 0.00 |
| P-57 | 40 | J25 | J17 | 29 | PVC | 150 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |
| P-58 | 115 | J25 | J26 | 29 | PVC | 150 | 0.11 | 0.17 | 0.00 |
| P-59 | 112 | J18 | J21 | 29 | PVC | 150 | 0.07 | 0.10 | 0.00 |
| P-60 | 76 | J19 | J20 | 29 | PVC | 150 | 0.08 | 0.13 | 0.00 |
| P-61 | 123 | J22 | J23 | 29 | PVC | 150 | 0.08 | 0.12 | 0.00 |
| P-62 | 309 | J11 | J14 | 29 | PVC | 150 | 0.20 | 0.30 | 0.00 |
| P-70 | 110 | N2 | J0 | 57 | PVC | 150 | 3.14 | 1.23 | 0.03 |
| P-71 | 196 | N3 | N2 | 57 | PVC | 150 | 3.38 | 1.33 | 0.03 |
| P-72 | 219 | N4 | N3 | 57 | PVC | 150 | 3.70 | 1.45 | 0.04 |
| P-75 | 122 | N8 | N6 | 36.2 | PVC | 150 | 0.37 | 0.36 | 0.01 |
| P-76 | 185 | N9 | N8 | 36.2 | PVC | 150 | 0.64 | 0.62 | 0.01 |
| P-82 | 137 | N13 | N11 | 99.6 | PVC | 150 | 6.56 | 0.84 | 0.01 |
| P-83 | 124 | T-2 | N13 | 99.6 | PVC | 150 | 6.73 | 0.86 | 0.01 |
| P-84 | 98 | J8 | J9 | 46.2 | PVC | 150 | 0.16 | 0.10 | 0.00 |
| P-4(1) | 3 | J44 | PRV-1 | 83 | PVC | 150 | 1.08 | 0.20 | 0.00 |
| P-4(2) | 2 | PRV-1 | J31 | 83 | PVC | 150 | 1.08 | 0.20 | 0.00 |
| P-53(1) | 86 | J36 | PRV-2 | 58.2 | PVC | 150 | 0.55 | 0.21 | 0.00 |
| P-53(2) | 7 | PRV-2 | J38 | 46.2 | PVC | 150 | 0.55 | 0.33 | 0.00 |
| P-35(1) | 38 | J19 | PRV-3 | 46.2 | PVC | 150 | 0.26 | 0.16 | 0.00 |
| P-35(2) | 7 | PRV-3 | J22 | 46.2 | PVC | 150 | 0.26 | 0.16 | 0.00 |
| P-89 | 153 | PRV-5 | J1 | 101.6 | PVC | 150 | 4.53 | 0.56 | 0.00 |

| Etiqueta | Longitud (m) | Nodo Inicial | Nodo Final | Diametro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (l/seg) | Velocidad (m/s) | Gradiente (m/m) |
|----------|--------------|--------------|------------|---------------|----------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| P-90 | 31 | J0 | PRV-5 | 101.6 | PVC | 150 | 4.53 | 0.56 | 0.00 |
| P-73(1) | 142 | N4 | N5 | 36.2 | PVC | 150 | 0.97 | 0.95 | 0.03 |
| P-95(1) | 37 | J7 | PRV-4 | 46.2 | PVC | 150 | 1.07 | 0.64 | 0.01 |
| P-95(2) | 14 | PRV-4 | J11 | 46.2 | PVC | 150 | 1.07 | 0.64 | 0.01 |
| P-100 | 230 | J6 | J7 | 46.2 | PVC | 150 | 0.65 | 0.39 | 0.00 |
| P-101 | 109 | N11 | N10 | 36.2 | PVC | 150 | 1.04 | 1.01 | 0.03 |
| P-102 | 210 | N11 | J12 | 67.8 | PVC | 150 | 5.30 | 1.47 | 0.03 |
| P-104 | 89 | T-1 | J0 | 101.6 | PVC | 150 | 1.55 | 0.19 | 0.00 |
| P-106 | 159 | N5 | N14 | 36.2 | PVC | 150 | 0.53 | 0.52 | 0.01 |
| P-107 | 197 | N14 | N15 | 29 | PVC | 150 | 0.22 | 0.33 | 0.01 |
| P-73(2) | 133 | N5 | N16 | 29 | PVC | 150 | 0.16 | 0.25 | 0.00 |
| P-114 | 172 | N6 | N7 | 29 | PVC | 150 | 0.23 | 0.35 | 0.01 |
| P-77(1) | 131 | N10 | PRV-6 | 36.2 | PVC | 150 | 0.90 | 0.87 | 0.02 |
| P-77(2) | 7 | PRV-6 | N9 | 36.2 | PVC | 150 | 0.90 | 0.87 | 0.02 |
| P-108(1) | 232 | J12 | PRV-7 | 67.8 | PVC | 150 | 5.02 | 1.39 | 0.03 |
| P-108(2) | 6 | PRV-7 | N4 | 67.8 | PVC | 150 | 5.02 | 1.39 | 0.03 |
| P-115 | 28 | R-1 | T-1 | 36.2 | PVC | 150 | 2.48 | 2.41 | 0.16 |
| P-116 | 30 | T-2 | R-6 | 36.2 | PVC | 150 | 3.22 | 3.13 | 0.25 |

Realizado por: Autores

Se analizó el funcionamiento del sistema con la red existente y el diseño de la nueva red en una hora de alta demanda, en nuestro caso se analizó a las 9 am, se identificaron velocidades menores y mayores a las permitidas por la norma, debido a que las tuberías no tienen establecidos diámetros adecuados en el sistema y por esta razón se producen estos errores, obteniendo así fallos en el sistema.

Tabla 33 *Nodos de la red existente junto con la red nueva que trabaja mediante el caudal medio diario (qmd) y su curva de consumo.*

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|----------|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| J1 | 2 923.93 | 0.05 | 2966.89 | 43.00 |
| J10 | 2 895.80 | 0.22 | 2963.38 | 67.00 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| J11 | 2 909.76 | 0.26 | 2930.04 | 20.00 |
| J12 | 2 910.80 | 0.33 | 2927.21 | 16.00 |
| J13 | 2 891.95 | 0.29 | 2927.06 | 35.00 |
| J14 | 2 904.97 | 0.20 | 2928.76 | 24.00 |
| J15 | 2 921.65 | 0.06 | 2966.76 | 45.00 |
| J16 | 2 921.54 | 0.04 | 2966.70 | 45.00 |
| J17 | 2 923.52 | 0.03 | 2966.66 | 43.00 |
| J18 | 2 925.94 | 0.02 | 2966.61 | 41.00 |
| J19 | 2 926.77 | 0.04 | 2966.58 | 40.00 |
| J2 | 2 923.33 | 0.08 | 2966.58 | 43.00 |
| J20 | 2 937.66 | 0.08 | 2966.52 | 29.00 |
| J21 | 2 923.48 | 0.07 | 2966.55 | 43.00 |
| J22 | 2 918.66 | 0.09 | 2939.93 | 21.00 |
| J23 | 2 899.08 | 0.08 | 2939.83 | 41.00 |
| J24 | 2 893.78 | 0.10 | 2939.91 | 46.00 |
| J25 | 2 923.37 | 0.06 | 2966.66 | 43.00 |
| J26 | 2 925.16 | 0.11 | 2966.48 | 41.00 |
| J27 | 2 919.84 | 0.05 | 2966.67 | 47.00 |
| J28 | 2 919.25 | 0.05 | 2966.70 | 47.00 |
| J29 | 2 920.96 | 0.07 | 2966.55 | 45.00 |
| J3 | 2 916.98 | 0.17 | 2965.87 | 49.00 |
| J30 | 2 904.85 | 0.04 | 2930.26 | 25.00 |
| J31 | 2 910.32 | 0.04 | 2930.36 | 20.00 |
| J32 | 2 910.29 | 0.03 | 2930.21 | 20.00 |
| J33 | 2 910.00 | 0.04 | 2930.24 | 20.00 |
| J34 | 2 904.67 | 0.04 | 2930.15 | 25.00 |
| J35 | 2 909.02 | 0.06 | 2930.14 | 21.00 |
| J36 | 2 901.14 | 0.10 | 2930.14 | 29.00 |
| J37 | 2 895.93 | 0.18 | 2930.16 | 34.00 |
| J38 | 2 892.04 | 0.13 | 2912.72 | 21.00 |
| J39 | 2 883.26 | 0.13 | 2912.55 | 29.00 |
| J4 | 2 902.00 | 0.11 | 2965.98 | 64.00 |
| J40 | 2 869.74 | 0.13 | 2912.63 | 43.00 |
| J41 | 2 855.78 | 0.15 | 2912.57 | 57.00 |
| J42 | 2 904.85 | 0.04 | 2966.19 | 61.00 |
| J43 | 2 910.29 | 0.03 | 2966.65 | 56.00 |
| J44 | 2 910.32 | 0.04 | 2966.64 | 56.00 |
| J5 | 2 885.87 | 0.19 | 2965.26 | 79.00 |
| J6 | 2 911.44 | 0.14 | 2965.01 | 53.00 |
| J7 | 2 911.12 | 0.11 | 2964.10 | 53.00 |

| Etiqueta | Elevación (m) | Demanda (l/seg) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|-----------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| J8 | 2 911.12 | 0.10 | 2964.86 | 54.00 |
| J9 | 2 916.72 | 0.16 | 2964.83 | 48.00 |
| J0 | 2 951.49 | 0.16 | 2967.46 | 16.00 |
| N10 | 2 975.10 | 0.14 | 3031.50 | 56.00 |
| N11 | 3 001.00 | 0.22 | 3034.90 | 34.00 |
| N13 | 3 013.56 | 0.18 | 3035.84 | 22.00 |
| N2 | 2 957.00 | 0.24 | 2970.38 | 13.00 |
| N3 | 2 963.76 | 0.31 | 2976.32 | 13.00 |
| N4 | 2 974.32 | 0.35 | 2984.16 | 10.00 |
| N6 | 2 929.34 | 0.14 | 2959.06 | 30.00 |
| N8 | 2 937.98 | 0.27 | 2959.62 | 22.00 |
| N9 | 2 940.37 | 0.26 | 2961.98 | 22.00 |
| J12 | 2 974.17 | 0.28 | 3028.61 | 54.00 |
| N5 | 2 955.40 | 0.28 | 2980.25 | 25.00 |
| N7 | 2 916.13 | 0.23 | 2958.08 | 42.00 |
| N14 | 2 932.58 | 0.31 | 2978.82 | 46.00 |
| N15 | 2 938.57 | 0.22 | 2977.82 | 39.00 |
| N16 | 2 932.96 | 0.16 | 2979.85 | 47.00 |

Realizado por: Autores

Se analizó el funcionamiento del sistema con la red existente y el diseño de la nueva red en una hora de alta demanda, en nuestro caso se analizó a las 9 am, se presentaron presiones que no se encuentran en el rango permitido, existen presiones menores a 10 y mayores a 50, esto debido a que los diámetros de las tuberías influyen en el aumento o disminución de tuberías en el sistema, además, considerar las elevaciones de la zona y la implementación de válvulas que regulen la presión y el sistema pueda trabajar óptimamente.

7. CONCLUSIONES

En cuanto a la normativa nacional, esta brindó apoyo necesario para la elaboración del diseño de agua, asegurando de esta manera una adecuada dotación para la comunidad de San José de Raranga, perteneciente a la provincia del Azuay.

Dentro del diagnóstico, la obtención de documentación, así como también el análisis topográfico mediante RTK y Dron, permitió observar el entorno de la parroquia. Además, se logró evaluar la red actual, así como también la zona donde se diseñaría la ampliación de red.

Se analizó a detalle cada tramo de la red, empezando por el tanque, la red de distribución abastece a la comunidad, pero por la topografía del lugar, las presiones dentro del sistema tienden a disminuir en la zona alta y el agua no llega, es por esta razón que se diseñó una nueva red de distribución que empieza en la zona alta y puede cubrir toda esta área que padece de bajas presiones por la mala distribución de la red, finalmente estos usuarios podrán abastecerse del nuevo sistema de agua y no tener problemas, de igual manera, existirán nuevos usuarios que puedan gozar de este servicio.

En cuanto al tipo de metodología ejecutada en la investigación, esta, es replicable, ya que, se puede aplicar en diferentes zonas de la parroquia, o incluso en diversas ciudades del país, con el objeto de obtener como resultado una red de distribución de agua, frente al desarrollo y deficiente abastecimiento que se han ejecutado en las parroquias a lo largo de la historia sobre este tema.

Dentro del diseño del nuevo sistema de distribución de agua, se establece los caudales necesarios para abastecer las diferentes viviendas consideradas dentro de la zona de estudio, dicho

caudal, cumple con los siguientes aspectos: respeta la norma técnica, verifica el cumplimiento de agua de la comunidad, garantiza un suministro constante de agua incluso en momentos de alta demanda, el caudal necesario evita problemas como fugas o daños en las tuberías. Es decir, es la dotación de agua eficiente, sostenible y confiable.

Dentro de la parroquia San José de Raranga, las curvas de consumo muestran la variación en la demanda de agua a lo largo del tiempo mediante representación gráfica, dentro de la evaluación, se evidenció varias edificaciones que no presentaban cambios en el coeficiente de variación de acuerdo al tiempo medido en horas. Sin embargo, el diseño responde a la normativa dada por la Comisión Nacional del Agua, en la que indica que: se aprecia una curva de consumo que presenta coeficientes de variación horario para el uso de pequeñas comunidades.

Luego de realizar una exhaustiva evaluación de la red actual y la normativa vigente, se analiza la propuesta de red, esta, es modelada por el programa de WaterGEMS, que facilita el estudio de caudales, presiones y velocidades en la que está trabajando. Con los datos obtenidos se realiza la evaluación y se procede a diseñar la nueva red, obteniendo como resultado un diámetro interno en las tuberías, lo cual indica que las velocidades y caudales presentes en el diseño son óptimas para que se desenvuelva eficientemente el sistema de distribución de agua, asegurando así un correcto funcionamiento de la red a futuro.

8. RECOMENDACIONES

Realizar estudios de demanda exhaustivos para comprender las necesidades actuales y futuras de agua de la comunidad. Incorporar proyecciones de crecimiento poblacional y análisis estacionales.

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares, limpieza de depósitos y reparaciones necesarias. Establecer un cronograma para asegurar la operación continua y eficiente del sistema.

Diseñar la red con la capacidad de adaptarse a futuros crecimientos poblacionales y desarrollos. Evaluar la escalabilidad de la infraestructura para evitar costos significativos en futuras expansiones.

Asegurarse de cumplir con todas las normativas locales y estándares de calidad del agua. Coordinar con las autoridades reguladoras para garantizar el cumplimiento de los requisitos.

Incorporar medidas de resiliencia, como la ubicación estratégica de depósitos de agua y sistemas de respaldo para hacer frente a cortes de energía, desastres naturales u otros eventos de emergencia.

Facilitar la participación activa de la comunidad en el proceso de diseño. Realizar reuniones públicas para recoger comentarios y preocupaciones, y ajustar el diseño según las necesidades locales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvaro, C. R., Giovanni, V. M., y Néstor, S. R. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., y Miranda Novales, MG (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (2), 201-206. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Arreguín, FI, Alcocer-Yamanaka, VH, y Hernández-Padrón, DS (2010). Modelación de redes de agua potable con enfoques determinísticos y estocásticos. *Tecnología y Ciencias del Agua, I* (4), 119-136.
- Ayala López, JC, y Albóniga Gil, R. (2015). Dispositivo electrónico de medición del caudal de agua para canales abiertos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24 (), 91-99.
- Barrón Corvera, Antonio, Alvarado Medellín, Pedro, Bautista Capetillo, Carlos, & Badillo-Almaraz, Hiram. (2021). Herramienta informática para diseño de redes hidráulicas presurizadas. *Acta universitaria*, 31, e3093. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3093>
- Bracho-Fernández, I., y Fernández-Rodríguez, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 33 (3), 341-352. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223551846007>
- Basán Nickisch, M.; Sánchez, L.; Tosolini, R.; Tejerina Díaz, F. Y Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura. *Aqua-LAC 10* (1), pp. 15 – 25. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261746>.
- Bonilla Valverde, JP, & Rojas Barrantes, A. (2018). Variación horaria en las mediciones de caudales en la cuenca hidrográfica Jesús María con el método del molinete de copas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52 (1), 110-128.
- Bueno, S., (2007). Gestión integral en obras hidráulicas. Rentabilidad y calidad en la conducción de agua. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1 (1), 1-13.
- Cabrera-Béjar, J., & Gueorguiev Tzatchkov, V. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. *Tecnol. cienc. agua*, 3 (2), 05-25. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000200001
- Castro Carrera, Fernando Francisco, Castro Merino, Edwin Patricio, Osorio López, Juan Carlos, y Merizalde Aguirre, Juan Enrique. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, 23(1), 3-19. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2>
- Castro-Garzón, H., Rubio-Cruz, MA y Rodríguez-Miranda, JP (2014). Análisis y perspectivas de las coberturas de acueducto y alcantarillado en el Departamento del Meta. *Orinoquía*, 18 (2), 122-129. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89640734010>

- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (n.d.). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. DATOS BÁSICOS PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO. CONAGUA, 1–80.
- Corcho Romero, F. H., y Duque Serna, J. I. (1993). *ACUEDUCTOS Teoría y Diseño*. CENTRO GENERAL DE INVESTIGACIONES.
- Cuenca Maza, J. C. (2016). *Diseño del sistema de agua potable: tanque de almacenamiento y red de distribución para la comunidad de Jubones cantón Santa Isabel, provincia del Azuay*.
- De La Cruz Rojas, R. A. (2020). *Watergems frente al diseño convencional de redes de agua para la ciudad de Querecotillo*.
- Duran Juárez, Juan Manuel, y Torres Rodríguez, Alicia. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral (Guadalajara)*, 12(36), 129-162.
- Escolero, Oscar, Kralisch, Stefanie, Martínez, Sandra E., y Perevochtchikova, María. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), 409-427.
- Fernández Cirelli, A., (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11 (3), 147-170.
- Garcés, G. N. (1996). Los pequeños sistemas de agua potable. *Ambato: Sur Editores*.
- Gómez-Martínez, P., Cubillo González, F., y Martín Carrasco, F. J. (2017). Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada (0470NS). *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 8(4), 57-77. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-04>
- González-Ramírez, E., y Bejarano-Salazar, E. (2019). Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable: estudios de caso en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geográfica De América Central*, 2(63), 293 - 318. <https://doi.org/10.15359/rgac.63-2.11>
- González Casas, F., Zamudio Huertas, E., y García Ubaque, CA (2015). Demostración y análisis del golpe de ariete por el método de los promedios aritméticos. *Tecnura*, 19(), 143-151.
- Guillén-Campo, Y., & Leyva-de la Cruz, B. (2015). Caracterización de redes hidráulicas en un circuito hidrométrico en una zona urbana. *Ciencias Holguín*, XXI (2), 1-13.
- Henao Castañeda, FJ, y Hoyos Mesa, M. (2013). Expansión volumétrica en mangueras oleohidráulicas. *Scientia Et Technica*, 18 (3), 481-489.
- Iglesias-Rey, PL, Fuertes-Miquel, VS, García-Mares, FJ, y Martínez-Solano, FJ (2016). Caracterización de válvulas de admisión y expulsión de aire comerciales. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VII (1), 57-69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353544005005>

- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1992). NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES. *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. , 9*, 1–291.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1997). CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS, 1*, 1–50.
- Jara Cobos, N., Campoverde Ochoa, E., y Pizarro Jara, D. (2011). Emplazamiento, implementación, pruebas de funcionamiento y propuestas de mejora de los sistemas de bombeo mediante rueda hidráulica y ariete multipulsor para el abastecimiento de agua para riego en la localidad del campus Juan Lunardi – Yumacay – Paute – Azuay. *Ingenio. Revista de Ciencia y Tecnología*, (6), 51-62.
- Mena Céspedes, M. J. (2016). *Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Rosario del cantón San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua* [Técnica]. Universidad Técnica de Ambato.
- Medina Hernández, David y Díaz Rivera, José M. (2018) Determinación de parámetros del modelo exponencial mediante una aplicación móvil. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria*, (25) 2 <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/10099>>.
- Olivares Zavaleta, J. R. (2022). *Comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable con herramientas computacionales en el mercado de Nasca, Ica 2022*.
- Paredes Ponluisa, E. M. (2020). *Estudio y diseño de la red de conducción, almacenamiento y distribución de agua potable en la comunidad de Rumichaca perteneciente a la parroquia el Rosario del cantón San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Lárraga J. B. (2017). *Diseño del sistema de agua potable para agosto valencia, cantón Vinces, provincia de los Ríos*.
- Pérez Silva, M. D. R. (2018). *Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Lligua del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua y la modelación de un filtro lento de arena para la purificación del agua, a través de un prototipo a escala* [Investigación]. Universidad Técnica de Ambato.
- Román-Sánchez, Yuliana Gabriela, Navarrete-López, Emma Liliana, y Barreto-Villanueva, Adán. (2023). Método para estimar proyecciones de población en la zona metropolitana del valle de México. Años 2010-2020-2050. *Población y Desarrollo*, 29 (56), 57-71. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2023.029.56.057>
- Salto Medina, CA, (2011). Sistemas Oleohidráulicos. *Revista Ciencia Unemi*, 4 (5), 62-69.

- Sánchez Tapiero, D. I., y Mendoza Valencia, M. (2021). SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 42(1), 68–80.
- Secretaría del Agua. (n.d.). NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL. *Código Ecuatoriano de La Construcción*.
- Serna M., E. (2019). Investigación Formativa en Ingeniería (ed. 3). Zenodo.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3387691>
- Tolentino Masgo, San Luis B. (2020). Estudio experimental y numérico de la presión del flujo de agua en un tubo venturi. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, (23), 9-22.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2020000100009&lng=es&tlng=es.
- United States Agency for International Development (USAID) (2016): Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. Tegucigalpa (Honduras):, Manual 23, Servicios Públicos.
- Urquiola-Permisán, JI, (2010). EL APROVISIONAMIENTO DE AGUA: MODELOS DE USO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN CENTROS URBANOS DEL BAJÍO COLONIAL. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 7 (1), 35-56.
- Valdez Cesar E. y González López, M. (1990) Álvaro, C. R., Giovanni, V. M., y Néstor, S. R. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*.

10. ANEXOS

ANEXO 1. Plano de la red existente del año 2010



DISEÑO: ING. OSCAR MACHUCA
 DIBUJO: AMACH
 REVISION:
 APROBACION:



PLAN INTERNACIONAL
 SIGSIG - AZUAY

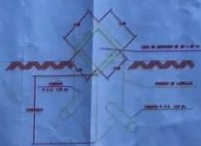
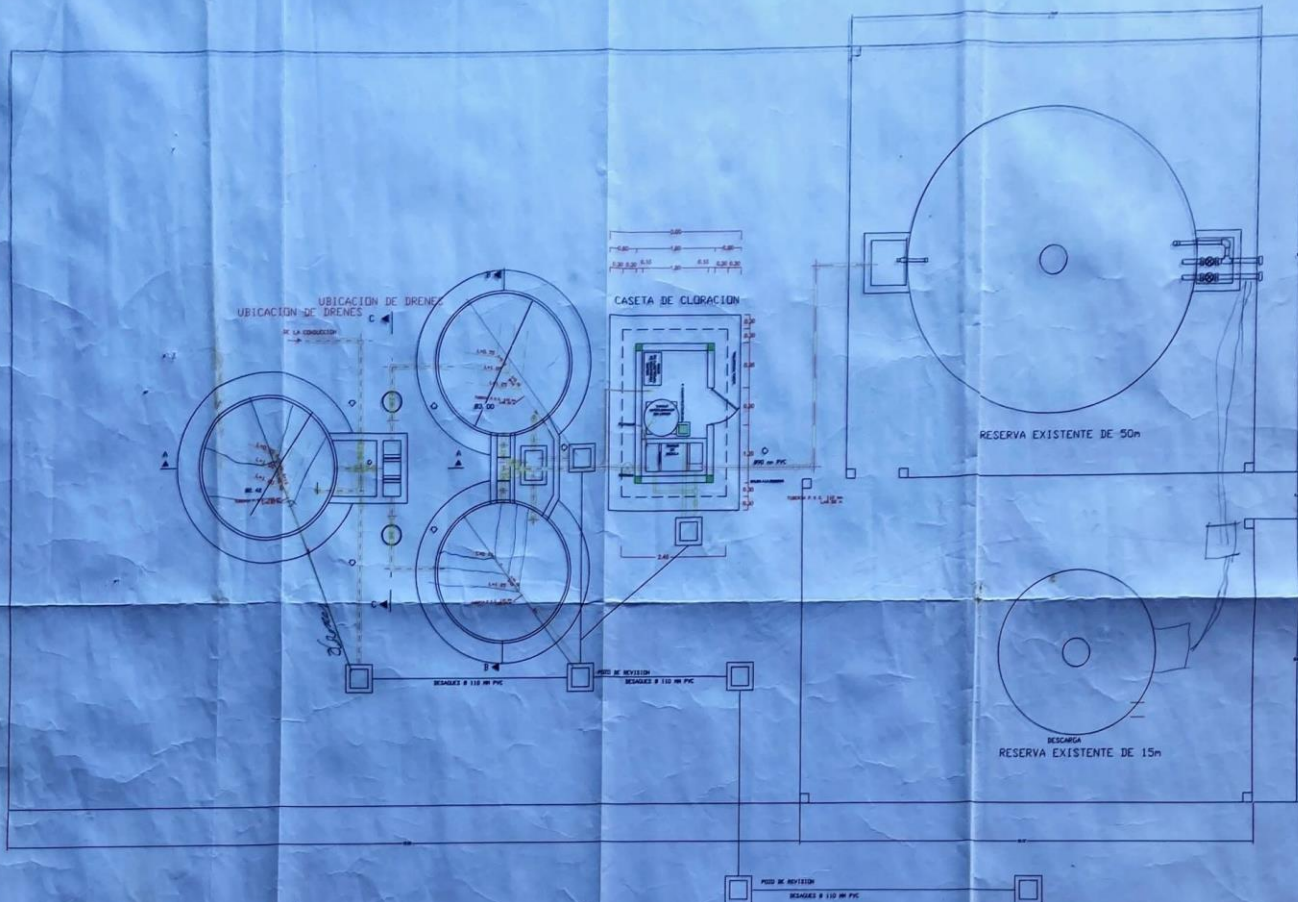
EVALUACIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE "SAN JOSE DE RARANGA"

CONTENIDO:
 PLANIMETRIA DE RED NUEVA

PLANO: LAM 1
 ESCALA: 1:2000
 FECHA: JULIO 2010

*abscisa
ordenada*

ANEXO 2. Plano constructivo del tanque de almacenamiento



PLANTA DE TRATAMIENTO

ESCALA 1:50

DETALLE DE PISO DE REVISION
C.A. 4.90

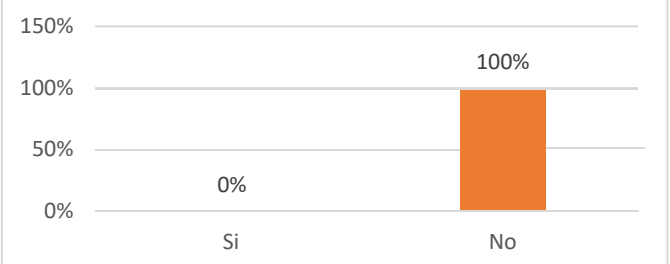
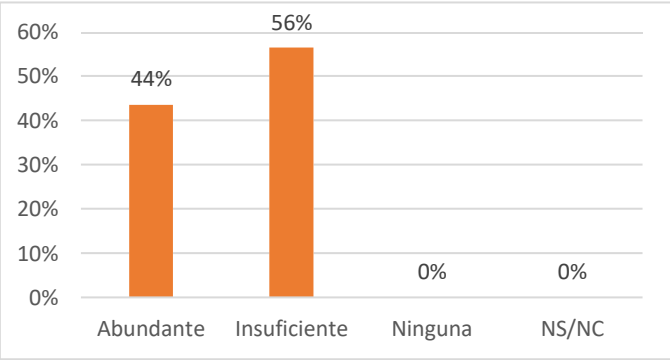
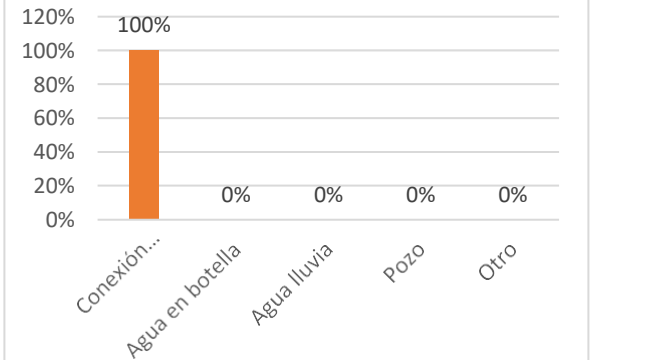
| | |
|-----------|--------------------|
| DISEÑO: | ING. OSCAR MACHUCA |
| DIBUJO: | AMACH |
| REVISION: | |

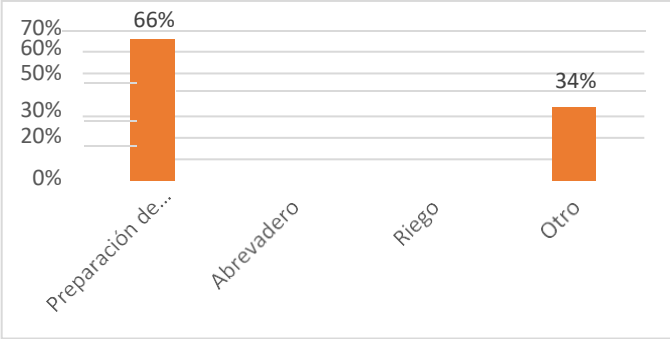
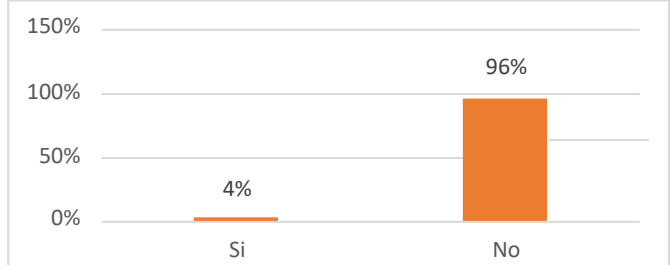
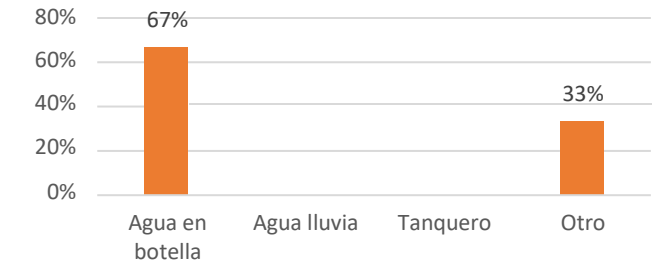
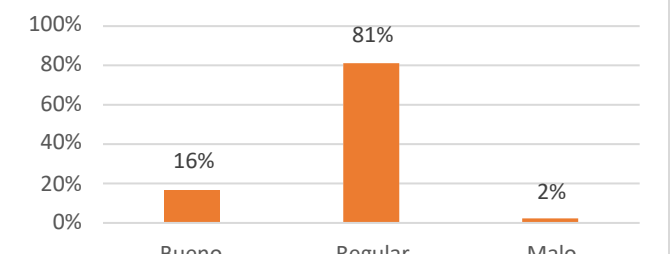
PLAN INTERIOR

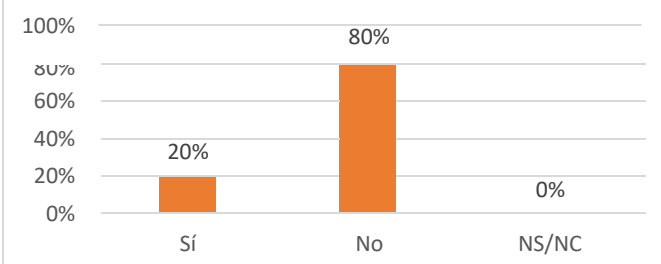
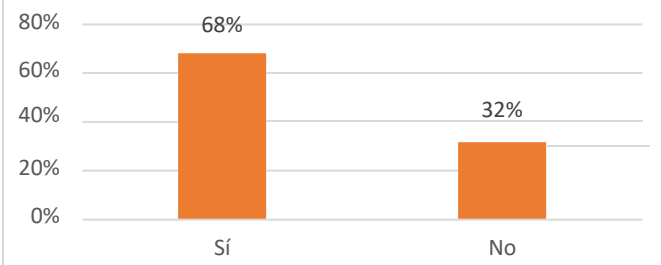
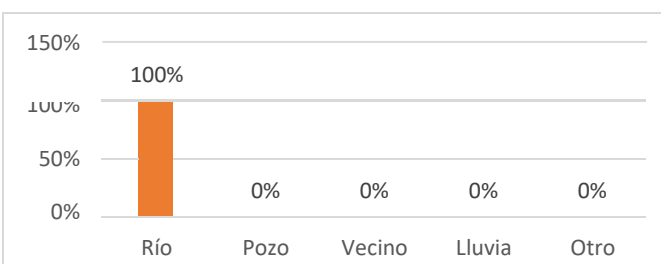
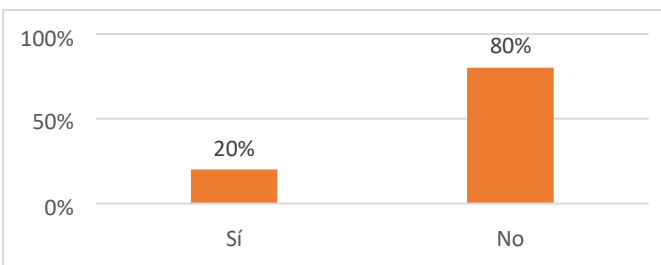
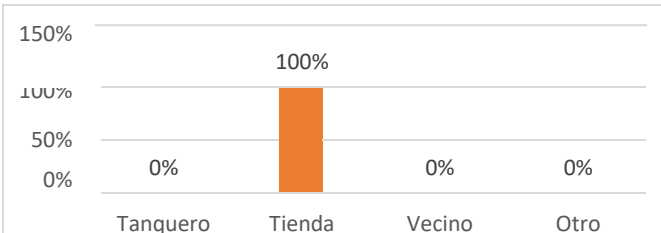
EVALUACION SISTEMA DE AGUA POT.
CONTENIDO:

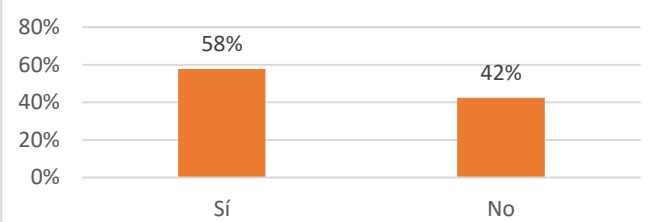
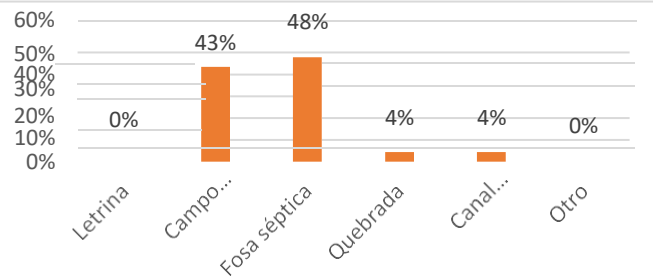
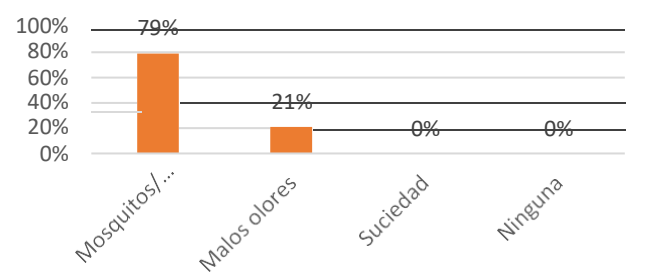
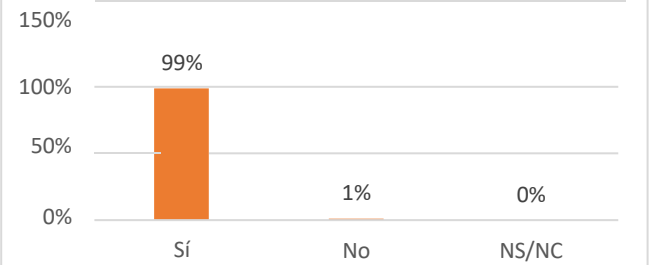
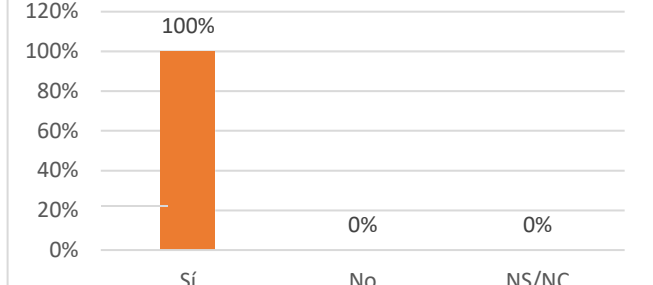
ANEXO 3. Análisis de encuestas

| Pregunta | Gráfico | Resultado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|------------------|------------|-------------|-----|-----------|-----|------------|-----|---------|----|-------|-----|--|----|---|------------|--------|----|----------|-----|--------|-----|------|----|------|----|---|
| 1. La vivienda es | <table border="1"> <caption>Gráfico 1: Tipo de vivienda</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de vivienda</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Propia</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>Arrendada</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Gratuita</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Por...</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Tipo de vivienda | Porcentaje | Propia | 60% | Arrendada | 19% | Gratuita | 15% | Por... | 6% | NS/NC | 0% | Otro | 0% | <p>La totalidad de residencias existentes en la parroquia San José de Raranga, constan de: el 60% de viviendas son propias y los dueños habitan dentro de ella, el 19% son arrendadas en el centro de la parroquia, el 15% son gratuitas debido a que los dueños tuvieron que migrar y se encuentran en el extranjero, el 6% está dirigido a servicios que se prestan dentro de la comunidad como son la escuela, el subcentro de salud y la iglesia.</p> | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de vivienda | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Propia | 60% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arrendada | 19% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gratuita | 15% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Por... | 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Uso de la vivienda | <table border="1"> <caption>Gráfico 2: Uso de la vivienda</caption> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residencial</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>Artesanal</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Industrial</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Público</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Mixto</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <caption>Gráfico 3: Materiales de la vivienda</caption> <thead> <tr> <th>Materiales</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Madera</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Bloque</td> <td>62%</td> </tr> <tr> <td>Caña</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Uso | Porcentaje | Residencial | 58% | Artesanal | 0% | Industrial | 7% | Público | 6% | Mixto | 29% | Otro | 0% | Materiales | Porcentaje | Madera | 6% | Ladrillo | 32% | Bloque | 62% | Caña | 0% | Otro | 0% | <p>Dentro de la parroquia el uso de la vivienda es variada, el 58% de viviendas encuestadas la usa de manera residencial, el 29% lo utiliza de manera mixta, ubicándose en el sector comercial, seguido, el 7% de manera industrial y finalmente el 6% de la comunidad usa viviendas de manera pública para brindar servicios dentro de esta.</p> |
| Uso | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Residencial | 58% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Artesanal | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Industrial | 7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Público | 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mixto | 29% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiales | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Madera | 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ladrillo | 32% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | 62% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caña | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Materiales de la vivienda | <table border="1"> <caption>Gráfico 3: Materiales de la vivienda</caption> <thead> <tr> <th>Materiales</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Madera</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Ladrillo</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Bloque</td> <td>62%</td> </tr> <tr> <td>Caña</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Materiales | Porcentaje | Madera | 6% | Ladrillo | 32% | Bloque | 62% | Caña | 0% | Otro | 0% | <p>En base a los datos obtenidos el material predominante es bloque ya que está constituido en un 61% de viviendas se encuentran en la comunidad, el 32% son</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiales | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Madera | 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ladrillo | 32% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | 62% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caña | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | <p>desarrolladas a partir de ladrillo y finalmente en un porcentaje inferior tenemos hogares elaborados con madera.</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------------|-------------|------|-----------------|------|--|----|-------|----|--|----|---|
| <p>4. La vivienda está conectada a una red de agua potable</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Si | 0% | No | 100% | <p>El 100% de las viviendas en la parroquia no consta de agua potable o tratada, es decir la totalidad de las conexiones domiciliarias usan un sistema de agua entubada.</p> | | | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| No | 100% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>5. El servicio es</p> | | <p>El servicio existente de agua que se brinda para la comunidad está considerado en un 64% de la población como permanente mientras que en un 36% se considera que el servicio es irregular.</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>6. La cantidad es</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abundante</td> <td>44%</td> </tr> <tr> <td>Insuficiente</td> <td>56%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Categoría | Porcentaje | Abundante | 44% | Insuficiente | 56% | Ninguna | 0% | NS/NC | 0% | <p>La calificación de la población de acuerdo al abastecimiento de agua predomina en que el 56% de los usuarios han mencionado la inconformidad en la cantidad de agua que es insuficiente y solo el 44% de la población goza de agua en abundancia.</p> | | |
| Categoría | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Abundante | 44% | | | | | | | | | | | | | |
| Insuficiente | 56% | | | | | | | | | | | | | |
| Ninguna | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>7. De dónde obtienen habitualmente el agua que utilizan para consumo doméstico</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conexión...</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Agua en botella</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Agua lluvia</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Pozo</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente | Porcentaje | Conexión... | 100% | Agua en botella | 0% | Agua lluvia | 0% | Pozo | 0% | Otro | 0% | <p>La totalidad de la población obtiene habitualmente el agua para consumo doméstico de las conexiones domiciliarias que fueron desarrolladas dentro de la parroquia.</p> |
| Fuente | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Conexión... | 100% | | | | | | | | | | | | | |
| Agua en botella | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Agua lluvia | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Pozo | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | |

| <p>8.Utiliza el agua de la coexión domiciliaria para:</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preparación de...</td> <td>66%</td> </tr> <tr> <td>Abrevadero</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Riego</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>34%</td> </tr> </tbody> </table> | Uso | Porcentaje | Preparación de... | 66% | Abrevadero | 0% | Riego | 0% | Otro | 34% | <p>Una vez obtenido los datos y haber realizado su análisis, concluimos que dentro de esta población predomina que el uso de las conexiones domiciliarias está dirigido para la preparación de alimentos/bebidas con un 66%, mientras que con un 34% se hace uso de esta conexión domiciliaria con otros fines.</p> |
|--|---|-----------|------------|-------------------|-----|-------------|-----|--|----|--|-----|---|
| Uso | Porcentaje | | | | | | | | | | | |
| Preparación de... | 66% | | | | | | | | | | | |
| Abrevadero | 0% | | | | | | | | | | | |
| Riego | 0% | | | | | | | | | | | |
| Otro | 34% | | | | | | | | | | | |
| <p>9.Utiliza el agua de otra fuente para la preparación de alimentos o bebidas</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>96%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Si | 4% | No | 96% | <p>El 96% de la población no usa el agua de otra fuente para la preparación de alimentos o bebidas, mientras que solo el 4% si lo hace con la intención de cuidar lo que consumen.</p> | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | |
| Si | 4% | | | | | | | | | | | |
| No | 96% | | | | | | | | | | | |
| <p>10.Indique la fuente de agua que utiliza para la preparación de alimentos y/o bebidas</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua en botella</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>Agua lluvia</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Tanquero</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>33%</td> </tr> </tbody> </table> | Fuente | Porcentaje | Agua en botella | 67% | Agua lluvia | 0% | Tanquero | 0% | Otro | 33% | <p>Del total de encuestados, el 67% prefiere usar agua en botella, mientras que, el 33% prefiere usar otras fuentes para la preparación de alimentos y/o bebidas.</p> |
| Fuente | Porcentaje | | | | | | | | | | | |
| Agua en botella | 67% | | | | | | | | | | | |
| Agua lluvia | 0% | | | | | | | | | | | |
| Tanquero | 0% | | | | | | | | | | | |
| Otro | 33% | | | | | | | | | | | |
| <p>11.La calidad del agua de la conexión domiciliaria es</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calidad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bueno</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>81%</td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table> | Calidad | Porcentaje | Bueno | 16% | Regular | 81% | Malo | 2% | <p>La percepción de las familias en cuanto a la calidad de agua es: el 81% indica que es regular, el 16% una calidad buena, mientras que, el 2% es mala.</p> | | |
| Calidad | Porcentaje | | | | | | | | | | | |
| Bueno | 16% | | | | | | | | | | | |
| Regular | 81% | | | | | | | | | | | |
| Malo | 2% | | | | | | | | | | | |

| <p>12. Tiene tanque de reserva o cisterna</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 20% | No | 80% | NS/NC | 0% | <p>El 80% de encuestados indica que no posee un tanque de reserva o cisterna en su vivienda y el 20% indica que si lo posee.</p> | | | | |
|---|---|-----------|------------|----------|------|--------|------|---|----|--|----|---|----|---|
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 20% | | | | | | | | | | | | | |
| No | 80% | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>13. Tiene conexión directa de agua a la cocina</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>32%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 68% | No | 32% | <p>Del total de encuestados, el 68% indica que posee una conexión directa de agua hacia la cocina, mientras que el 32% no posee dicha conexión.</p> | | | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 68% | | | | | | | | | | | | | |
| No | 32% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>14. Si no dispone de red de abastecimiento de agua, como se abastece</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Río</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Pozo</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Vecino</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Lluvia</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Río | 100% | Pozo | 0% | Vecino | 0% | Lluvia | 0% | Otro | 0% | <p>El total de los encuestados posee una red de abastecimiento de agua.</p> |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Río | 100% | | | | | | | | | | | | | |
| Pozo | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Vecino | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Lluvia | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>15. Compra agua para alimentos</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 20% | No | 80% | <p>Del total de encuestas aplicadas, el 80% prefiere no comprar agua para alimentos, mientras que, el 20% si lo hace.</p> | | | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 20% | | | | | | | | | | | | | |
| No | 80% | | | | | | | | | | | | | |
| <p>16. A quién compra el agua</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tanquero</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Tienda</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Vecino</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Tanquero | 0% | Tienda | 100% | Vecino | 0% | Otro | 0% | <p>El 100% de personas que compra agua para alimentos lo hace en tiendas de barrio.</p> | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | |
| Tanquero | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Tienda | 100% | | | | | | | | | | | | | |
| Vecino | 0% | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | |

| <p>17. Hierve el agua para beber</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>42%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 58% | No | 42% | <p>El 58% de encuestados prefiere hervir el agua antes de su consumo, mientras que, el 42% lo consume directamente.</p> | | | | | | | | |
|--|---|-----------|------------|---------------|------|--------------|-----|---|-----|--|----|---|----|------|----|--|
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 58% | | | | | | | | | | | | | | | |
| No | 42% | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>18. Si no dispone de sistema de alcantarillado, qué sistema utiliza para eliminar excretas</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Letrina</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Campo...</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Fosa séptica</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>Quebrada</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Canal...</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Sistema | Porcentaje | Letrina | 0% | Campo... | 43% | Fosa séptica | 48% | Quebrada | 4% | Canal... | 4% | Otro | 0% | <p>En cuando a la eliminación de excretas, el 48% lo hace mediante fosa séptica, el 43% en campo abierto y el 4% lo deposita en la quebrada o canal abierto.</p> |
| Sistema | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | |
| Letrina | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campo... | 43% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fosa séptica | 48% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quebrada | 4% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Canal... | 4% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>19. Qué problemas de ocasiona esta forma de eliminación de excretas</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Problema</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mosquitos/...</td> <td>79%</td> </tr> <tr> <td>Malos olores</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>Suciedad</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Ninguna</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Problema | Porcentaje | Mosquitos/... | 79% | Malos olores | 21% | Suciedad | 0% | Ninguna | 0% | <p>Los inconvenientes ocasionados por la manera de eliminar las excretas son: 79% mosquitos y 21% malos olores.</p> | | | | |
| Problema | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mosquitos/... | 79% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Malos olores | 21% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suciedad | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ninguna | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>20. Ud. Estaría interesado en ayudar a resolver los problemas de saneamiento y salud de la población de su sector</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 99% | No | 1% | NS/NC | 0% | <p>Se consulto si la población está interesada en aportar para solucionar los inconvenientes de saneamiento, el 99% desea apoyar, mientras que, el 1% no lo haría.</p> | | | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 99% | | | | | | | | | | | | | | | |
| No | 1% | | | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>21. Está dispuesto a pagar mensualmente por el servicio de agua</p> |  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 100% | No | 0% | NS/NC | 0% | <p>El total de encuestados está dispuesto a cancelar un valor mensual por un correcto servicio de agua.</p> | | | | | | |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 100% | | | | | | | | | | | | | | | |
| No | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | | | |

| <p>22. El pago por servicio de agua prestado le parece:</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Percepción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caro</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Barato</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Está bien</td> <td>76%</td> </tr> </tbody> </table> | Percepción | Porcentaje | Caro | 12% | Barato | 12% | Está bien | 76% | <p>La percepción del valor cancelado por el uso del agua le parece bien al 76%, mientras que, barato al 12% y caro al 12%.</p> | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|------------|-------------------|-----|---|-----|------------------------|-----|--|----|--|-----|------|----|-------|----|---|
| Percepción | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caro | 12% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barato | 12% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Está bien | 76% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>23. Cómo elimina los desechos sólidos de su vivienda</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Método</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carro recolector</td> <td>82%</td> </tr> <tr> <td>Campo abierto</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Estero/quebrada</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Canal abierto</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Quema</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Método | Porcentaje | Carro recolector | 82% | Campo abierto | 0% | Estero/quebrada | 0% | Canal abierto | 0% | Quema | 18% | Otro | 0% | NS/NC | 0% | <p>En cuanto a la eliminación de desechos sólidos, el 82% lo hace mediante un carro recolector, mientras que el 18% prefiere quemarlos.</p> |
| Método | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carro recolector | 82% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campo abierto | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estero/quebrada | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Canal abierto | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quema | 18% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otro | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>24. Considera Ud. Que el mantener el buen estado en un sistema de agua, o una obra de beneficio a la comunidad es responsabilidad de:</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Responsabilidad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Solo del gobierno</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>Del gobierno y de los ciudadanos que se benefician del servicio</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>Solo de los ciudadanos</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>De nadie</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Responsabilidad | Porcentaje | Solo del gobierno | 21% | Del gobierno y de los ciudadanos que se benefician del servicio | 67% | Solo de los ciudadanos | 12% | De nadie | 0% | <p>Se cree que la responsabilidad de mantener en buen estado el sistema de agua para la población es un 67% del gobierno y ciudadanos beneficiados, 21% únicamente del gobierno y el 12% solo de los ciudadanos.</p> | | | | | | |
| Responsabilidad | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solo del gobierno | 21% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Del gobierno y de los ciudadanos que se benefician del servicio | 67% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solo de los ciudadanos | 12% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| De nadie | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>25. Participa Ud. En las asambleas comunitarias</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Participación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>76%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Participación | Porcentaje | Sí | 76% | No | 24% | NS/NC | 0% | <p>En cuanto a la participación de la personas en las asambleas comunitarias es un 76%, mientras que el 24% prefiere no hacerlo.</p> | | | | | | | | |
| Participación | Porcentaje | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sí | 76% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No | 24% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| <p>26. Considera que se desee conformar una Junta de Agua para la Administración del Sistema</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 95% | No | 5% | NS/NC | 0% | <p>El 95% de los encuestados desea que se conforme una Junta de Agua, mientras que, el 5% prefiere no hacerlo,</p> |
|--|---|-----------|------------|----|-----|----|-----|-------|----|--|
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | |
| Sí | 95% | | | | | | | | | |
| No | 5% | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | |
| <p>27. Le gustaría ser miembro o dirigente de la Junta de Agua</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 32% | No | 68% | NS/NC | 0% | <p>El 68% de la población le gustaría ser miembro o dirigente de la Junta de Agua, mientras que el 32% no le gustaría.</p> |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | |
| Sí | 32% | | | | | | | | | |
| No | 68% | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | |
| <p>28. Ha recibido capacitación en administración, operación y mantenimiento de Sistemas de agua de consumo humano</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>47%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 47% | No | 53% | NS/NC | 0% | <p>Del total de encuestados, el 53% no han recibido capacitación en administración, operación y mantenimiento de Sistemas de agua de consumo humano, mientras que, el 47% están capacitados.</p> |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | |
| Sí | 47% | | | | | | | | | |
| No | 53% | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | |
| <p>29. Ha recibido capacitación en Salud y Higiene y en educación ambiental</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 68% | No | 32% | NS/NC | 0% | <p>Del total de encuestados, 68% han recibido capacitación en Salud y Higiene y en educación ambiental, mientras que, el 32% no están capacitados.</p> |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | |
| Sí | 68% | | | | | | | | | |
| No | 32% | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | |
| <p>30. Le interesa recibir capacitación</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>94%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>NS/NC</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table> | Respuesta | Porcentaje | Sí | 94% | No | 6% | NS/NC | 0% | <p>Del total de encuestados, 94% están dispuestos a recibir una capacitación, mientras que, el 6% no están interesados.</p> |
| Respuesta | Porcentaje | | | | | | | | | |
| Sí | 94% | | | | | | | | | |
| No | 6% | | | | | | | | | |
| NS/NC | 0% | | | | | | | | | |

ANEXO 4. Planta de tratamiento de la zona





ANEXO 5. Realización de encuestas y toma de lecturas de medidores



ANEXO 6. Estudio del caudal de agua por el cual se abastece la zona



ANEXO 7. Levantamiento topográfico de la nueva red

Instalación de la base RTK



Instalación de puntos



Toma de puntos con el receptor



Zona De vuelo despejada para poder realizar el levantamiento con Dron



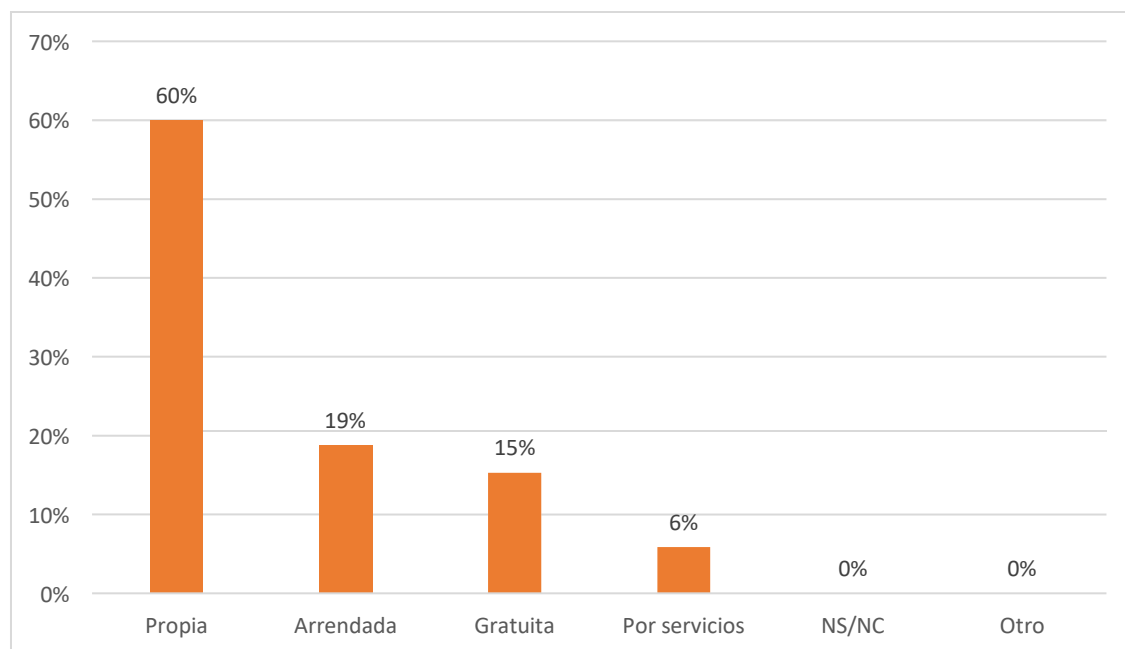


ANEXO 8. Análisis de resultados de encuestas

A continuación, presentamos el análisis de resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas.

El 100% de los valores que se presenta, a continuación, corresponden a 85 encuestas aplicadas.

Al iniciar la encuesta, se pide a las personas que indique la situación de la vivienda, siendo el 60% propias y los dueños habitan dentro de ella, el 19% arrendadas en el centro de la parroquia, el 15% son gratuitas debido a que los dueños tuvieron que migrar y se encuentran en el extranjero, el 6% está dirigido a servicios que se prestan dentro de la comunidad como son la escuela, el subcentro de salud y la iglesia. **Ver Figura.**



Figura

Fuente: encuesta aplicada

Elaborado por: grupo de trabajo

EL uso de la vivienda en la comunidad es variada: el 58% de viviendas encuestadas la usa de manera residencial, el 29% posee un uso mixto, ubicándose en el sector comercial, seguido, el 7% de manera industrial y finalmente el 6% de la comunidad usa viviendas de manera pública para brindar servicios dentro de esta. **Ver Figura.**

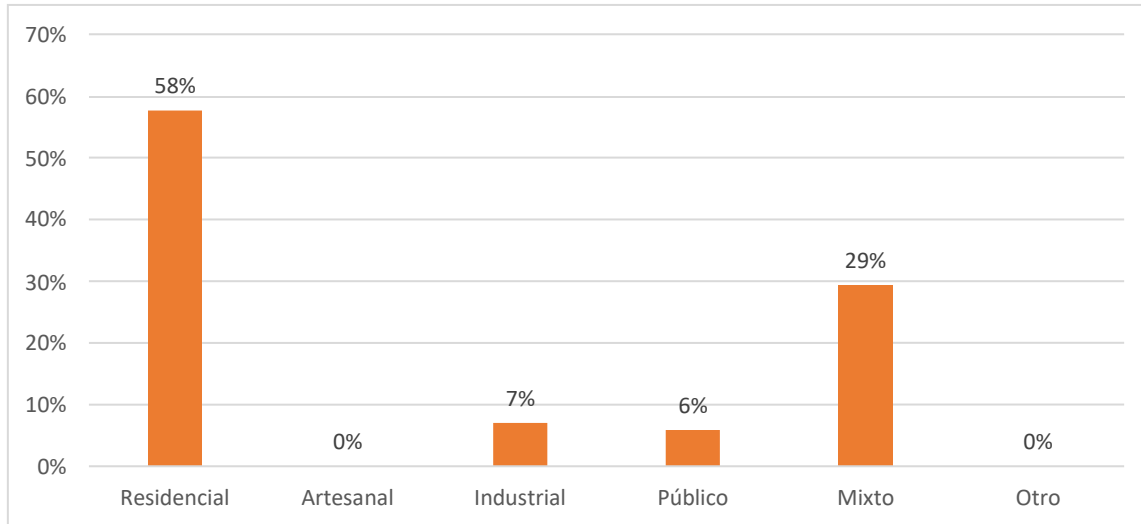


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

En cuanto al uso del material predominante las viviendas presentan: bloque ya que está constituido en un 61% de viviendas se encuentran en la comunidad, el 32% son desarrolladas a partir de ladrillo y finalmente en un porcentaje inferior tenemos hogares elaborados con madera.

Ver Figura.

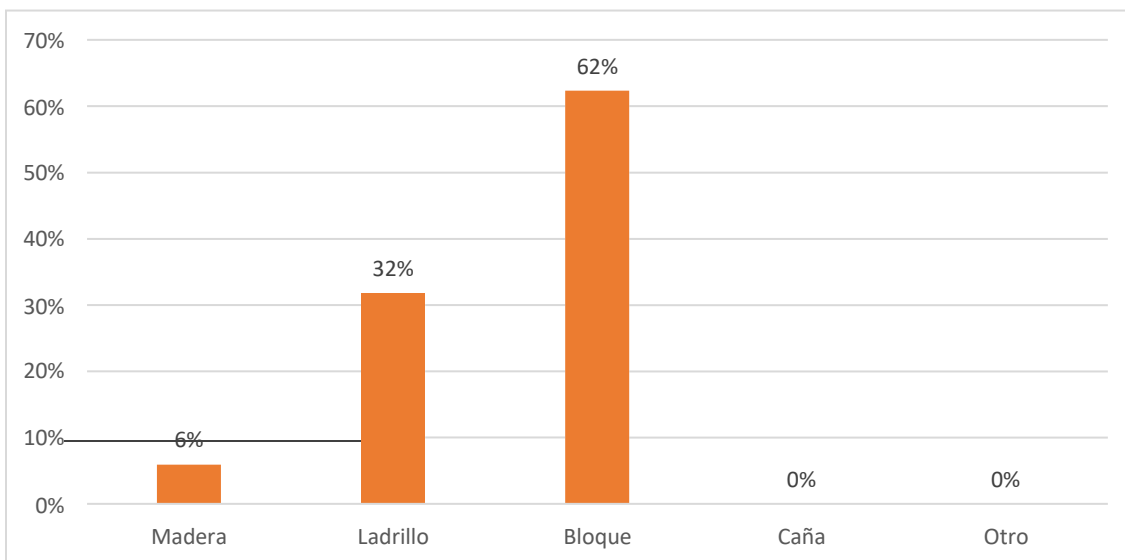


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó si la vivienda está conectada a una red de agua potable, siendo el 100% de las viviendas en la parroquia no consta de agua potable o tratada, es decir la totalidad de las conexiones domiciliarias usan un sistema de agua entubada. **Ver Figura.**

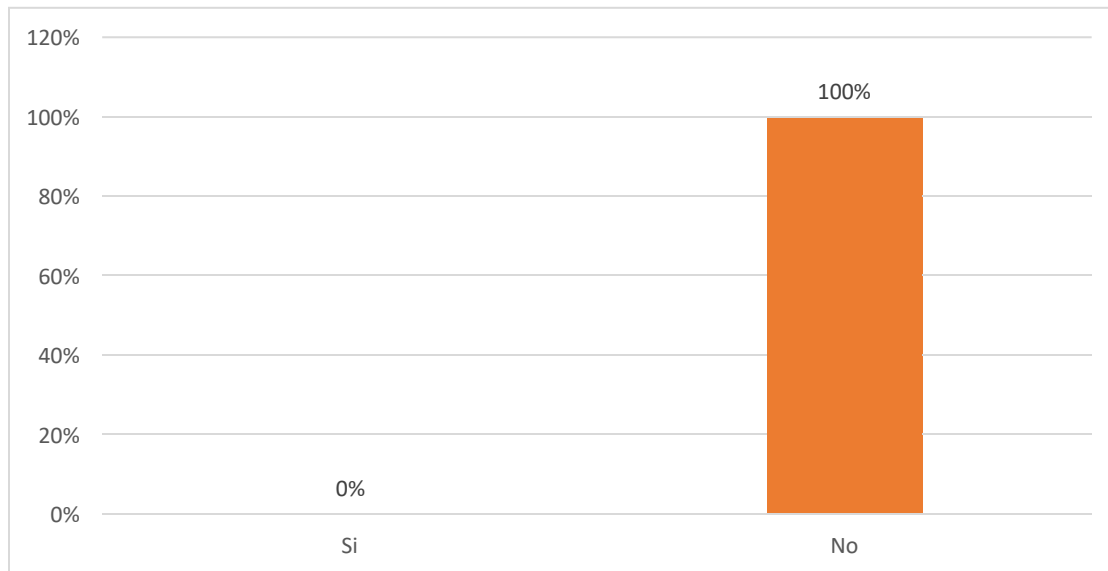


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

El servicio de agua potable en la comunidad existente brindado está considerado en un 64% de la población como permanente mientras que en un 36% se considera que el servicio es irregular. **Ver Figura.**

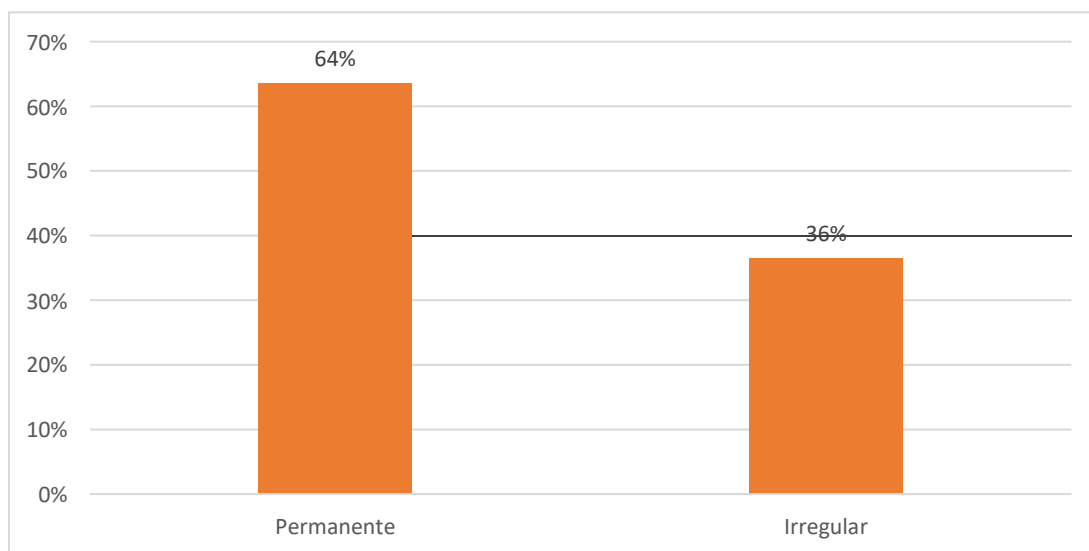


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

La calidad de agua está calificada por la población de acuerdo al abastecimiento, predomina la inconformidad con el 56% y el 44% de la población goza de agua en abundancia. **Ver Figura.**

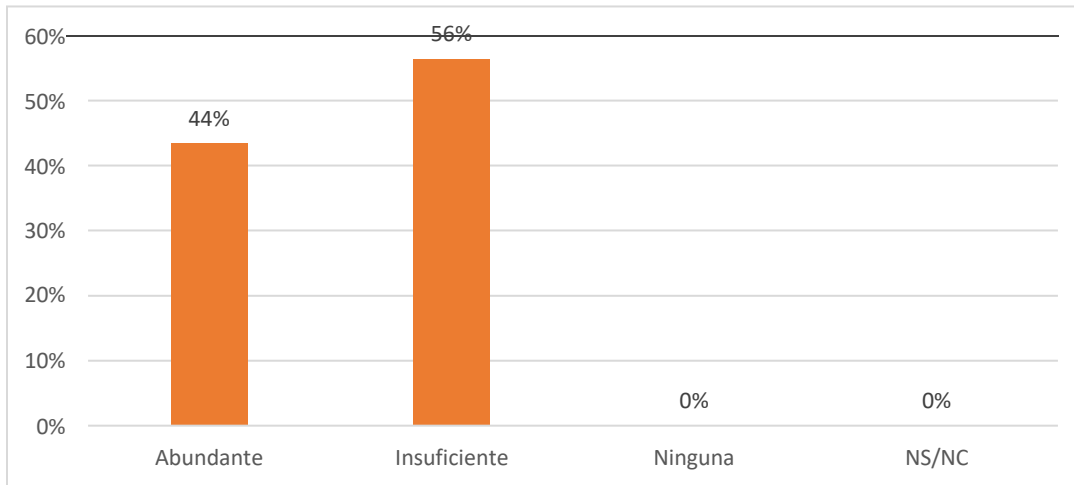


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

El lugar de obtención de agua para consumo doméstico es 100% por medio de una conexión domiciliaria.

Ver Figura.

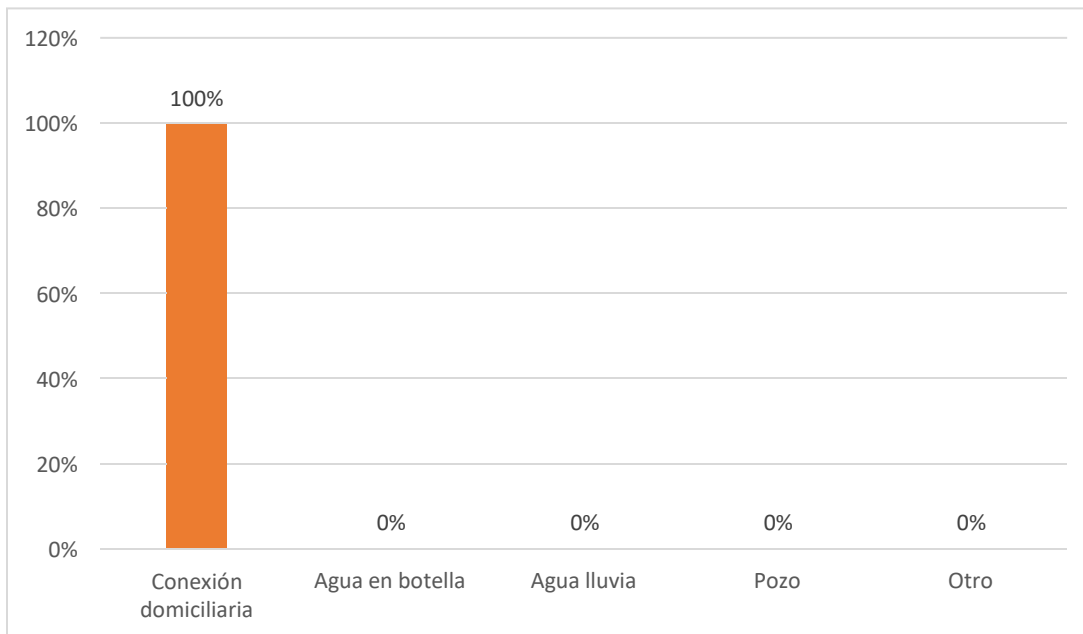


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

En cuanto al uso de agua procedente de la conexión domiciliar predomina el uso para la preparación de alimentos/bebidas con un 66%, mientras que con un 34% se hace uso de esta conexión domiciliar con otros fines. **Ver Figura.**

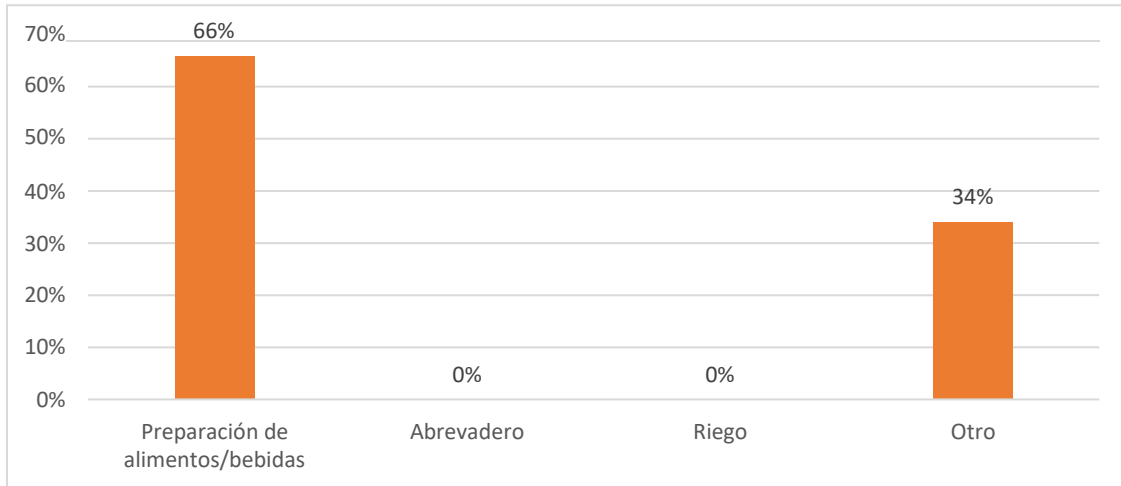


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó a la población si usa una fuente diferente para la preparación de alimentos, la misma que, expresó: el 96% de la población no usa el agua de otra fuente para la preparación de alimentos o bebidas, mientras que solo el 4% si lo hace con la intención de cuidar lo que consumen. **Ver Figura.**

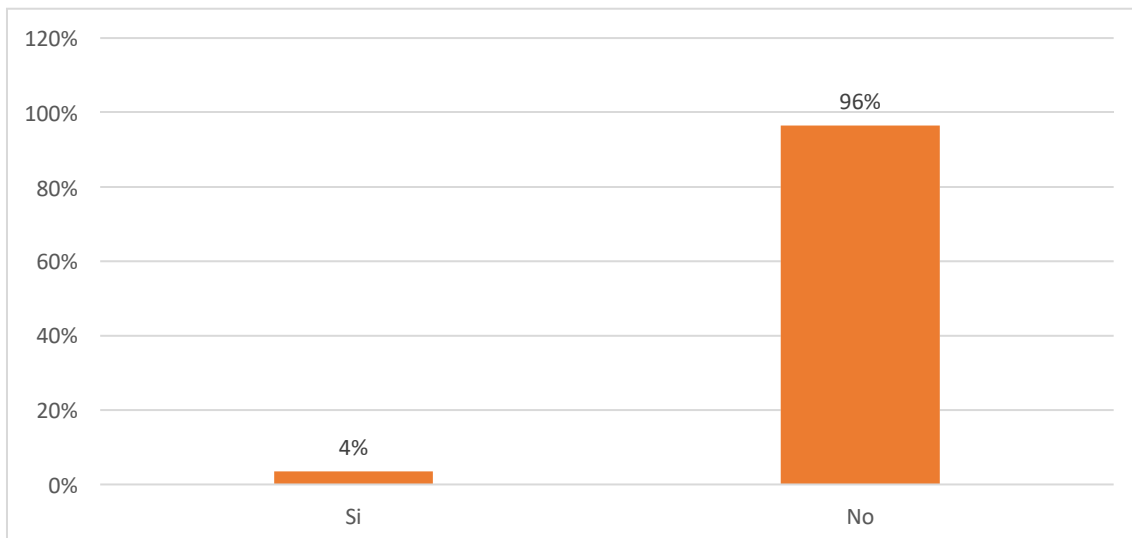


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

La fuente de agua que utiliza para la preparación de alimentos y/o bebidas, del total de encuestados, el 67% prefiere usar agua en botella, mientras que, el 33% prefiere usar otras fuentes para la preparación de alimentos y/o bebidas. **Ver Figura.**

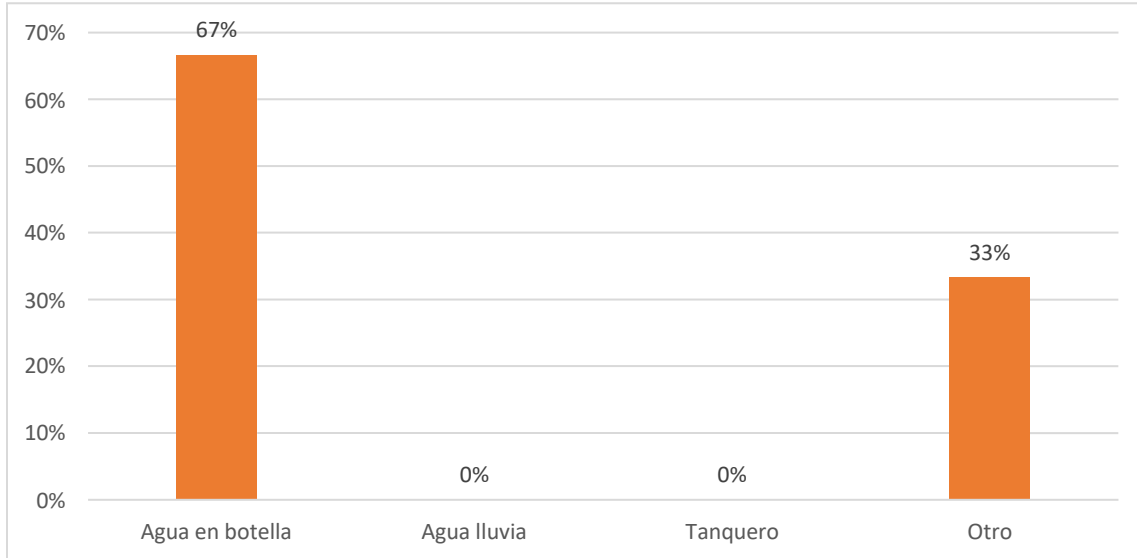


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

La calidad del agua de la conexión domiciliar, según la percepción de las familias es: el 81% indica que es regular, el 16% una calidad buena, mientras que, el 2% es mala. **Ver Figura.**

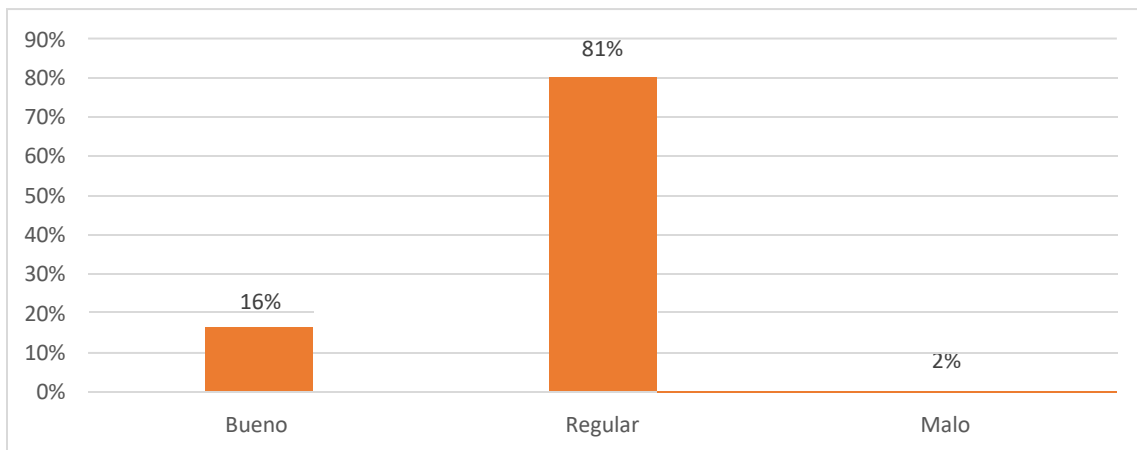
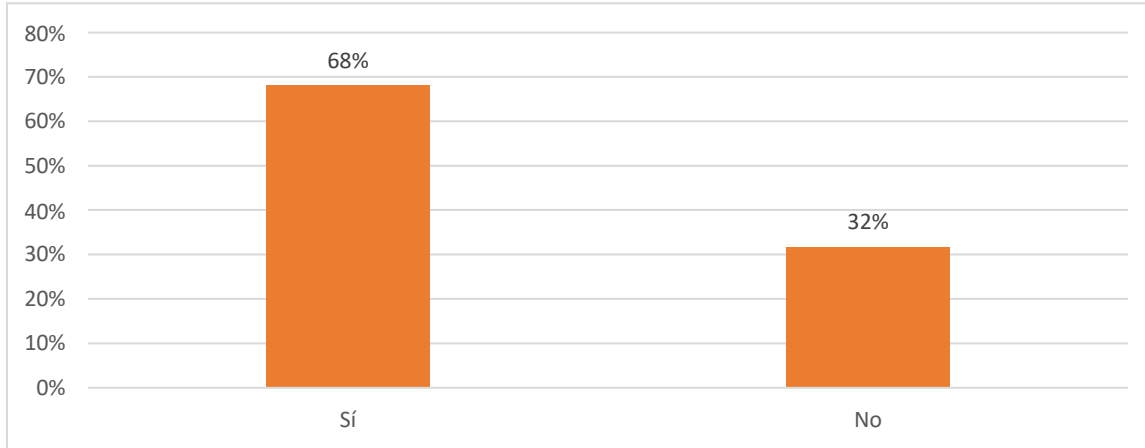


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó si posee tanque de reserva o cisterna en la vivienda. El total de encuestados indica que el 68% posee una conexión directa de agua hacia la cocina, mientras que el 32% no posee dicha conexión.

Ver Figura.

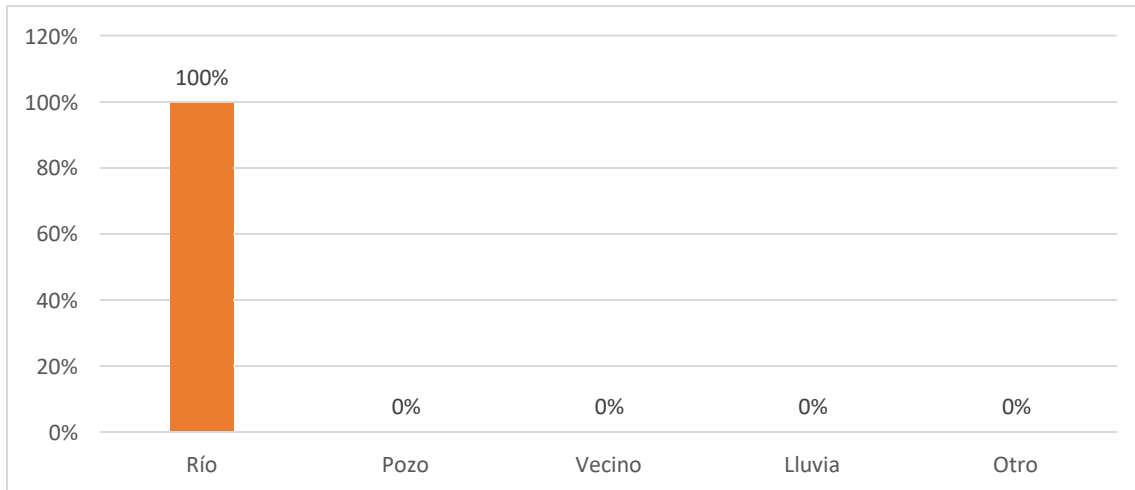


Figura

Fuente: encuesta aplicada

Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó a la población si no dispone de red de abastecimiento de agua, el total de los encuestados posee una red de abastecimiento de agua. **Ver Figura.**



Figura

Fuente: encuesta aplicada

Elaborado por: grupo de trabajo

Dentro de la encuesta, se consultó si la población compra agua para alimentos, el 80% prefiere no comprar agua para alimentos, mientras que, el 20% si lo hace. **Ver Figura.**

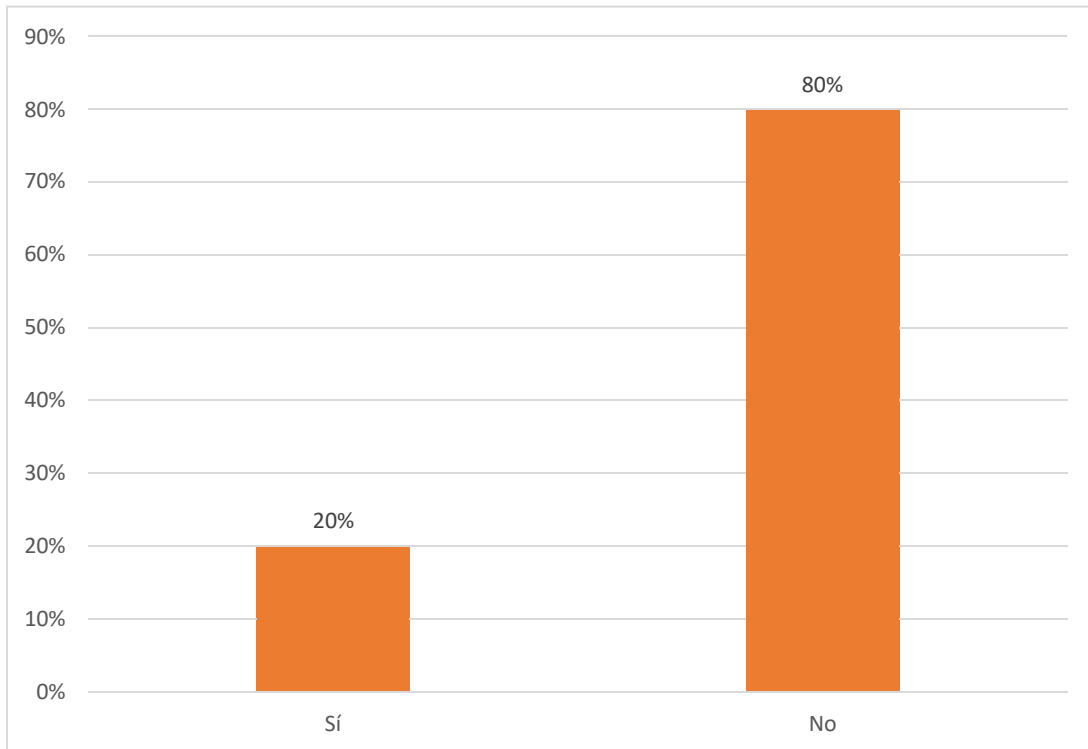


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

En base a la pregunta anterior, las personas que respondieron que, si compran agua para los alimentos, se les consultó donde compran. El 100% de personas que compra agua para alimentos lo hace en tiendas de barrio. **Ver Figura.**

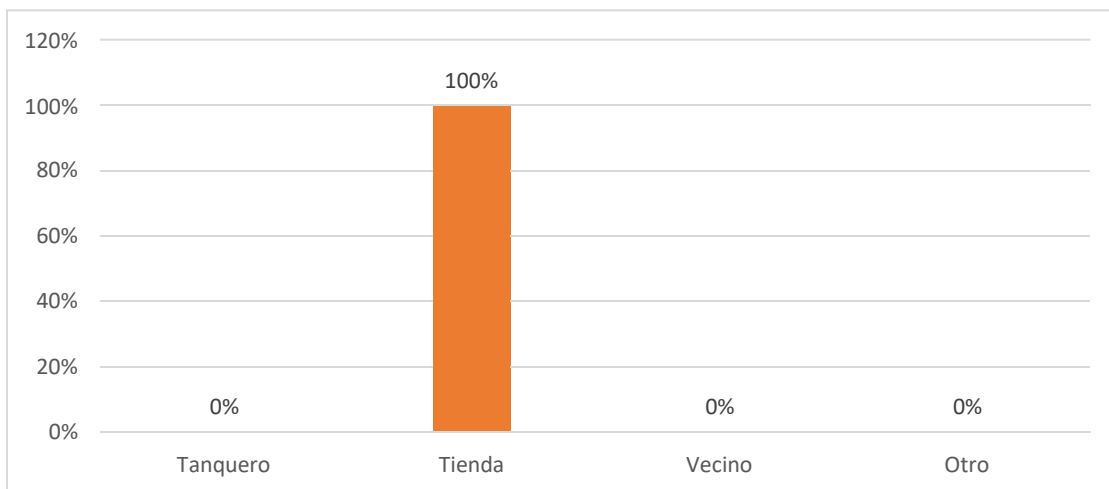


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

En cuanto al consumo del agua, se consultó si hierven el agua, e l 58% de encuestados prefiere hervir el agua antes de su consumo, mientras que, el 42% lo consume directamente. **Ver Figura.**

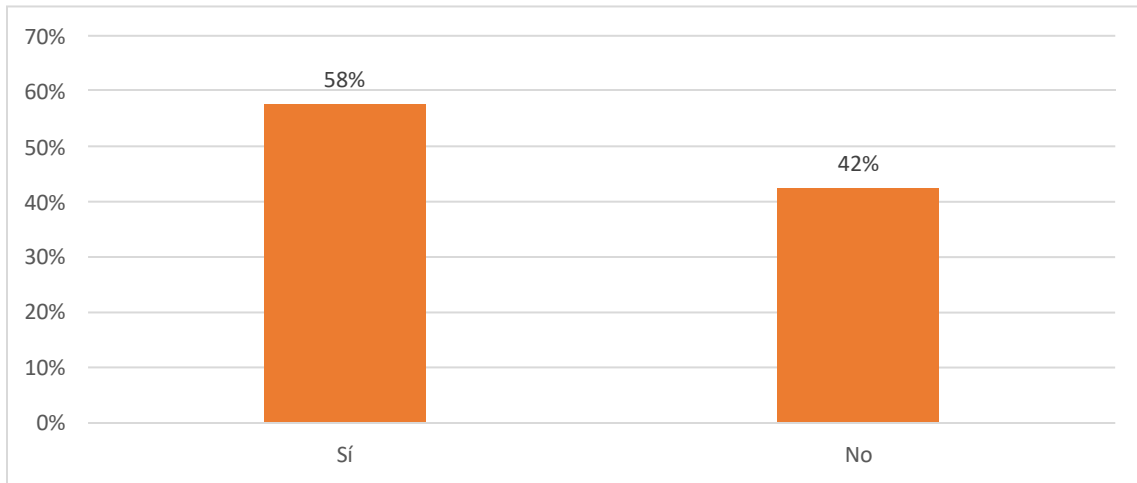


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Si no dispone de sistema de alcantarillado, qué sistema utiliza para eliminar excretas. En cuando a este apartado, el 48% lo hace mediante fosa séptica, el 43% en campo abierto y el 4% lo deposita en la quebrada o canal abierto. **Ver Figura.**

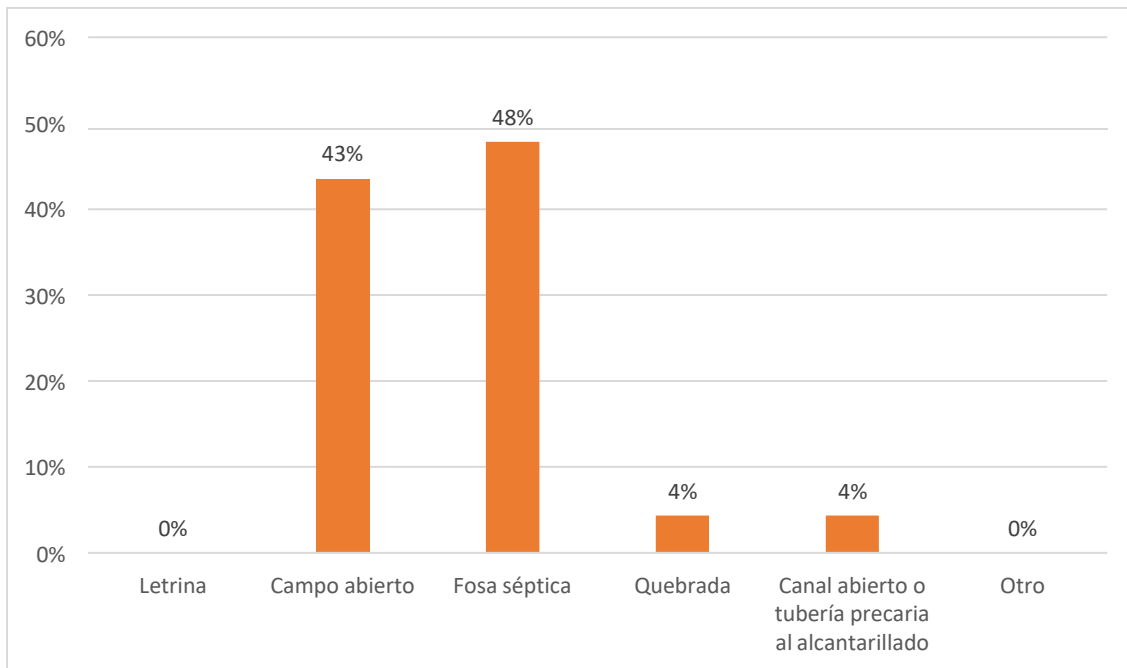


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Qué problemas de ocasiona esta forma de eliminación de excretas. La población expresa que: 79% mosquitos y 21% malos olores. **Ver Figura.**

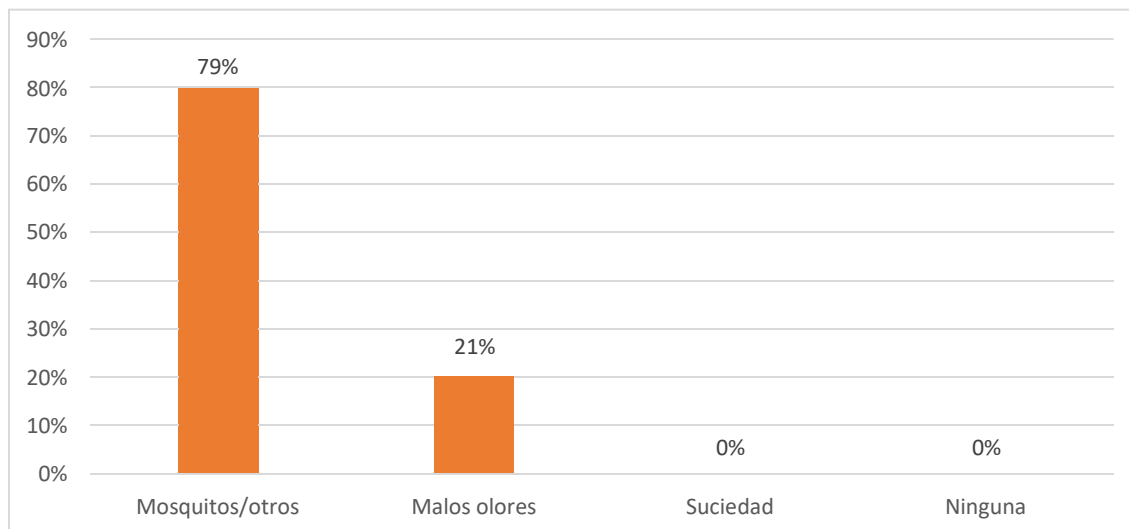


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó si las personas estarían interesadas en ayudar a resolver los problemas de saneamiento y salud de la población de su sector. El 99% desea apoyar, mientras que, el 1% no lo haría. **Ver Figura.**

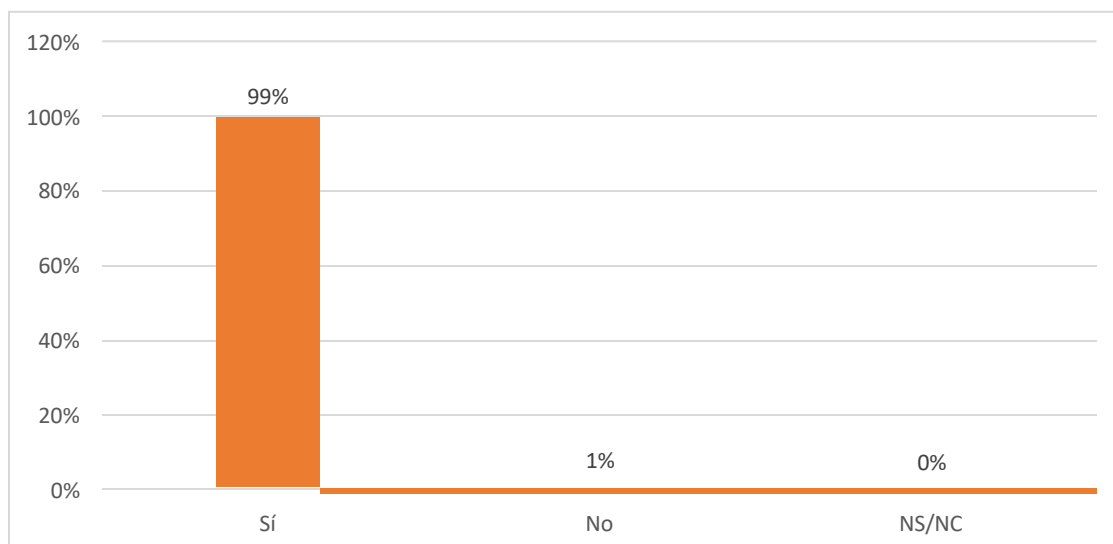


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

En relación al consumo, se consultó si está dispuesto a pagar mensualmente por el servicio de agua. El total de encuestados está dispuesto a cancelar un valor mensual por un correcto servicio de agua. **Ver Figura.**

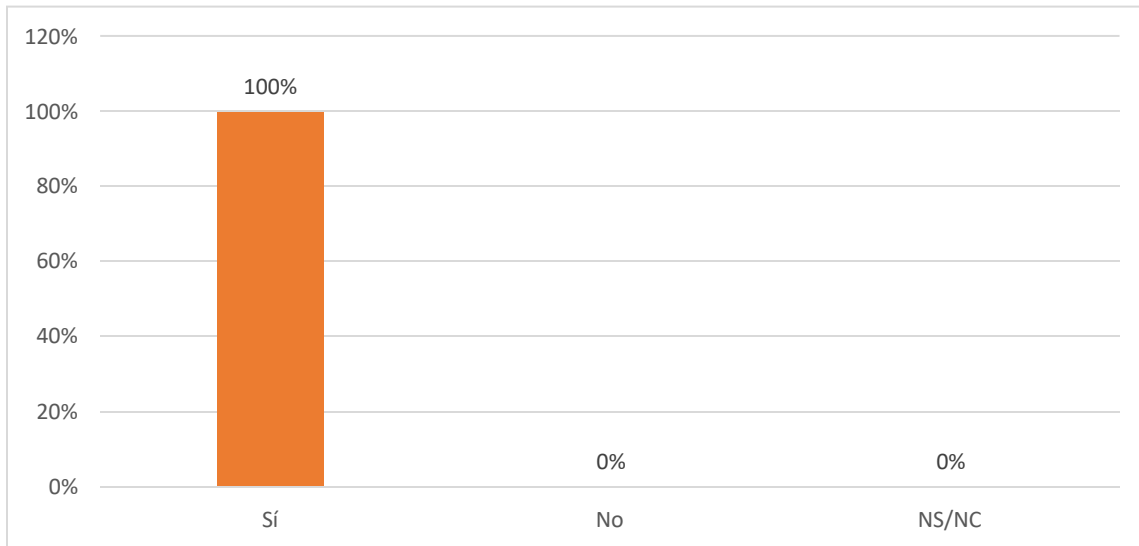


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Referente al pago por servicio de agua prestado el valor cancelado le parece bien al 76%, mientras que, barato al 12% y caro al 12%. **Ver Figura.**

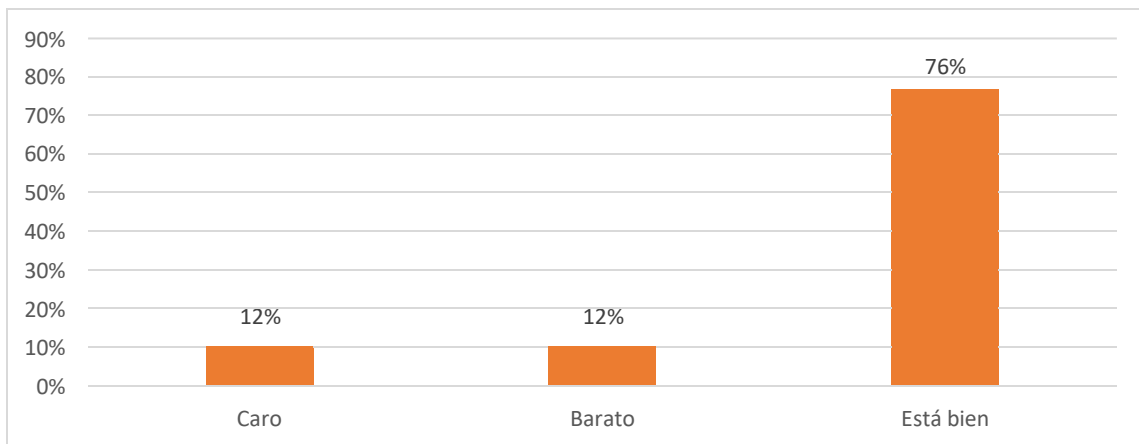


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó acerca de la manera en la que eliminan los desechos sólidos de su vivienda, en cuanto a la eliminación de desechos sólidos, el 82% lo hace mediante un carro recolector, mientras que el 18% prefiere quemarlos. **Ver Figura.**

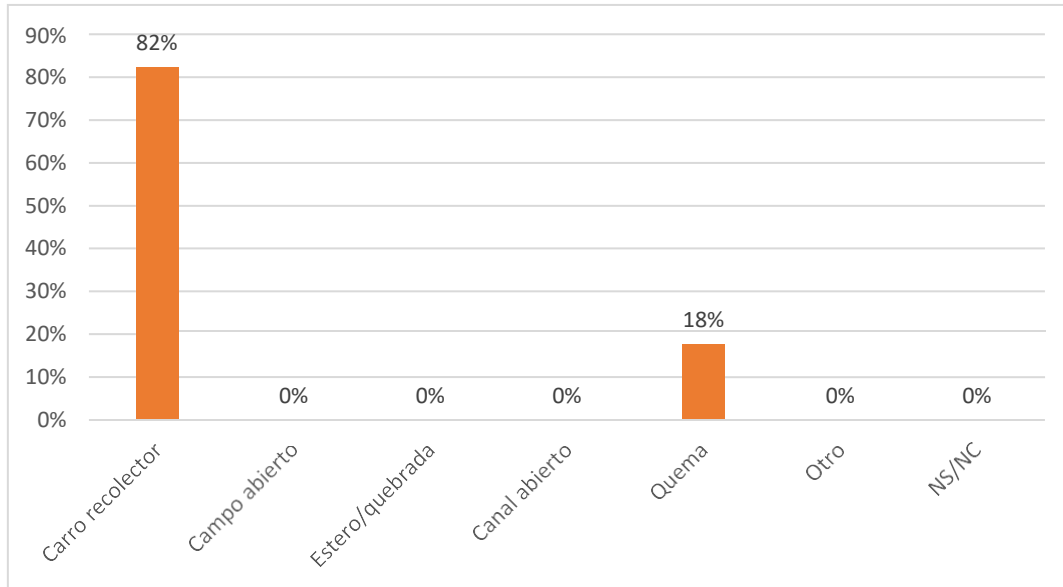


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

Considera Ud. que el mantener el buen estado en un sistema de agua, o una obra de beneficio a la comunidad es responsabilidad del gobierno y ciudadanos beneficiados con un 67%, 21% únicamente del gobierno y el 12% solo de los ciudadanos. **Ver Figura.**

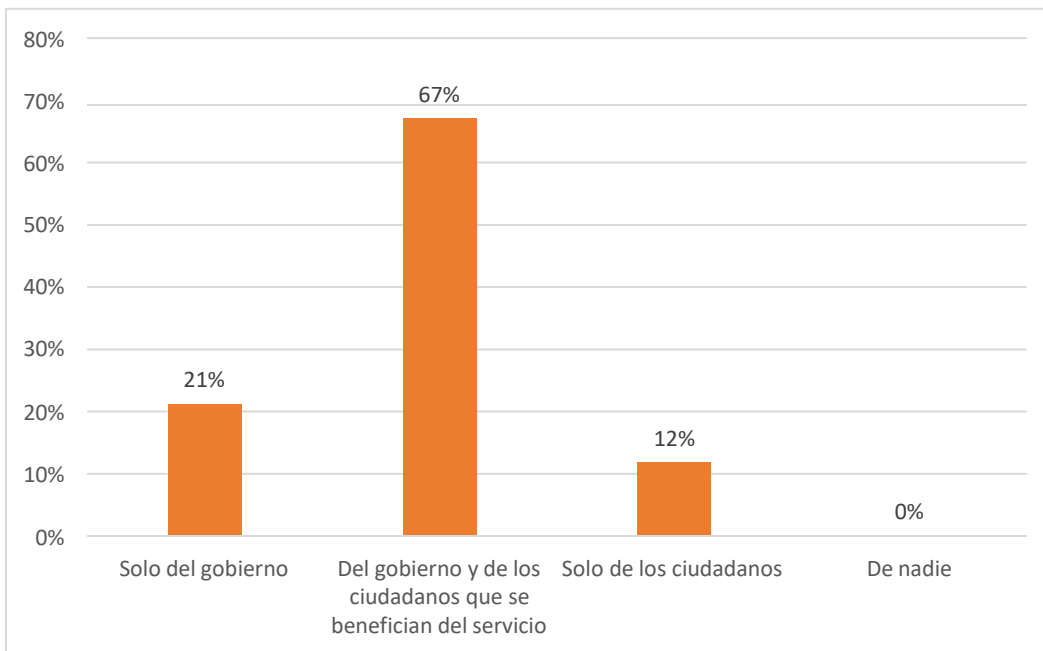


Figura
 Fuente: encuesta aplicada
 Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó si las personas participan en las asambleas comunitarias, en cuanto a su participación, las personas participan en un 76%, mientras que el 24% prefiere no hacerlo. **Ver Figura.**

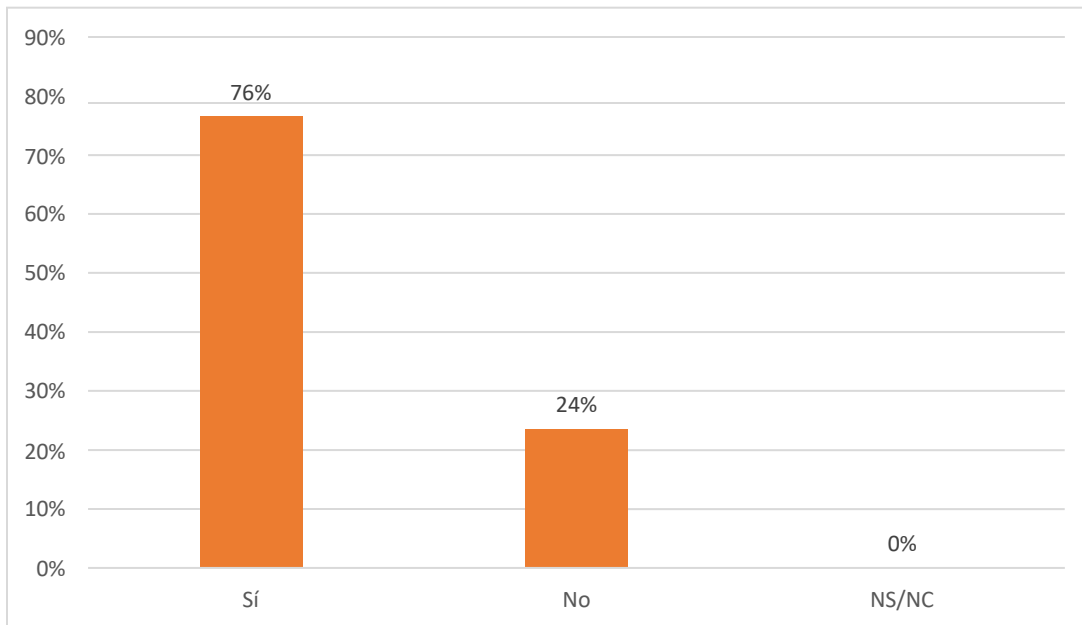


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Considera que se desee conformar una Junta de Agua para la Administración del Sistema, el 95% de los encuestados desea que se conforme una Junta de Agua, mientras que, el 5% prefiere no hacerlo. **Ver Figura.**

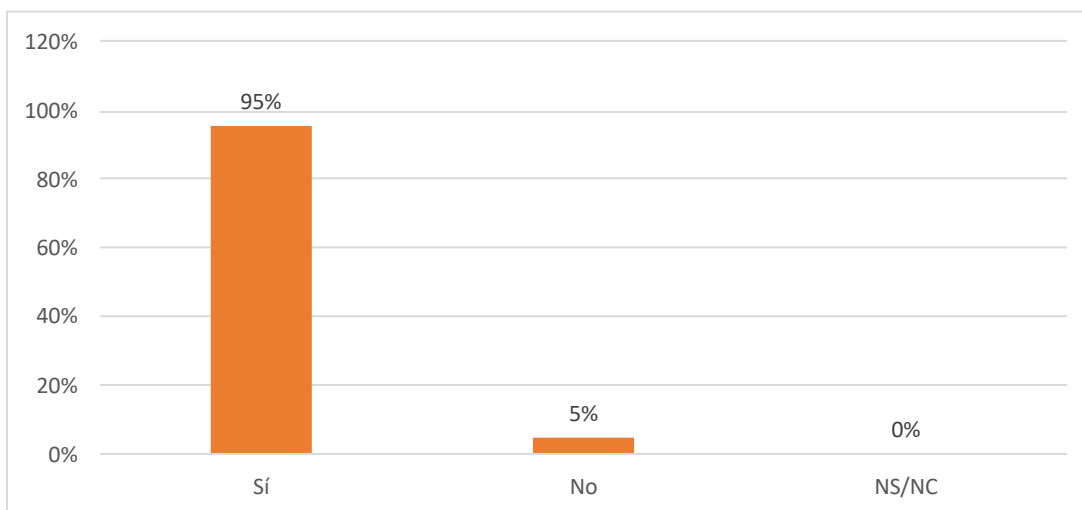
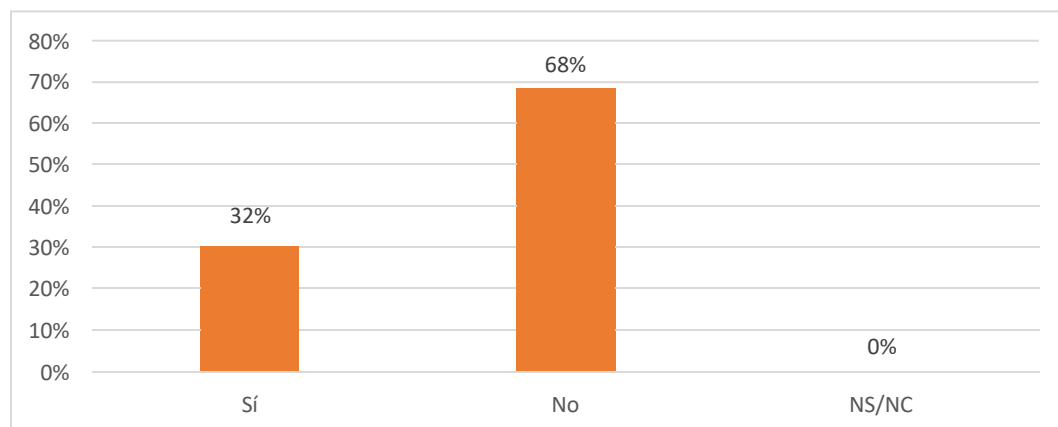


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Se consultó a la población si le gustaría ser miembro o dirigente de la Junta de Agua, el 68% de la población le gustaría ser miembro o dirigente de la Junta de Agua, mientras que el 32% no le gustaría. **Ver**

Figura.

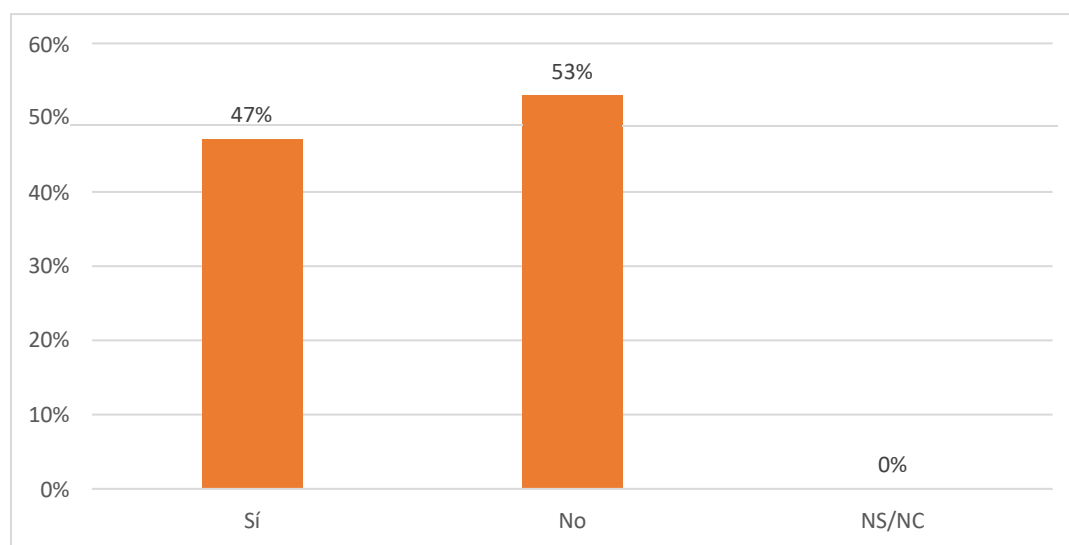


Figura

Fuente: encuesta aplicada

Elaborado por: grupo de trabajo

Ha recibido capacitación en administración, operación y mantenimiento de Sistemas de agua de consumo humano. En relación al total de encuestados, el 53% no han recibido capacitación en administración, operación y mantenimiento de Sistemas de agua de consumo humano, mientras que, el 47% están capacitados. **Ver Figura.**



Figura

Fuente: encuesta aplicada

Elaborado por: grupo de trabajo

Ha recibido capacitación en Salud e Higiene y en educación ambiental, en relación a los encuestados, 68% han recibido capacitación, mientras que, el 32% no están capacitados. **Ver Figura.**

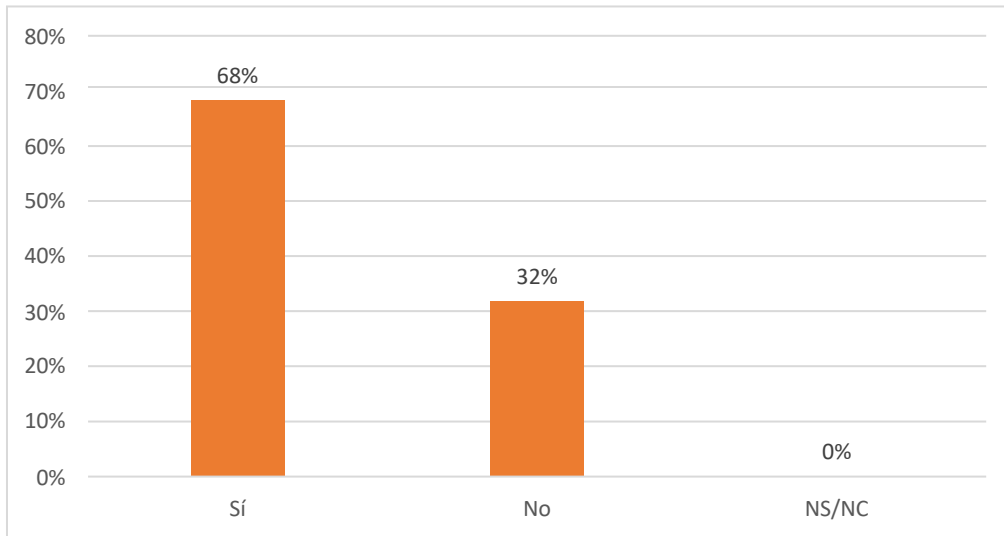


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo

Por último, se consultó a la población si le interesa recibir capacitación, el 94% están dispuestos a recibir una capacitación, mientras que, el 6% no están interesados. **Ver Figura**

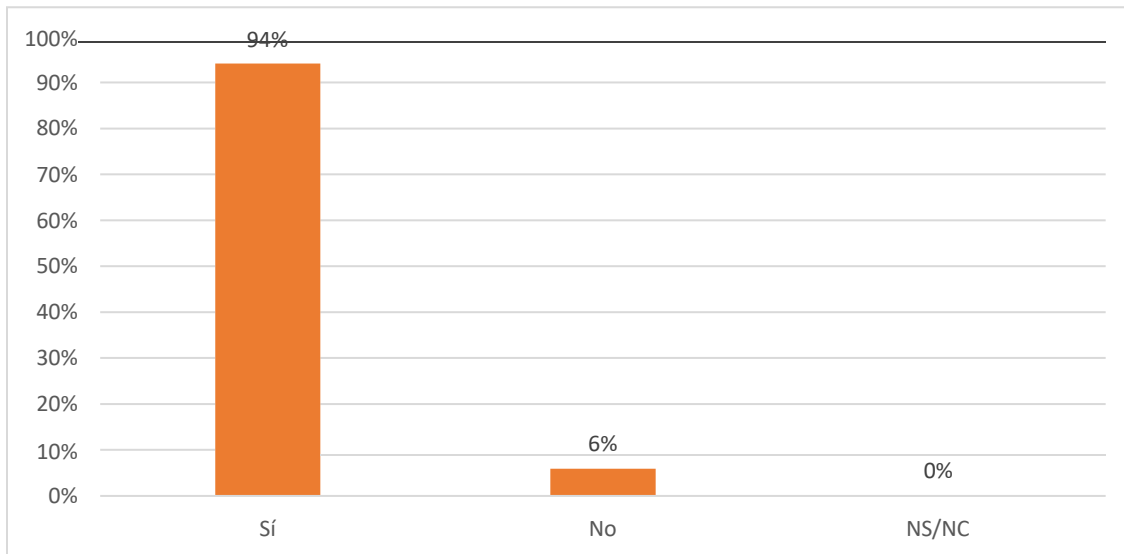


Figura
Fuente: encuesta aplicada
Elaborado por: grupo de trabajo