

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para la localidad de Sarayuyo aplicando los softwares Watercad y Sewergems**

---

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub línea de investigación: Hidráulica

**Autores:**

Rivera Rivas, José Alfredo.

Vargas Espinoza, David Enrique.

**Jurado Evaluador:**

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto.

Secretario: Granda Tume, Luis Alberto.

Vocal : Zamudio Zelada, Manuel Rodrigo.

**Asesor:**

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura-Perú

2023

**Fecha de sustentación: 2023/11/29**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para la localidad de Sarayuyo aplicando los softwares Watercad y Sewergems**

---

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub línea de investigación: Hidráulica

**Autores:**

Rivera Rivas, José Alfredo.

Vargas Espinoza, David Enrique.

**Jurado Evaluador:**

Presidente: Príncipe Reyes, Roger Alberto.

Secretario: Granda Tume, Luis Alberto.

Vocal : Zamudio Zelada, Manuel Rodrigo.

**Asesor:**

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura-Perú

2023

**Fecha de sustentación: 2023/11/29**

# Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para la localidad de Sarayuyo aplicando los softwares Watercad y Sewergems

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet          | <b>11%</b> |
| <b>2</b> | <b>repositorio.upao.edu.pe</b><br>Fuente de Internet | <b>4%</b>  |

|                      |         |                             |        |
|----------------------|---------|-----------------------------|--------|
| Excluir citas        | Apagado | Exclude assignment template | Activo |
| Excluir bibliografía | Activo  | Excluir coincidencias       | < 3%   |



Handwritten signature and stamp of an Engineer. The stamp includes the text: "INGENIERO CIVIL" and "CIP-8808".

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ramal Montejo Rodolfo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis titulada "Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado de la localidad de Sarayuyo aplicando los softwares Watercad y Sewergems", autores Rivera Rivas, Jose Alfredo y Vargas Espinoza, David Enrique, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 15%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turniting el día 17 de noviembre de 2023
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la universidad.

Lugar y fecha: Piura, 10 de julio del 2023



---

Rivera Rivas Jose Alfredo  
DNI: 61854578



---

Vargas Espinoza David Enrique  
DNI: 72919068



---

Ramal Montejo Rodolfo

DNI: 40025063

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a Dios  
quien fue el que hizo posible todo  
esto.*

*A mis padres y familiares  
que siempre me apoyaron para  
lograr este objetivo con mucha  
esperanza y fe.*

**José Alfredo Rivera Rivas**

*Dedico esta Tesis en primer  
lugar a Dios que me bendice  
siempre y guía mis pasos, sin él  
nada es posible.*

*A mis queridos padres, que  
son la pieza fundamental y  
primordial en este proceso.*

**David Enrique Vargas**

**Espinoza**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer por la salud y bendiciones que nos da nuestro ser todo poderoso, por iluminarnos cada día en el camino del bien. Asimismo, a nuestras familias por ser parte fundamental y primordial en este proceso.

Finalmente, agradecemos a nuestro asesor de tesis, el ingeniero Rodolfo Ramal Montejo, por compartirnos sus sabios conocimientos, experiencias y su gentil apoyo para poder realizar correctamente nuestra tesis.

Los Autores

## RESUMEN

Este proyecto de tesis consistió en una propuesta de “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS”, que nos permitiera buscar una alternativa de solución a la problemática existente de la localidad de Sarayuyo en cuanto a los servicios básicos.

Actualmente la localidad de Sarayuyo cuenta con una red de agua potable en malas condiciones, generando el desabastecimiento de agua potable en la mayor parte de las viviendas, y el mal estado de las letrinas en toda la población, ocasionando problemas en la salud de los habitantes. La propuesta consistió en diseñar un sistema de agua potable y alcantarillado.

En la propuesta del sistema de agua potable se consideró como fuente de abastecimiento el manantial de tipo ladera existente, la instalación de 871.862 ml. de línea de conducción y la construcción de un reservorio cuadrado de 40 m<sup>3</sup>, la instalación de 628.92 ml. de línea de aducción y la construcción de 1 cámara rompe presión T-6 en la línea de aducción, la instalación de 999.73 ml. de red de distribución y la instalación de 66 conexiones domiciliarias.

Asimismo, en la propuesta del sistema de alcantarillado se consideró la construcción de 15 buzones, la instalación de 994.4 ml. de redes de alcantarillado sanitario, la instalación de 66 conexiones domiciliarias y la construcción de una zanja abierta. Sobre el diseño del sistema de agua potable se propuso por gravedad sin planta de tratamiento, lo primero se determinó por la topografía de la zona y ubicación de las viviendas consideradas, y lo segundo por la calidad de la fuente de abastecimiento cumpliendo los estándares de calidad del MINSA y de RNE OS.070. Los diseños hidráulicos de la línea de conducción, aducción y la red de distribución se realizaron mediante el software WaterCAD, el cual nos permitió obtener resultados satisfactorios en el diseño. En el sistema de alcantarillado se realizó el modelamiento de hidráulico de las redes principales con cargas sanitarias del total de viviendas por cada tramo en cada buzón propuesto mediante el software SewerGEMS, obteniendo resultados satisfactorios para el diseño.

Palabras clave: Sistema, agua potable, alcantarillado, WaterCAD, SewerGEMS. viii



## ABSTRACT

This thesis project consisted of a proposal for "DESIGN OF THE POTABLE WATER AND SEWER SYSTEM FOR THE SARAYUYO LOCALITY USING WATERCAD AND SEWERGEMS SOFTWARE," aiming to find an alternative solution to the existing issues regarding basic services in the Sarayuyo locality.

Currently, Sarayuyo has a potable water network in poor condition, resulting in a lack of access to potable water in most households and the deteriorated state of latrines throughout the population, causing health problems for the residents. The proposal involved designing a potable water and sewer system.

For the potable water system proposal, the existing hillside spring was considered as the water source, including the installation of 871.862 meters of conveyance lines, the construction of a 40 m<sup>3</sup> square reservoir, the installation of 628.92 meters of feed lines, and the construction of a T-6 pressure breaker chamber in the feed line. Additionally, it involved the installation of 999.73 meters of distribution network and 66 household connections.

In the sewer system proposal, it included the construction of 15 manholes, the installation of 994.4 meters of sanitary sewer lines, 66 household connections, and the construction of an open trench. The design of the potable water system was proposed as a gravity system without a treatment plant, determined by the area's topography and the location of the designated households, and due to the quality of the water source meeting the quality standards of the Ministry of Health (MINSA) and the National Building Regulations (RNE) OS.070.

The hydraulic designs for the conveyance, feed, and distribution lines were conducted using WaterCAD software, which provided satisfactory results. The sewer system hydraulic modeling for the main networks with the sanitary loads from all households for each section and each proposed manhole was carried out using SewerGEMS software, also yielding satisfactory results for the design.

Keywords: System, potable water, sewer, WaterCAD, SewerGEMS.

## **PRESENTACIÓN**

### **Señores miembros del Jurado:**

Cumpliendo con lo establecido en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego correspondiente a la Facultad de Ingeniería, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS”** con la finalidad de obtener el Título profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente,

Piura, noviembre de 2023

Br. Rivera Rivas José Alfredo

Br. Vargas Espinoza David Enrique

## ÍNDICE

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                   | iii  |
| AGRADECIMIENTO .....                | vii  |
| RESUMEN .....                       | viii |
| ABSTRACT .....                      | ix   |
| PRESENTACIÓN.....                   | x    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....              | xiv  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....            | xv   |
| I. INTRODUCCIÓN .....               | 17   |
| 1.1 Problema de investigación ..... | 17   |
| 1.2 Objetivos .....                 | 18   |
| 1.2.1 Objetivo general .....        | 18   |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....   | 18   |
| 1.3 Justificación del estudio.....  | 18   |
| II. MARCO DE REFERENCIA.....        | 19   |
| 2.1 Antecedentes del estudio .....  | 19   |
| 2.2 Marco Teórico .....             | 20   |
| 2.2.1 Conceptos Básicos .....       | 20   |
| 2.2.2 Parámetros de diseño .....    | 21   |

|  |    |
|--|----|
| 2.3 Marco conceptual .....                                   | 43 |
| 2.3.1 Conceptos generales .....                              | 43 |
| 2.4 Hipótesis .....  | 44 |
| 2.4.1 Variables e indicadores .....                          | 44 |
| III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....                              | 47 |
| 3.1 Tipo y nivel de investigación .....                      | 47 |
| 3.2 Población .....  | 47 |
| 3.3 Muestra .....  | 47 |
| 3.4 Diseño de investigación .....                            | 47 |
| 3.5 Técnicas e instrumentos de investigación .....           | 47 |
| 3.6 Procesamiento y análisis de datos .....                  | 47 |
| IV. RESULTADOS .....   | 48 |
| 4.1 Información básica del proyecto .....                    | 48 |
| 4.1.1 Ubicación Geográfica .....                             | 48 |
| 4.1.2 Límites .....  | 49 |
| 4.1.3 Coordenadas UTM .....                                  | 49 |
| 4.1.4 Micro localización del proyecto (Área de la red) ..... | 54 |
| 4.1.5 Población .....  | 55 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1.6 Estudio Socioeconómico .....               | 56  |
| 4.2 Interpretación y análisis de resultados..... | 57  |
| 4.2.1 Parámetros de diseño .....                 | 57  |
| 4.2.2 Diseño del sistema de agua potable.....    | 65  |
| 4.2.3 Diseño del sistema de alcantarillado ..... | 100 |
| 4.3 Docimasia de hipótesis:.....                 | 107 |
| V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....              | 108 |
| CONCLUSIONES .....                               | 109 |
| RECOMENDACIONES .....                            | 110 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....                 | 111 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| <b>Tabla N°1.</b>  | Operacionalización de las variables independiente.....                | 45  |
| <b>Tabla N°2.</b>  | Ubicación de la Localidad de Sarayuyo .....                           | 48  |
| <b>Tabla N°3.</b>  | Coordenadas UTM .....   | 49  |
| <b>Tabla N°4.</b>  | Datos estadísticos-Población censada Sarayuyo (2017) .....            | 55  |
| <b>Tabla N°5.</b>  | Instituciones Educativas en la Localidad de Sarayuyo .....            | 56  |
| <b>Tabla N°6.</b>  | Datos de la población y vivienda año 1993- Localidad "Sarayuyo" ..... | 59  |
| <b>Tabla N°7.</b>  | Datos de la población y vivienda año 2017- Localidad "Sarayuyo" ..... | 59  |
| <b>Tabla N°8.</b>  | Cálculo de la Densidad Poblacional de la localidad "Sarayuyo" .....   | 61  |
| <b>Tabla N°9.</b>  | Proyección de la población del área de influencia del proyecto .....  | 61  |
| <b>Tabla N°10.</b> | Cálculo de consumo no doméstico .....                                 | 64  |
| <b>Tabla N°11.</b> | Determinación del Qmd para diseño.....                                | 67  |
| <b>Tabla N°12.</b> | Resultados del modelamiento hidráulico-Línea de conducción .....      | 74  |
| <b>Tabla N°13.</b> | Volumen del reservorio.....   | 80  |
| <b>Tabla N°14.</b> | Resultados del modelamiento hidráulico- Línea de aducción .....       | 85  |
| <b>Tabla N°15.</b> | Reporte de Tuberías del Modelamiento Hidráulico .....                 | 90  |
| <b>Tabla N°16.</b> | Reporte Hidráulico de los Nodos(juction).....                         | 94  |
| <b>Tabla N°17.</b> | Coordenadas y elevación del pase aéreo .....                          | 98  |
| <b>Tabla N°18.</b> | Parámetros de diseño.....   | 100 |
| <b>Tabla N°19.</b> | Coordenadas de buzones.....   | 102 |
| <b>Tabla N°20.</b> | Reporte de cálculo hidráulico de buzones .....                        | 103 |
| <b>Tabla N°21.</b> | Reporte de cálculo hidráulico de Conductos (Colectores).....          | 104 |
| <b>Tabla N°22.</b> | Buzón de llegada.....   | 105 |
| <b>Tabla N°23.</b> | Reporte de cálculo hidráulico de Conductos (Colectores).....          | 105 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Gráfico N°1.  | Fórmula del método aritmético .....   | 22 |
| Gráfico N°2.  | Fórmula del método geométrico .....   | 23 |
| Gráfico N°3.  | Fórmula del método exponencial.....   | 23 |
| Gráfico N°4.  | Dotación según DIGESA .....   | 24 |
| Gráfico N°5.  | Dotación según OMS .....  | 24 |
| Gráfico N°6.  | Fórmula del consumo promedio diario anual.....  | 25 |
| Gráfico N°7.  | Fórmula del consumo máximo horario.....   | 26 |
| Gráfico N°8.  | Línea de conducción por bombeo sin tratamiento.....   | 27 |
| Gráfico N°9.  | Línea de conducción por bombeo con tratamiento .....  | 28 |
| Gráfico N°10. | Línea de conducción por gravedad sin tratamiento .....  | 29 |
| Gráfico N°11. | Línea de conducción por gravedad con tratamiento .....  | 30 |
| Gráfico N°12. | Selección de clase de tubería de agua potable .....   | 31 |
| Gráfico N°13. | Fórmulas para hallar pérdidas de carga unitaria.....  | 32 |
| Gráfico N°14. | Ecuación de Bernoulli.....  | 33 |
| Gráfico N°15. | Equilibrio de presiones dispersas .....   | 33 |
| Gráfico N°16. | Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen Williams.....   | 35 |
| Gráfico N°17. | Cobertura Urbana y Rural de alcantarillado sanitario .....  | 37 |
| Gráfico N°18. | Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales<br>(2008).                                      | 38 |
| Gráfico N°19. | Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado (2005)....  | 39 |
| Gráfico N°20. | Guías para el diseño de tecnologías de Alcantarillado (2005) ...  | 40 |
| Gráfico N°21. | Operacionalización de las variables dependiente .....   | 46 |
| Gráfico N°22. | Localización del proyecto .....   | 48 |
| Gráfico N°23. | Área de la red de influencia.....   | 55 |
| Gráfico N°24. | Ubicación geográfica de la captación .....  | 57 |
| Gráfico N°25. | Periodo de diseños máximos para estructuras .....   | 58 |
| Gráfico N°26. | Fórmula del interés compuesto .....   | 60 |
| Gráfico N°27. | Dotación de agua para disposición sanitaria de excretas .....   | 62 |
| Gráfico N°28. | Configuración de unidades.....  | 70 |
| Gráfico N°29. | Ingreso de parámetros (Diámetro Inicial, Tipo de Material y<br>Coeficiente de Rugosidad) al WaterCAD..... | 71 |
| Gráfico N°30. | Ingreso de propiedades de material de tubería PVC. ....   | 71 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Gráfico N°31. | Vista en planta general de la línea de conducción .....  | 72  |
| Gráfico N°32. | Vista en planta del inicio de la línea de conducción .....   | 72  |
| Gráfico N°33. | Vista en planta del final de la línea de conducción.....   | 73  |
| Gráfico N°34. | Perfil Longitudinal indicando la L.G.H. en la Línea de<br>Conducción.  | 75  |
| Gráfico N°35. | Vista en planta general de la línea de aducción.....   | 86  |
| Gráfico N°36. | Perfil Longitudinal- Línea de aducción.....  | 86  |
| Gráfico N°37. | Convergencia de modelo hidráulico, sin errores de unión en los<br>elementos.   | 97  |
| Gráfico N°38. | Vista en planta del pase aéreo-Watercad .....  | 99  |
| Gráfico N°39. | Captura satelital del Software Qgis. (2023) .....  | 99  |
| Gráfico N°40. | Interfaz de SewerGEMS.....   | 101 |
| Gráfico N°41. | Análisis de los resultados en buzones incluye la evaluación de la<br>cota de la tapa, la cota de fondo y la profundidad.....                         | 101 |
| Gráfico N°42. | El análisis de los resultados en tuberías involucra la revisión de la<br>velocidad, el caudal, la pendiente, el diámetro y la tensión tractiva ..... | 102 |
| Gráfico N°43. | Perfil longitudinal de inicio a fin de la red de alcantarillado .....  | 106 |



## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema de investigación

Actualmente, el suministro de saneamiento adecuado es un aspecto esencial de la existencia humana que mejora el modo de vida de los hogares y refleja el desarrollo humano y el ahorro. Por ello, se considera como gran aporte fundamental considerar una red de agua y alcantarillado para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las poblaciones. Asimismo, los brotes de enfermedades se pueden evitar mediante políticas adecuadas dentro del saneamiento y abastecimiento de agua.

En este sentido, uno de los principales roles de las autoridades es gestionar y promover desarrollar el servicio de saneamiento en zonas rurales, con foco en zonas vulnerables. Por otro lado, las autoridades municipales priorizaban y daban más énfasis a la red de agua potable dejando de lado la construcción a futuro de las redes de alcantarillado. Sin embargo, hoy en día para aprobación de nuevos proyectos es un requisito indispensable tener también una red de alcantarillado.

(OMS, 2020) “El mundo avanza de manera alarmante en el logro de condiciones sanitarias en el 2030. A pesar de los avances, más de la mitad del mundo utiliza aguas residuales en lugar de tratar los desechos artificiales.

(ENAPRES, 2022) “El número de personas que reciben servicios de agua a través de la red pública aumentó de 89,4 por ciento en 2017 a 91,2 por ciento en 2020, un aumento de 1,8 puntos porcentuales en los últimos cuatro años”.

En la localidad de Sarayuyo, no cuenta con una red de saneamiento, por lo que no tienen las condiciones básicas para poder vivir. A partir, de esta problemática, se ha considerado de suma importancia realizar una red de agua potable y alcantarillado en la localidad de Sarayuyo, región de Piura, debido al crecimiento poblacional de la localidad de Sarayuyo, por tanto, la población se encuentra viviendo en condiciones no óptimas, por el deficiente acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario; siendo propensas a contraer enfermedades estomacales y dérmicas, generando un gasto en salud.

De esta manera, se plantea la siguiente formulación del problema: ¿De qué forma se puede plantear un diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en Sarayuyo aplicando los softwares WaterCAD Y SewerGEMS?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Plantear un diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Sarayuyo aplicando los softwares WaterCAD Y SewerGEMS.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Obtener estudios básicos; estudios topográficos, estudios hídricos, etc.
2. Obtener y recopilar información tomada en campo.
3. Diseño de modelo hidráulico, redes de conducción, conexión y distribución.
4. Lograr un diseño óptimo y duradero para la localidad de Sarayuyo, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura.

## **1.3 Justificación del estudio**

El propósito de este estudio que se justifica en el aspecto técnico, es utilizar el software WaterCAD y SewerGEMS para el modelamiento del sistema básico rural en la localidad de Sarayuyo. Se aplicarán métodos matemáticos a la red de acuerdo a estándares de calidad y necesidades sociales.

En el aspecto social, la finalidad del proyecto es mejorar el servicio básico de salud locales Sarayuyo; esto mejorará las condiciones de vida del sector beneficiario. El proyecto tendrá un impacto positivo directo debido a la crisis actual.

A partir de las técnicas sugeridas para el correcto diseño, demostraremos que la propuesta es aplicable y modificable. Para los estudiantes de ingeniería civil será una ventaja y gran aporte adicional conocer las diferentes formas o estudios realizados para poder ayudar a esta localidad con este tipo de geografía.

Finalmente, en el aspecto ambiental, el proyecto es ecológicamente racional porque se brindará a los habitantes de la localidad de Sarayuyo una opción técnica para el saneamiento básico, en condiciones óptimas y prácticas adecuadas generando un impacto ambiental sostenible al reducir las enfermedades que ocurren ante esta problemática.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 Antecedentes del estudio

Gutiérrez y Vásquez (2017), en su investigación, como objetivo principal en la investigación se propuso un diseño de alternativas de un entorno de vida sostenible para la población de Puerto Roma para lo cual se tuvo que entrevistar a los pobladores, con esto se conocieron las necesidades que pasa la población de la zona en estudio , también se realizó un análisis socioeconómico y ambiental para solucionar el sistema de abastecimiento de saneamiento en específico del agua potable .En esta investigación se cuenta como resultado elegir diferentes alternativas en estas están; elegir la utilización desde un punto común proporcionado por la cuenca del río además una red de repartición abastecida a partir del río Guayas. El principal aporte de esta tesis incluye todo el proceso constructivo tanto de la parte administrativa como la parte ejecutora, asimismo que la metodología del proyecto logre ser aplicable en asentamientos humanos con semejantes condiciones en Ecuador y en el mundo.

Reyes (2017), en su investigación, se propuso dar alcance de una forma más económica a los habitantes del lugar en mención, el cual estos servicios necesitan un mantenimiento que la empresa puede darles mediante un programa municipal. El principal aporte es un análisis a fondo en lo que respecta una dotación tanto económica como material de estos servicios, dando así un balance en presupuesto y calidad de cómo sería financiado un proyecto para proveer de estos recursos.

Velasco (2021), El objetivo general de esta tesis es un Sistema ampliado y mejorado de saneamiento en los centros densamente poblados en estudio, debido a las fallas en su composición, porque el sistema de agua terminó su vida útil y no ha sido reparado. El modelo de investigación es cualitativa y aplicada, porque describe y analiza realidades problemáticas y ofrece soluciones. Las herramientas utilizadas fueron la observación directa, entrevistas, encuestas y revisiones bibliográficas y bibliográficas.

Dete y Pérez (2017), en su investigación, determinó el estado de la red de saneamiento básico; se evaluó y propuso medidas respectivas de saneamiento para la adecuada disposición de excrementos y aguas servidas domésticas. Mediante datos estadísticos, se encontró que las condiciones de saneamiento

muestran que un 92.5% de las viviendas cuentan con sanitarios, de los cuales el 66.2% se encuentran en mal estado, el 33.8% son de tipo artesanal, El 83% de los pozos estaban en malas condiciones, el 95% tenían tuberías de ventilación deficientes, el 90% tenía maleza alrededor, el 83% del pozo no brindaba seguridad y privacidad. En cuanto al conocimiento de la población, es posible mejorar significativamente las habilidades cognitivas.

Lizana (2018), en su investigación el objetivo principal es crear una planta de tratamiento de aguas residuales apta, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de dicha población. Las aguas residuales superan la capacidad de esta balsa y fluyen río abajo y llegan al riego Real Palambra cauce afectando la calidad del agua. Los residentes usan el canal para regar café, plátanos u otras frutas. Según la alternativa de solución por parte de los especialistas, es caracterizar las aguas residuales y determinar el nivel de tratamiento requerido en función de varias opciones de destrucción final y/o procesamiento. Analizar el grado de tratamiento y los posibles métodos de reserva para las áreas disponibles.

Colan (2019), en su investigación, el objetivo en este proyecto de tesis considera dos alternativas a los siguientes problemas: La falta de alcantarillado se encuentra en 5 cuadras, con diseño de sistema tradicional y tuberías comunes de redes de alcantarillado, propiedades hidráulicas evaluadas Lo más importante, al hacer comparaciones técnicas y económicas, la solución más eficaz. El estudio involucró la expansión de la red existente, dice documento técnico de 2010 compuesto por tubo de PVC; y buzón hormigón prefabricado para entregar los 5 bloques restantes, incluyen 99 parcelas residenciales. Piura no es inmune a estos problemas, porque es importante el alcantarillado sanitario, buscar alternativas económicas como sistemas de drenaje, aplicados con las nuevas tecnologías existentes.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Conceptos Básicos**

#### **2.2.1.1 Sistema de Agua Potable.**

Según Consorcio de Saneamiento Colquepata (2018), debido a los efectos de la gravedad, o el peso del agua, el sistema utiliza desvío de componentes del

sistema hídrico del área de captación natural en la parte superior de la ciudad a los hogares para su consumo.

#### **2.2.1.2 Sistema de alcantarillado.**

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021), “Es un sistema de recogida especialmente diseñado para aguas residuales domésticas”.

### **2.2.2 Parámetros de diseño**

#### **2.2.2.1 Período de diseño.**

Es el rango de tiempo en el cual el diseño del sistema es eficiente y cubre la demanda proyectada por la capacidad del gasto estimado, por lo tanto, se minimizan los costos de inversión y mantenimiento a futuro. Se consideran los siguientes factores para la determinación del periodo de diseño:

- Tiempo estimado de durabilidad de las estructuras proyectadas en el diseño.
- Factibilidad a futuro de ampliación, rehabilitación y mantenimiento.
- Periodo de tasa de crecimiento poblacional.
- Fuentes de financiamiento y costos de inversión.

Los periodos de diseño recomendados para determinar las componentes del diseño proyectado en las zonas rurales son los siguientes:

- Obras de captación: 20 años
- Reservorios: 20 años
- Red principal: 20 años
- Red secundaria: 10 años

#### **2.2.2.2 Población futura.**

Para el diseño de redes de agua potable, es de vital importancia tener una tasa de crecimiento poblacional proyectado por año. Asimismo, el diseño proyectado no solo es para cubrir las necesidades actuales, sino también para compensar las necesidades en un futuro con un rango de tiempo entre 10 y 40 años. La población futura depende de diversos factores: Nacimiento, difusiones, migraciones, entre otros factores.

Para determinar la población futura existen diversos métodos matemáticos en el cuál cuentan con una base de datos de la población existente y anteriores obtenido esta información a través de censos poblaciones.

#### **a) Método aritmético**

Este método hace referencia a un crecimiento poblacional lineal, es decir, que el crecimiento de la población es constante a lo largo del tiempo, sin mayores variaciones en un área determinada.

Gráfico N°1.

*Fórmula del método aritmético*

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
|        | $Pf = Pa (1+r.t)$                   |
| Donde: | $Pf$ = Población futura             |
|        | $Pa$ = Población actual.            |
|        | $t$ = Tiempo del periodo de diseño. |
|        | $r$ = Razón de crecimiento anual.   |

**Fuente:** Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997)

#### **b) Método geométrico**

Este método consiste en que la población aumenta de manera proporcional a la misma tasa de crecimiento poblacional al último periodo censal, por lo que significa que las personas aumentan en forma creciente.

## Gráfico N°2.

*Fórmula del método geométrico.*

|                |   |
|----------------|---|
| La fórmula es: | $Pf = Pa(1+r)^t$  |
| Donde:         | $Pf =$ Población futura<br>$Pa =$ Población actual.<br>$t =$ Tiempo del periodo de diseño.<br>$r =$ Razón de crecimiento anual. |

**Fuente:** Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997)

### c) Método exponencial

Este método se puede aplicar si el crecimiento poblacional es de tipo exponencial, asimismo para su aplicación se requiere por lo menos de datos estadísticos de los últimos 3 censos.

## Gráfico N°3.

*Fórmula del método exponencial.*

|                |  |
|----------------|--|
| La fórmula es: | $Pf = Pa \cdot e^{k \cdot t}$  |
| Donde:         | $Pf =$ Población futura<br>$Pa =$ Población actual.<br>$t =$ Tiempo del periodo de diseño.<br>$k =$ Constante. |

**Fuente:** Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997)

### 2.2.2.2.1 Dotación de agua.

Es la cantidad o volumen estimado de recurso hídrico que será utilizada por la población.

Aguirre Morales, F. (2015). Es la dotación total de recurso hídrico que consume un habitante en promedio por día para satisfacer sus necesidades básicas.

Según Dirección General de Salud Ambiental, para el medio rural recomienda:

Gráfico N°4.

*Dotación según DIGESA*

| Regiones Geográficas | Dotación de agua |
|----------------------|------------------|
| Costa                | 60 lt/hab/día    |
| Sierra               | 50 lt/hab/día    |
| Selva                | 70 lt/hab/día    |

**Fuente:** Dirección General de Salud Ambiental

Según la Organización Mundial de Salud, recomienda los siguientes parámetros:

Gráfico N°5.

*Dotación según OMS.*

| Población       | lima           |                |
|-----------------|----------------|----------------|
|                 | Frío           | Cálido         |
| Rural           | 100 lt/hab/día | 100 lt/hab/día |
| 2,000 - 10,000  | 120 lt/hab/día | 150 lt/hab/día |
| 10,000 - 50,000 | 150 lt/hab/día | 200 lt/hab/día |
| 50,000          | 200 lt/hab/día | 250 lt/hab/día |

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud.

- **Consumo de promedio diario anual**

Corresponde al promedio de los consumos diarios expresados en un año, expresada en litros por segundo (l/s). Aguirre Morales, F. (2015).

La fórmula es:



Gráfico N°6.

*Fórmula del consumo promedio diario anual.*

$$Q_{pd} = P_f * \left(\frac{Dot}{86400}\right)$$

Donde:

$Q_{pd}$  = Consumo Promedio Anual (lt/seg)  
 $P_f$  = Población futura  
 $Dot$  = Dotación (lt/hab/día)

**Fuente:** Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997)

- **Consumo máximo diario**

Es la cantidad de registros identificados en los 365 días del año. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, el máximo anual de la demanda diaria K1 es igual a 1.3.

- **Consumo máximo horario**

Corresponde al promedio de los consumos por las 24 horas expresados en el día. Se considera como el 200% del Qp (Promedio diario) con respecto al consumo máximo horario (Qmh).

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, el máximo anual de la demanda horaria comprende entre los valores 1.8 – 2.5.

Gráfico N°7.

*Fórmula del consumo máximo horario*

|                |  |
|----------------|--|
| La fórmula es: | $Q_{mh} = k_2 * Q_{pd}$  |
| Donde:         | $Q_{mh}$ = Consumo Máximo Horario<br>$Q_{pd}$ = Consumo Promedio Anual<br>$K_2$ = Coeficiente según RNE 1.8 – 2.5 para localidades Urbanas y 1.5 en localidades Rurales. |

**Fuente:** Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997)

### **2.2.2.3 Fuentes de abastecimiento.**

Según Agüero, R (1997), “Para tener en consideración los dos tipos de sistemas ya sea por bombeo o por gravedad y poder clasificarlos, dependerá de su ubicación, naturaleza y topografía del terreno”

#### **2.2.2.3.1 Tipos de fuentes de agua.**

- **Agua de lluvia**

(BALLÉN, 2006),” El agua es un recurso natural importante del que dependen todos los seres vivos, y es un factor esencial para el desarrollo humano en la familia, la agricultura, la industria, el transporte, etc.

- **Aguas Superficiales**

(CUSHMAN y ROISIN, 2014), “A nivel mundial, menos del 1% del total de agua disponible para el consumo humano es agua dulce, y se concentra en el grupo de aguas superficiales (lagos, lagunas, ríos, arroyos, etc.) y aguas subterráneas poco profundas. Es agua que los humanos han utilizado en sus actividades diarias y de alguna manera ayuda a mantener el equilibrio entre todos los seres vivos y el medio ambiente en el que interactúan (FCEA 2017). Esto hace que tanto los ríos como los arroyos sean importantes porque son fáciles de usar. Ambos son corrientes superficiales de agua dulce que

fluyen en arroyos, acequias o cauces naturales irregulares abiertos, es decir sin intervención humana, sino que es producto de procesos geológicos naturales, cuyo fondo es erosionado, transportado y depositado por la corriente, que a su vez perturba el propio cauce.”

- **Agua Subterráneas**

(LEDESMA, 2012).” Las aguas subterráneas se forman por debajo de la superficie del suelo, produciéndose infiltración en el terreno dando origen a las aguas subterráneas

- **Manantial**

Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea.

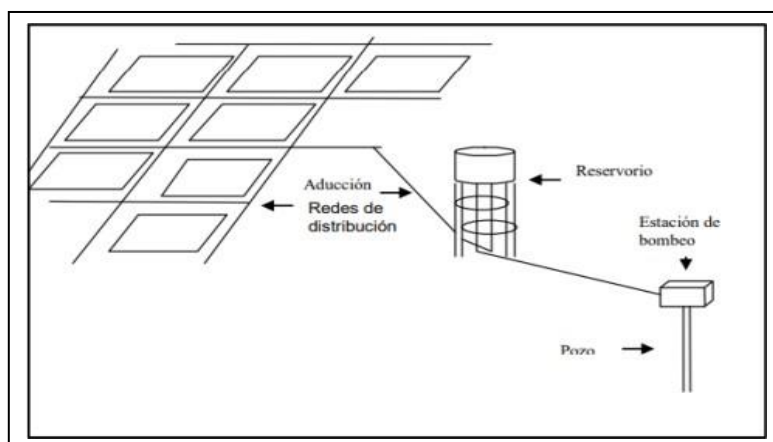
### **2.2.2.3.2 Línea de conducción.**

- **Línea de conducción por bombeo sin tratamiento:**

Estos son sistemas que tienen fuentes de agua subterránea o subálvea que emergen o se encuentran por debajo del nivel mínimo de suministro de la localidad a ser abastecida, lo que requiere algún tipo de equipo electromecánico para bombear el agua hasta el nivel en el que pueda ser utilizada por la comunidad.

Gráfico N°8.

*Línea de conducción por bombeo sin tratamiento.*



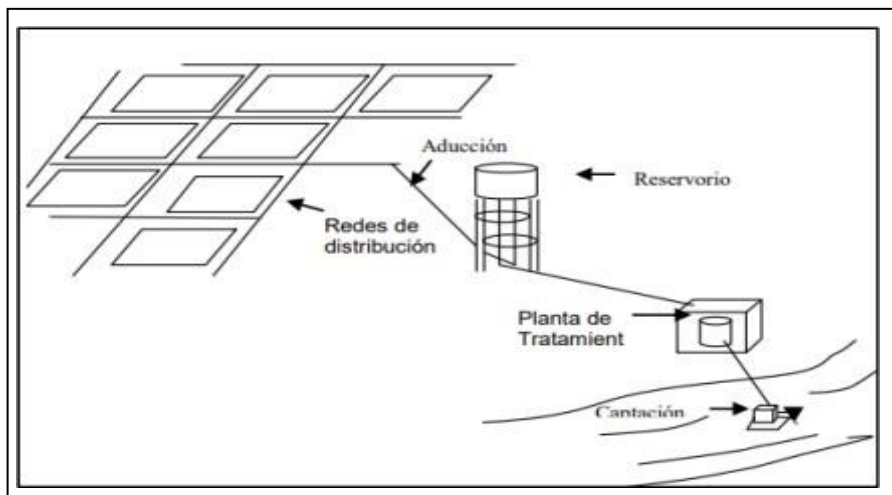
**Fuente:** Guía para el desarrollo y Construcción de Reservorios Apoyados. (2004)

- **Línea de conducción por bombeo con tratamiento:**

Estos son sistemas que utilizan fuentes de agua superficiales situadas por debajo del nivel de las áreas a las que se presta servicio. Para suministrar agua a la comunidad, se necesitan estaciones de bombeo para impulsar el agua a niveles más altos y plantas de tratamiento para acondicionar las aguas crudas para su consumo humano.

Gráfico N°9.

*Línea de conducción por bombeo con tratamiento.*



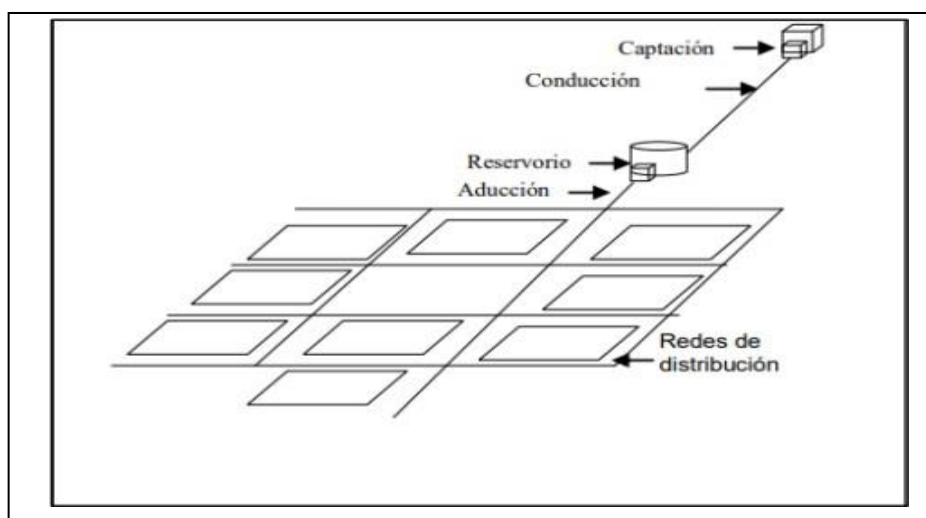
**Fuente:** Agüero Pittman, Guía para el desarrollo y Construcción de Reservorios Apoyados. (2004)

- **Línea de conducción por gravedad sin tratamiento:**

Estos son sistemas que se nutren de aguas subterráneas. Los primeros emergen en la superficie del suelo a través de manantiales, mientras que los segundos se obtienen mediante galerías filtrantes. La característica distintiva de este tipo de sistema de suministro es su método de captación, que puede ser de ladera o de fondo en el caso de los manantiales, y por medio de drenes subsuperficiales para las galerías filtrantes.

Gráfico N°10.

*Línea de conducción por gravedad sin tratamiento.*



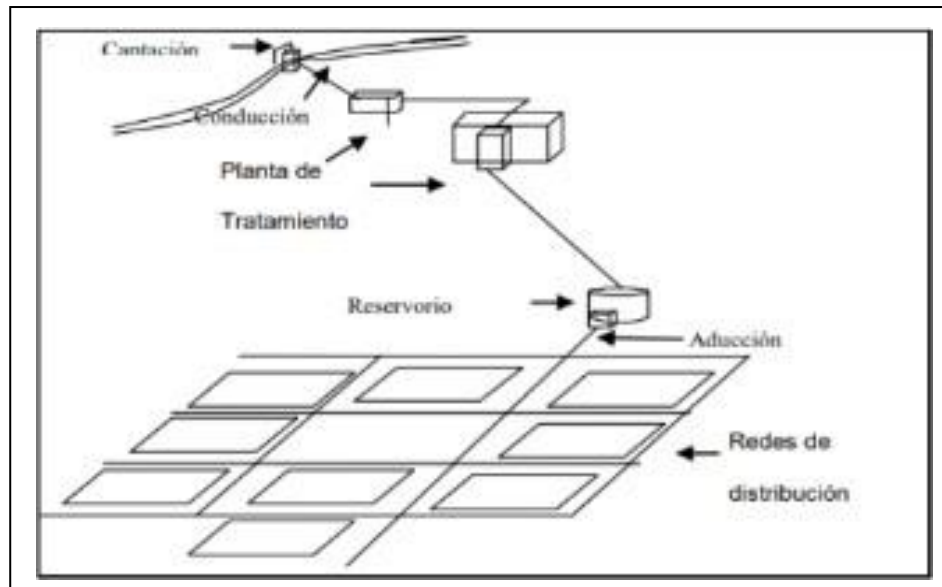
**Fuente:** Agüero Pittman, Guía para el desarrollo y Construcción de Reservorios Apoyados. (2004)

- **Línea de conducción por gravedad con tratamiento:**

Los orígenes de estos sistemas son aguas de la superficie que fluyen por vías acuáticas como canales, acequias, ríos, entre otros; por lo que necesitan ser procesadas. Estos sistemas incluyen instalaciones de tratamiento, diseñadas según la calidad física, química y bacteriológica del agua sin tratar y el flujo necesario.

Gráfico N°11.

*Línea de conducción por gravedad con tratamiento.*



**Fuente:** Agüero Pittman, Guía para el desarrollo y Construcción de Reservorios Apoyados. (2004)

#### **2.2.2.3.3 Reservorio de almacenamiento.**

(AGUERO 2004; USAID 2016),” Un tanque es una estructura que tiene dos funciones: almacenar una cantidad suficiente de agua para satisfacer las necesidades de la población y regular la presión en el sistema de distribución para asegurar un servicio eficiente.”

#### **2.2.2.3.4 Línea de aducción.**

(IBAL,2018) “Una línea de conexión en un sistema de suministro de agua se define como un canal que conduce el agua desde la entrada hasta la salida del desarenador.”

- **Consideraciones básicas de diseño**

- a) **Caudal de diseño**

(Paternina Mora, 2017),” El caudal de diseño programado para una línea de aducción es la suma de los caudales máximos horarios, flujo de infiltración y conexiones.”

- b) **Carga estática y dinámica**

(FERROVIAL, 2023), “Es la parte de la mecánica que estudia el equilibrio de cuerpos rígidos. Esta disciplina es fundamental en el análisis de estructuras de ingeniería en la construcción.

(FERROVIAL, 2023), “Las cargas estáticas son cargas que se pueden suponer constantes a lo largo de la vida de la estructura, mientras que las cargas dinámicas aparecen repentinamente y cambian sus propiedades cada vez, incluso durante el mismo evento.”

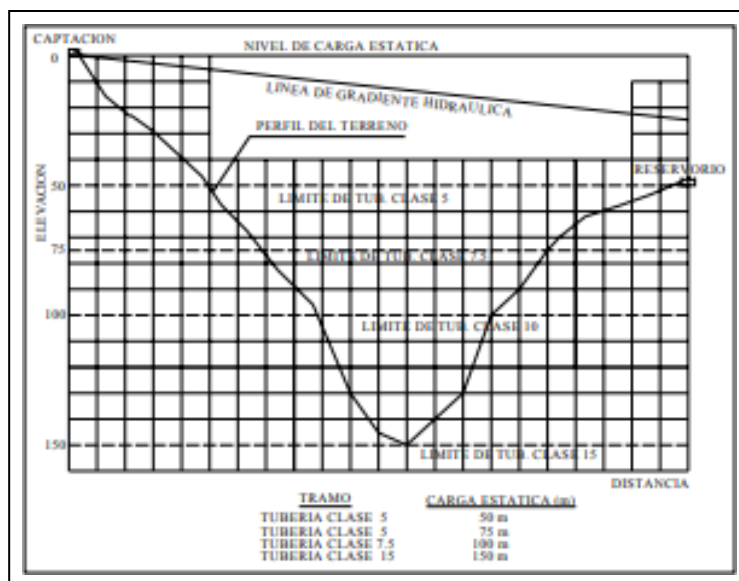
### c) Diámetros y clase de tuberías

(UNATSABAR, 2004). “El diámetro de la tubería está diseñado para velocidades de al menos 0,6 m/s y hasta 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea para el sistema de agua es de 3/4 de pulgada.”

Para la selección de la clase de tubería se debe considerar los criterios que se indican en la figura.

Gráfico N°12.

*Selección de clase de tubería de agua potable.*



**Fuente:** Guía de diseño para las líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimientos de agua rural. (2004)

### d) Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

✓ La Línea gradiente hidráulica (L. G. H.)

(UNATSABAR, 2004). “La línea de gradiente hidráulica siempre estará por encima del terreno. En los puntos críticos se puede cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.”

✓ Pérdida de carga unitaria (Hf)

(UNATSABAR, 2004).” Para propósitos de diseño, se consideran las siguientes: Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores de 2 pulgadas, o las siguientes ecuaciones para diámetros menores de 2 pulgadas.

**Gráfico N°13.**

*Fórmulas para hallar pérdidas de carga unitaria.*

$$Q = \alpha_1 \times C \times D^{2.63} \times hf^{0.54} \quad (\alpha_1: \text{Constante}) \text{ Hazen y Williams}$$
$$Q = \alpha_2 \times D^{2.71} \times hf^{0.57} \quad (\alpha_2: \text{Constante}) \text{ Fair Whipple}$$
$$hf = Hf / L \quad (Hf: \text{pérdida de carga por tramo, L: Longitud del tramo})$$

**Fuente:** Guía de diseño para las líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimientos de agua rural (2004)

**e) Presión**

(UNATSABAR, 2004). “La presión en la tubería representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Está determinada por la ecuación de Bernoulli.”



Gráfico N°14.

*Ecuación de Bernoulli.*

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g + H_f$$

**Donde:**

Z = Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria.

$P/\gamma$  = Altura de carga de presión.

P= Presión.

$\gamma$ = El peso específico del fluido (m)

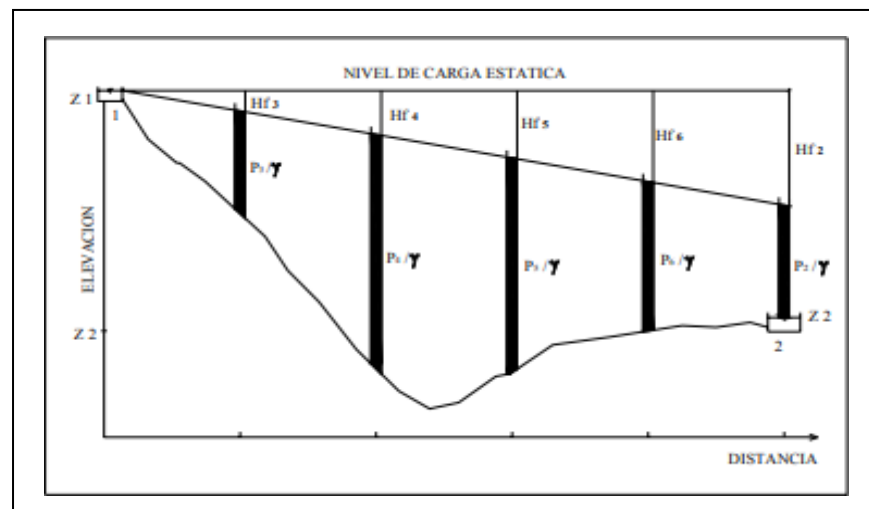
V = Velocidad media del punto considerado (m/s).

$H_f$  = Es la pérdida de carga que se produce de 1 a 2.

**Fuente:** UNATSABAR. (2005)

Gráfico N°15.

*Equilibrio de presiones dispersas*



**Fuente:** Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural. (2004)

### **2.2.2.3.5 Redes de distribución.**

**OBJETIVO:** Redes de distribución de agua para consumo humano: (OS,2005). “Establecer las condiciones necesarias para la elaboración de proyectos hidráulicos de redes de agua destinados al consumo humano.”

**ALCANCES:** “Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades con más de 2000 habitantes. Los sistemas condominales se pueden utilizar en cualquier localidad urbana o rural siempre que se demuestre su conveniencia.” (OS,2005)

- **Tipos de redes de distribución**

Entre los tipos de redes de distribución tenemos:

- a) **Red Ramificada**

“Una red de sucursales es una red que conecta varios puntos de consumo con una sola línea” (OS,2005).

- b) **Red Mallada**

“Una red de malla es una red que forma una cuadrícula y asegura que cada punto de consumo tenga múltiples rutas de flujo.” (OS,2005)

- **Consideraciones básicas de diseño**

- a) **Caudal de diseño y presiones de servicios**

“La red de distribución es el trabajo máximo por hora con el trabajo máximo total por día”. (OS,2005)

- b) **Velocidades de diseño**

“La velocidad máxima es de 3 m/s. Se aceptan velocidades de hasta 5 m/s cuando se justifique”. (OS,2005)

- c) **Diámetro de tubería**

El diámetro mínimo es de 75 mm para uso residencial y de 150 mm para uso residencial.

En casos excepcionales justificados, se podrán aceptar tramos de tubería de 50 mm de diámetro en estado no energizado, con una longitud máxima de 100 mm para alimentación por un solo lado y de 200 m para alimentación por ambos lados.

“Debido a su gran diámetro, estas secciones se encuentran dentro de los límites inferiores. El diámetro mínimo de Pressure Zone Pool Care es de 25 mm” (OS,2005)

#### d) Diseño hidráulico

“Las redes de distribución se proyectan siempre en circuitos cerrados. Formar una red.

Las dimensiones se calculan para garantizar el flujo y la presión adecuados en todos los puntos red de comunicación. Análisis hidráulico de sistemas de distribución de energía Método Hardy Cross u otro método equivalente.” (OS,2005)

“Las fórmulas racionales se utilizan para los cálculos hidráulicos de tuberías. Aplicando la fórmula de Hazen y Williams. En el caso de para tuberías expuestas el valor debe estar técnicamente justificado” (OS,2005)

Gráfico N°16.

*Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen Williams.*

| TIPO DE TUBERÍA                         | “C” |
|---|-----|
| Acero sin costura                       | 120 |
| Acero soldado en espiral                | 100 |
| Cobre sin costura                       | 150 |
| Concreto                                | 110 |
| Fibra de vidrio                         | 150 |
| Hierro fundido                          | 100 |
| Hierro fundido dúctil con revestimiento | 140 |
| Hierro galvanizado                      | 100 |
| Polietileno                             | 140 |
| Poli(cloruro de vinilo)(PVC)            | 150 |

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones 2006, Habilitaciones Urbanas; Obras de Saneamiento, OS.010)

#### 2.2.2.3.6 Alcantarillado sanitario.

- **Concepto**

UNATSABAR (2005), según su manual "Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado". Define sistema de alcantarillado como canales cerrados, destinados a recoger y transportar aguas residuales por gravedad, que fluyen por debajo de condiciones normales.

- **Tipo de aguas residuales**

- a. Aguas residuales domésticas**

Las aguas residuales domésticas son aquellas que se utilizan en casas y departamentos, en su mayoría procedentes de la cocina, el baño y la lavandería. Algunos ejemplos incluyen el agua de los caños, el agua de las duchas, etc. Bosttech (2020).

- b. Aguas residuales industriales**

Las aguas industriales son todas aquellas aguas que se generan como consecuencia de la actividad industrial. Éstas, una vez utilizadas, deben ser tratadas antes de ser devueltas al medio natural, a la red de saneamiento o ser tratadas para su reutilización. TELWESA (2020).

- c. Aguas de Lluvias**

Se originan de las precipitaciones y, por su efecto lavado de techos, calles y pisos, pueden contener grandes cantidades de sólidos en suspensión; en zonas con altos niveles de contaminación atmosférica.

- **Tipo de alcantarillado**

- a. Alcantarillado Pluvial**

La función principal del sistema de alcantarillado pluvial es administrar, controlar y dirigir adecuadamente la escorrentía de aguas pluviales por separado de las aguas residuales. SIAPA (2014).

- b. Alcantarillado Sanitario**

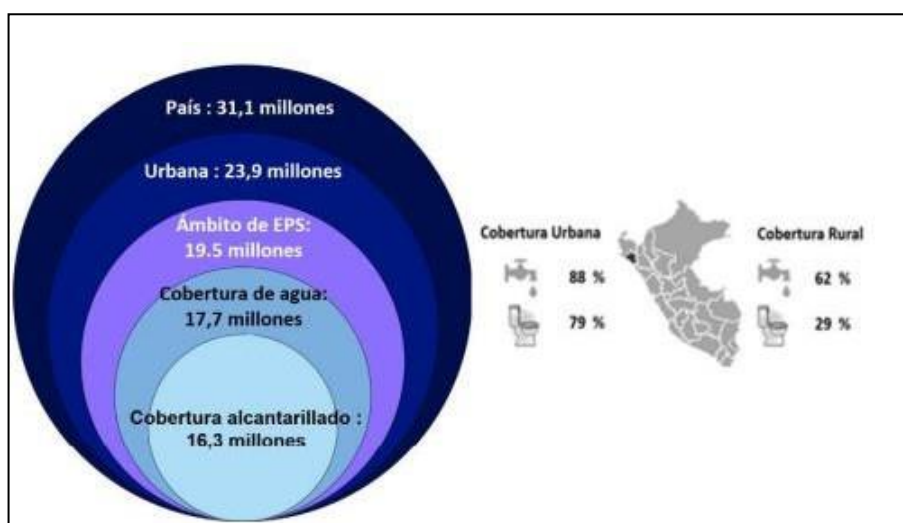
Esta es generalmente la red de tuberías, a través de la cual las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) deben transportarse de manera rápida y segura a una planta de tratamiento y, en última instancia, a un vertedero donde no causará daños ni molestias. SIAPA (2014)

### c. Alcantarillado Combinado

Es el sistema que capta y canaliza simultáneamente el 100% del agua de los sistemas anteriores, pero por su disposición complica el tratamiento posterior y provoca graves problemas de contaminación cuando se vierte cauces naturales y allí también se vierte por normativa medioambiental infiltración es imposible. SIAPA (2014).

Gráfico N°17.

*Cobertura Urbana y Rural de alcantarillado sanitario*



Fuente: SIAPA. (2014)

- **Opciones de saneamiento (Alcantarillado):**

Las opciones tecnológicas en saneamiento se dividen en dos grupos y coinciden con el nivel de servicio.

- Con recolección por red de tuberías
- Sin red de recolección

Gráfico N°18.

*Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales (2008).*

| OPCIÓN TECNOLÓGICA         |                                    | NIVEL DE SERVICIO |   |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------|---|
| CON SISTEMA DE RECOLECCIÓN | Alcantarillado convencional        | Multifamiliar     | Disposición de excretas y de aguas residuales |
|                            | Alcantarillado condominial         |                   |   |
|                            | Alcantarillado de pequeño diámetro |                   |   |
| SIN SISTEMA DE RECOLECCIÓN | Unidad sanitaria y pozo séptico    | Unifamiliar       | Disposición de excretas                       |
|                            | Baños ecológicos con biodigestor   |                   |   |
|                            | Letrina de hoyo seco ventilado     | Unifamiliar       |   |
|                            | Letrina de pozo anegado            |                   |   |
|                            | Letrina de cierre hidráulico       |                   |   |
| Letrina compostera         |                                    |                   |   |

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

Las soluciones sin red de recogida se limitan mayoritariamente a solucionar el problema de la eliminación de heces, mientras que la recogida con red de tuberías también permite solucionar el problema de las aguas residuales que surge de todas las actividades domésticas. Tamaño de la comunidad.

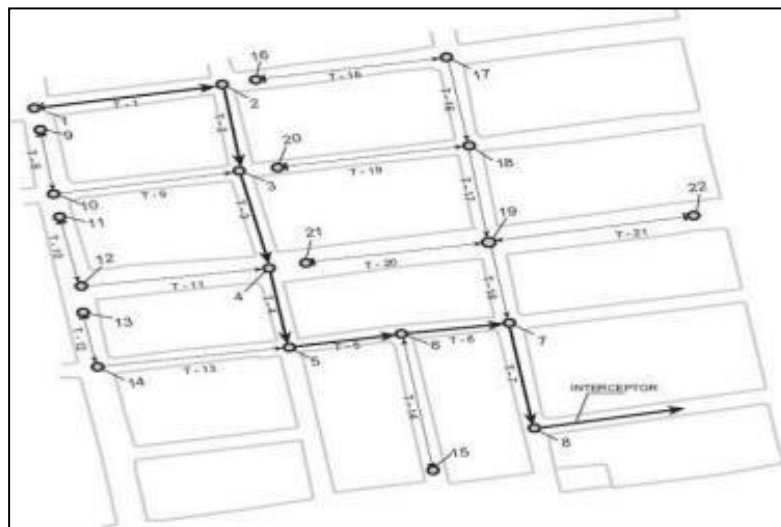
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidades de operación y mantenimiento de los beneficiarios.

**a) Alcantarillado convencional:**

Los sistemas de alcantarillado convencionales son el más populares para recolectar y transportar aguas residuales. Consiste en reunir redes que se construyen, por regla general, en la parte central de calles y avenidas y se instalan en pendiente, lo que permite instalar un flujo gravitatorio desde casas hasta plantas de tratamiento de aguas residuales.

Gráfico N°19.

*Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado (2005)*



**Fuente:** Elaboración propia (2023)

#### **b) Alcantarillado simplificado (RAS)**

Consta de un conjunto útil de tuberías y accesorios recogida y transporte de residuos en condiciones técnicas y saneamiento adecuado, y a un costo asequible para la población de bajos ingresos, que suelen ser los beneficiarios del sistema. UNATSABAR (2005)

#### **c) Alcantarillado con diámetro pequeño**

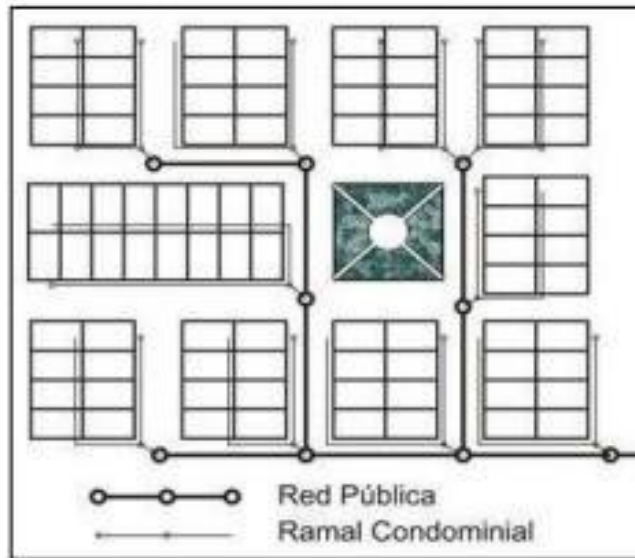
Son La porción fue diseñada para ser entregada únicamente a los Coleccionistas. Para la eliminación de aguas residuales domésticas. UNATSABAR (2005)

#### **d) Alcantarillado condominal.**

La red de alcantarillado está dividida en dos por el sistema de condominio. Las redes públicas forman parte del ramo condominal. La rama Un bloque o un grupo de condominios son atendidos por el condominio. La red suele ser de un diámetro menor.

Gráfico N°20.

*Guías para el diseño de tecnologías de Alcantarillado (2005)*



**Fuente:** Elaboración propia (2023)

- **Sistemas sin red de tuberías de recolección**

- a) Unidades sanitarias y pozos sépticos:**

Un método muy extendido para manejar las aguas sucias, tanto en áreas rurales como urbanas (cada vez menos), es el tanque séptico o pozo séptico, ocasionalmente conectado a un sistema de filtración adicional. Pueden ser diseñados para recibir los desechos de una o más casas. Teresa C. Lampoglia, Roger Agüero P. y Carlos Barrios N., (2008), p.45).

- b) Baños ecológicos con biodigestor:**

Este sistema contempla la edificación de un módulo higiénico, con un digestor biológico y una trinchera de infiltración para el procesamiento de las aguas servidas generadas. Teresa C. Lampoglia, Roger Agüero P. y Carlos Barrios N., (2008), p.46).

- c) Letrinas de hoyo seco ventilado:**

Consiste en una cavidad excavada para la acumulación de los excrementos, cubierta con una placa higiénica. Todo el conjunto está resguardado por una pequeña estructura. La finalidad de la placa es separar el agujero y también sostener la estructura, el conducto de aire y la persona que lo utiliza. (Teresa C. Lampoglia, Roger Agüero P. y Carlos Barrios N., (2008), p.47).



#### **d) Letrinas de pozo:**

En estas unidades, los desechos son transportados por un conducto de eliminación directamente a un depósito lleno de agua, donde se lleva a cabo la digestión acuosa. (Teresa C. Lampoglia, Roger Agüero P. y Carlos Barrios N., (2008), p.48).

- **Partes de un sistema de alcantarillado:**

##### **a) Red de alcantarillado:**

López C. (1995), "Está compuesto principalmente por un sistema de tuberías subterráneas; comúnmente conductos, situados a lo largo de las vías y en el centro de las mismas o en ambas aceras; dependiendo de la circunstancia o lo que sea necesario, que recogen las aguas servidas."

##### **b) Planta de tratamiento:**

En estos entornos se procesan las aguas residuales mediante una combinación de operaciones físicas y procesos biológicos y químicos que eliminan el material suspendido, coloidal o disuelto presente en dichas aguas.

##### **e) Cuerpo receptor:**

Es la sección del sistema que recibe las descargas residuales, normalmente es una instalación de tratamiento de aguas residuales en primer lugar y luego puede ser transportada a un reservorio natural como el océano, río, lago o un terreno. En este último escenario con fines agrícolas y eventualmente de recarga.

- **Buzones**

Las cámaras de revisión son construcciones cilíndricas cuya conexión con la superficie se realiza de forma tronco-cónica, y permiten la limpieza y cuidado de las redes y previenen su obstrucción debido a la acumulación excesiva de sedimentos. (Ricardo A. López C., 1995, p.271).

#### **2.2.2.3.7 Consideraciones básicas de diseño.**

- **Caudal de diseño**

El débito de diseño es el volumen de agua que llegará a las obras de drenaje. El propósito del cálculo de la inundación de diseño es asignar una probabilidad de

aparición a las diferentes magnitudes de la inundación. Su determinación debe ser exacta para poder establecer económicamente el tamaño de la estructura necesaria y prevenir daños a la carretera. CALYTEC (2023).

#### **a) Caudal de aguas residuales domesticas**

Los caudales de aguas residuales domésticas se calcularán a partir de las dotaciones de agua potable actuales y futuras para el año horizonte.

#### **b) Caudal de infiltración**

“Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que puede penetrar en las alcantarillas”. (OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, p.04).

#### **c) Caudal por conexiones erradas**

“Se le llama al caudal proveniente de las conexiones que han sido mal ejecutadas o erradas, puede estar entre el rango del 5%-10% del caudal máximo horario de aguas residuales.” (OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR, p.22).

#### **d) Caudal medio diario de aguas residuales**

Se obtiene sumando el caudal máximo horario, el caudal de infiltraciones y el caudal de conexiones erradas.

#### **e) Caudal medio horario de aguas residuales**

Es el caudal medio en 24 horas obtenido a partir de los datos de todo el año.

- **Velocidad**

La velocidad mínima es de 0.45 m/s y el colector de salida debe tener un diámetro igual o superior al del colector de entrada, con un calado máximo del 75%.

- **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo es de 200 mm y la distancia máxima entre pozos es de 100 m para diámetros menores a 350 mm, y de 400 a 800 mm para distancias de hasta 150 m entre pozos.

- **Diámetro de diseño**

Para la selección del diámetro se acostumbra utilizarla ecuación de Manning. El diámetro se selecciona tomando como máximo la relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno ( $Q/Q_c$ ). (Ricardo A. López C., 1995, p.298).

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Conceptos generales**

#### **a) Línea de Conducción:**

(SIAPA, 2018), “Es parte de un sistema que transporta agua desde un área de captación por bombeo y/o rebombeo, o por gravedad, hasta un embalse de regulación”.

#### **b) Fuente de abastecimiento:**

Componen un factor primordial en recursos hídricos que pueden estar en la superficie y otros se encuentran de manera subterránea.

#### **c) Captación:**

Consiste en la recolección y almacenamiento de varias fuentes para su uso benéfico.

#### **d) Modelamiento de sistemas hidráulicos:**

Es una herramienta que te permite diseñar sistemas y tomar decisiones. En la actualidad sirve mucho para las prácticas de Ingeniería y poder tomar las medidas correctas ante cualquier eventualidad.

#### **e) Aguas residuales:**

Líquido resultante del proceso de tratamiento.

#### **f) Fuente de agua:**

Un lugar de toma natural sobre el suelo (zanja o río), subterráneo (manantial o pozo) o río (lluvia).

#### **g) Software SewerGEMS:**

Software con la denominación CAD que significa: Computer Aided Desing. Es un software de modelamiento para redes de alcantarillado, este software pertenece a la compañía Autodesk.

#### **h) Software WaterCAD:**

Permite a los ingenieros civiles dar vida a la infraestructura del mañana. Utilice un entorno basado en modelos para tomar decisiones de diseño más eficientes para el proyecto.

### **i) Agua Potable:**

Sustancia que requiere procesos químicos y está suficientemente procesada para la adquisición humana.

## **2.4 Hipótesis**

La realización de la red de saneamiento mejorará el bienestar de los pobladores de la localidad de Sarayuyo, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura.

### **2.4.1 Variables e indicadores**

#### **2.4.1.1 Variable Independiente:**

- Criterios de diseño

#### **2.4.1.2 Variable dependiente:**

- Red de Agua de potable
- Red de Alcantarillado

### 2.4.1.3 Operacionalización de variables

**Tabla N°1.**

*Operacionalización de las variables independiente.*

| VARIABLES  | DEFINICION  | INDICADORES                | UNIDADES        | METODOS                 |
|--|---|----------------------------|-----------------|-------------------------|
| <i>Variable independiente:<br/>Criterios de diseño</i> | Criterios para determinar un correcto sistema basándonos en la normativa vigente. | Densidad y Población       | Hab             | INEI- Censos Nacionales |
|  |   | Estudio de Recurso Hídrico | Lt/seg          | Holómetro               |
|  |   | Estudio de topografía      | Coordenadas UTM | Estación Total-GPS      |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

Gráfico N°21.

*Operacionalización de las variables dependiente.*

| VARIABLES                                      | CONCEPTOS   | INDICADORES                                      | UNIDADES                                | METODO                                |
|--|---|--|---|---------------------------------------|
| Variable dependiente:<br>Red de Agua Potable   | Sistema que conduce agua para consumo humano por efectos de la gravedad o peso propio del agua, desde una captación natural ubicado en la parte alta de la localidad hacia las viviendas. | Dotación<br>Caudales<br>Velocidades<br>Presiones | Lts/día/Hab<br>Lts/seg<br>m/s<br>m.c. a | Reglamento Nacional de Edificaciones. |
| Variable dependiente:<br>Red de Alcantarillado | Son estructuras hidráulicas que funcionan por gravedad es decir se mueven desde el punto más alto de la red hasta el punto más bajo de la misma.  | Diámetros<br>Tipos                               | Pulg<br>Und                             | Reglamento Nacional de Edificaciones. |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

Esta investigación se considera: Tipo Cuantitativo y de nivel descriptivo

#### **3.2 Población**

La población corresponde a todos los residentes que abarcan todo el sistema de saneamiento en la localidad de Sarayuyo.

#### **3.3 Muestra**

La muestra abarca todo el sistema de saneamiento, lugar en el cual se analiza el estudio; localidad de Sarayuyo, Piura.

#### **3.4 Diseño de investigación**

La hipótesis propuesta es utilizar los softwares WaterCAD y SewerGEMS, y con estos desarrollar un sistema de saneamiento en la localidad de Sarayuyo, llegando a la conclusión de que nuestra hipótesis está muy cercana a la realidad dado que todos estos caculos encajan a un sistema uniforme.

#### **3.5 Técnicas e instrumentos de investigación**

En una visita a campo utilizamos la vista como instrumento de inspección para poder identificar las zonas en las cuales se ubicarán los sistemas de saneamiento básico rural, procedemos a seleccionar éstas zonas mediante los planos de ubicación ya planteados y con los cálculos de presión obtenidos mediante los métodos matemáticos, dado este análisis ubicaremos correctamente nuestras redes de agua potable y alcantarillado.

#### **3.6 Procesamiento y análisis de datos**

La aplicación del sistema básico de saneamiento de procederá en una primera instancia al estudio básico de topografía y de Mecánica de Suelos, acto seguido analizar la población y la geografía del terreno, para finalmente con los datos obtenidos en estos estudios de campo procederemos a realizar los cálculos, análisis respectivos y los planos correspondientes según sea necesario utilizando los Softwares WaterCAD Y SewerGEMS.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Información básica del proyecto

#### 4.1.1 Ubicación Geográfica

El proyecto a desarrollar se encuentra en la localidad de Sarayuyo, Distrito de Suyo, Provincia de Ayabaca, Región Piura.

**Tabla N°2.**

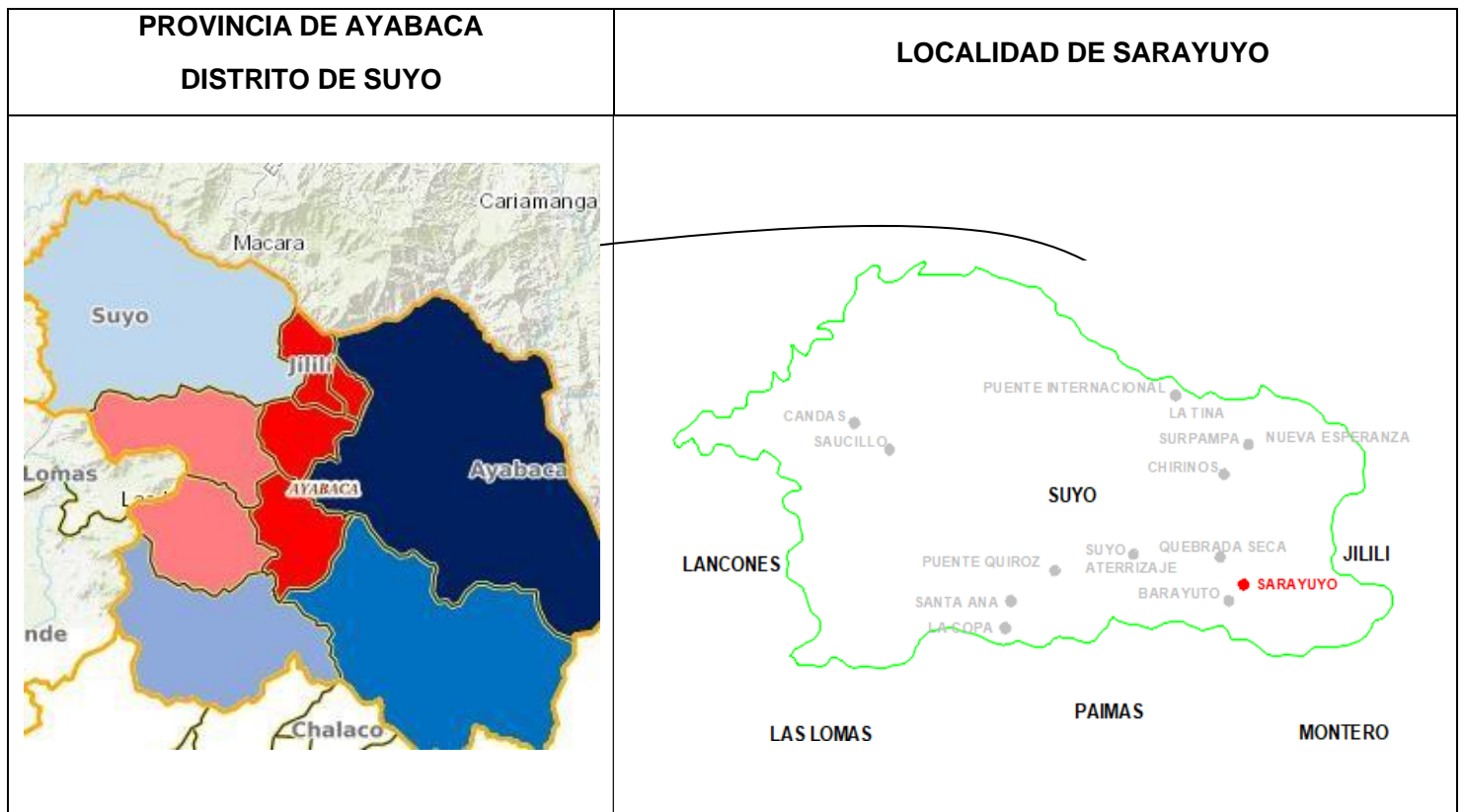
*Ubicación de la Localidad de Sarayuyo*

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| <b>Distrito:</b>       | Suyo            |
| <b>Provincia</b>       | Ayabaca         |
| <b>Región</b>          | Piura           |
| <b>Latitud Sur:</b>    | 4° 33' 5.6" S   |
| <b>Longitud Oeste:</b> | 79° 56' 11.5" W |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

**Gráfico N°22.**

*Localización del proyecto*





**Fuente:** Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.2 Límites

- Por el Norte: Con el cantón Macará (Ecuador).
- Por el Sur: Distritos de Paimas y Las Lomas.
- Por el Este: Distritos de Jililí y Montero.
- Por el Oeste: Con el distrito de Lancones (Sullana) y con el cantón Zapotillo (Ecuador)

#### 4.1.3 Coordenadas UTM

**Tabla N°3.**

*Coordenadas UTM*

| ID | Etiqueta    | X (m)      | Y (m)        |
|----|-------------|------------|--------------|
| 01 | (Point)-1   | 618,209.28 | 9,496,672.53 |
| 02 | (Point)-10  | 618,244.71 | 9,496,676.23 |
| 03 | (Point)-100 | 618,060.95 | 9,496,747.41 |
| 04 | (Point)-101 | 618,069.77 | 9,496,765.57 |
| 05 | (Point)-102 | 618,044.28 | 9,496,754.05 |
| 06 | (Point)-103 | 618,050.47 | 9,496,796.72 |
| 07 | (Point)-104 | 618,028.22 | 9,496,783.54 |
| 08 | (Point)-105 | 618,033.65 | 9,496,821.01 |
| 09 | (Point)-106 | 618,004.56 | 9,496,806.75 |
| 10 | (Point)-107 | 618,037.38 | 9,496,815.62 |
| 11 | (Point)-108 | 618,053.13 | 9,496,829.59 |
| 12 | (Point)-109 | 618,026.70 | 9,496,833.48 |
| 13 | (Point)-11  | 618,202.23 | 9,496,653.46 |
| 14 | (Point)-110 | 618,039.65 | 9,496,836.19 |
| 15 | (Point)-111 | 618,018.13 | 9,496,863.26 |

|           |                 |              |              |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|
| 16        | (Point)-112     | 617,995.19   | 9,496,847.38 |
| 17        | (Point)-113     | 618,037.91   | 9,496,885.55 |
| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
| 18        | (Point)-114     | 618,040.77   | 9,496,894.12 |
| 19        | (Point)-115     | 618,013.16   | 9,496,890.51 |
| 20        | (Point)-116     | 618,019.08   | 9,496,901.67 |
| 21        | (Point)-117     | 617,990.23   | 9,496,895.10 |
| 22        | (Point)-118     | 617,998.36   | 9,496,904.50 |
| 23        | (Point)-119     | 617,981.26   | 9,496,896.89 |
| 24        | (Point)-12      | 618,239.41   | 9,496,639.78 |
| 25        | (Point)-120     | 617,976.80   | 9,496,889.03 |
| 26        | (Point)-121     | 617,973.57   | 9,496,898.43 |
| 27        | (Point)-122     | 617,979.98   | 9,496,912.59 |
| 28        | (Point)-123     | 617,932.00   | 9,496,906.75 |
| 29        | (Point)-124     | 617,934.04   | 9,496,921.14 |
| 30        | (Point)-125     | 617,879.74   | 9,496,917.21 |
| 31        | (Point)-126     | 617,878.35   | 9,496,902.10 |
| 32        | (Point)-127     | 617,942.49   | 9,496,904.65 |
| 33        | (Point)-128     | 617,941.52   | 9,496,894.28 |
| 34        | (Point)-129     | 617,917.93   | 9,496,909.75 |
| 35        | (Point)-13      | 618,192.81   | 9,496,627.96 |
| 36        | (Point)-130     | 617,915.45   | 9,496,893.24 |
| 37        | (Point)-14      | 618,191.12   | 9,496,599.03 |
| 38        | (Point)-16      | 618,153.93   | 9,496,634.22 |
| 39        | (Point)-17      | 618,205.75   | 9,496,663.00 |
| 40        | (Point)-18      | 618,172.08   | 9,496,684.69 |
| 41        | (Point)-19      | 618,224.86   | 9,496,714.71 |
| 42        | (Point)-2       | 618,281.70   | 9,496,656.82 |

|           |                 |              |              |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|
| 43        | (Point)-20      | 618,194.84   | 9,496,728.65 |
| 44        | (Point)-21      | 618,221.10   | 9,496,704.54 |
| 45        | (Point)-22      | 618,206.59   | 9,496,700.58 |
| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
| 46        | (Point)-23      | 618,234.89   | 9,496,741.87 |
| 47        | (Point)-24      | 618,274.80   | 9,496,729.52 |
| 48        | (Point)-25      | 618,229.48   | 9,496,727.22 |
| 49        | (Point)-26      | 618,247.44   | 9,496,720.56 |
| 50        | (Point)-27      | 618,239.00   | 9,496,753.00 |
| 51        | (Point)-28      | 618,207.69   | 9,496,763.00 |
| 52        | (Point)-29      | 618,243.39   | 9,496,764.87 |
| 53        | (Point)-3       | 618,409.55   | 9,496,715.16 |
| 54        | (Point)-30      | 618,250.81   | 9,496,758.22 |
| 55        | (Point)-31      | 618,598.05   | 9,496,612.47 |
| 56        | (Point)-32      | 618,554.88   | 9,496,602.90 |
| 57        | (Point)-33      | 618,585.81   | 9,496,681.75 |
| 58        | (Point)-34      | 618,543.10   | 9,496,666.94 |
| 59        | (Point)-35      | 618,586.53   | 9,496,690.40 |
| 60        | (Point)-36      | 618,543.90   | 9,496,691.34 |
| 61        | (Point)-37      | 618,654.58   | 9,496,674.09 |
| 62        | (Point)-38      | 618,660.81   | 9,496,702.58 |
| 63        | (Point)-39      | 618,642.09   | 9,496,675.47 |
| 64        | (Point)-4       | 618,482.39   | 9,496,711.85 |
| 65        | (Point)-40      | 618,634.35   | 9,496,653.38 |
| 66        | (Point)-41      | 618,589.39   | 9,496,727.88 |
| 67        | (Point)-42      | 618,557.45   | 9,496,724.45 |
| 69        | (Point)-44      | 618,576.47   | 9,496,764.78 |
| 70        | (Point)-45      | 618,592.69   | 9,496,771.11 |

|           |                 |              |              |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|
| 71        | (Point)-46      | 618,608.29   | 9,496,773.18 |
| 72        | (Point)-47      | 618,570.84   | 9,496,793.03 |
| 73        | (Point)-48      | 618,551.71   | 9,496,776.66 |
| 74        | (Point)-49      | 618,563.06   | 9,496,796.35 |
| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
| 75        | (Point)-5       | 618,405.28   | 9,496,722.44 |
| 76        | (Point)-50      | 618,570.08   | 9,496,807.10 |
| 77        | (Point)-51      | 618,531.78   | 9,496,809.70 |
| 78        | (Point)-52      | 618,526.63   | 9,496,797.38 |
| 79        | (Point)-53      | 618,501.06   | 9,496,821.66 |
| 80        | (Point)-54      | 618,510.76   | 9,496,835.13 |
| 81        | (Point)-55      | 618,469.90   | 9,496,833.27 |
| 82        | (Point)-56      | 618,479.47   | 9,496,861.12 |
| 83        | (Point)-57      | 618,442.16   | 9,496,843.51 |
| 84        | (Point)-58      | 618,455.25   | 9,496,863.43 |
| 85        | (Point)-59      | 618,452.87   | 9,496,839.55 |
| 86        | (Point)-6       | 618,451.89   | 9,496,730.84 |
| 87        | (Point)-60      | 618,450.86   | 9,496,828.95 |
| 88        | (Point)-61      | 618,416.75   | 9,496,852.89 |
| 89        | (Point)-62      | 618,417.53   | 9,496,868.60 |
| 90        | (Point)-63      | 618,428.91   | 9,496,848.40 |
| 91        | (Point)-64      | 618,417.99   | 9,496,830.75 |
| 92        | (Point)-65      | 618,401.91   | 9,496,858.37 |
| 93        | (Point)-66      | 618,403.36   | 9,496,872.06 |
| 94        | (Point)-67      | 618,379.48   | 9,496,855.06 |
| 95        | (Point)-68      | 618,385.99   | 9,496,850.08 |
| 96        | (Point)-69      | 618,361.23   | 9,496,812.00 |
| 97        | (Point)-7       | 618,386.69   | 9,496,754.15 |

|           |                 |              |              |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|
| 98        | (Point)-70      | 618,355.34   | 9,496,816.08 |
| 99        | (Point)-71      | 618,241.58   | 9,496,830.49 |
| 100       | (Point)-72      | 618,230.78   | 9,496,814.34 |
| 101       | (Point)-73      | 618,217.57   | 9,496,852.32 |
| 102       | (Point)-74      | 618,199.29   | 9,496,831.75 |
| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
| 103       | (Point)-75      | 618,198.13   | 9,496,869.98 |
| 104       | (Point)-76      | 618,216.59   | 9,496,894.87 |
| 105       | (Point)-77      | 618,149.99   | 9,496,877.17 |
| 106       | (Point)-78      | 618,144.35   | 9,496,931.77 |
| 107       | (Point)-79      | 618,121.86   | 9,496,878.28 |
| 108       | (Point)-8       | 618,422.08   | 9,496,758.47 |
| 109       | (Point)-80      | 618,120.78   | 9,496,909.17 |
| 110       | (Point)-81      | 618,091.10   | 9,496,879.50 |
| 111       | (Point)-82      | 618,092.06   | 9,496,900.50 |
| 112       | (Point)-83      | 618,102.36   | 9,496,879.05 |
| 113       | (Point)-84      | 618,100.91   | 9,496,863.71 |
| 114       | (Point)-85      | 618,059.83   | 9,496,881.17 |
| 115       | (Point)-86      | 618,062.54   | 9,496,890.95 |
| 116       | (Point)-87      | 617,999.91   | 9,496,766.06 |
| 117       | (Point)-88      | 618,002.70   | 9,496,753.68 |
| 118       | (Point)-89      | 617,978.98   | 9,496,769.43 |
| 119       | (Point)-9       | 618,213.22   | 9,496,683.20 |
| 120       | (Point)-90      | 617,976.00   | 9,496,791.78 |
| 121       | (Point)-91      | 617,922.53   | 9,496,750.35 |
| 122       | (Point)-92      | 617,943.80   | 9,496,708.14 |
| 123       | (Point)-93      | 617,869.69   | 9,496,723.44 |
| 124       | (Point)-94      | 617,856.50   | 9,496,748.12 |

|           |                 |              |              |
|-----------|-----------------|--------------|--------------|
| 125       | (Point)-95      | 618,080.28   | 9,496,676.07 |
| 126       | (Point)-96      | 618,099.08   | 9,496,667.21 |
| 127       | (Point)-97      | 618,077.40   | 9,496,739.83 |
| 128       | (Point)-98      | 618,121.67   | 9,496,760.17 |
| 129       | (Point)-99      | 618,073.19   | 9,496,754.04 |
| 130       | J-3             | 617,850.67   | 9,496,923.43 |
| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
| 131       | J-4             | 618,191.16   | 9,496,876.69 |
| 132       | J-5             | 618,260.99   | 9,496,814.46 |
| 133       | J-6             | 618,358.00   | 9,496,804.64 |
| 134       | J-7             | 618,383.56   | 9,496,863.86 |
| 135       | J-8             | 618,593.08   | 9,496,784.96 |
| 136       | J-9             | 618,007.96   | 9,496,891.61 |
| 137       | J-10            | 618,067.79   | 9,496,771.85 |
| 138       | J-11            | 618,058.51   | 9,496,785.20 |
| 139       | J-12            | 618,025.23   | 9,496,764.31 |
| 140       | J-13            | 617,963.23   | 9,496,771.63 |
| 141       | J-14            | 618,613.28   | 9,496,678.34 |
| 142       | J-15            | 618,611.14   | 9,496,560.18 |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

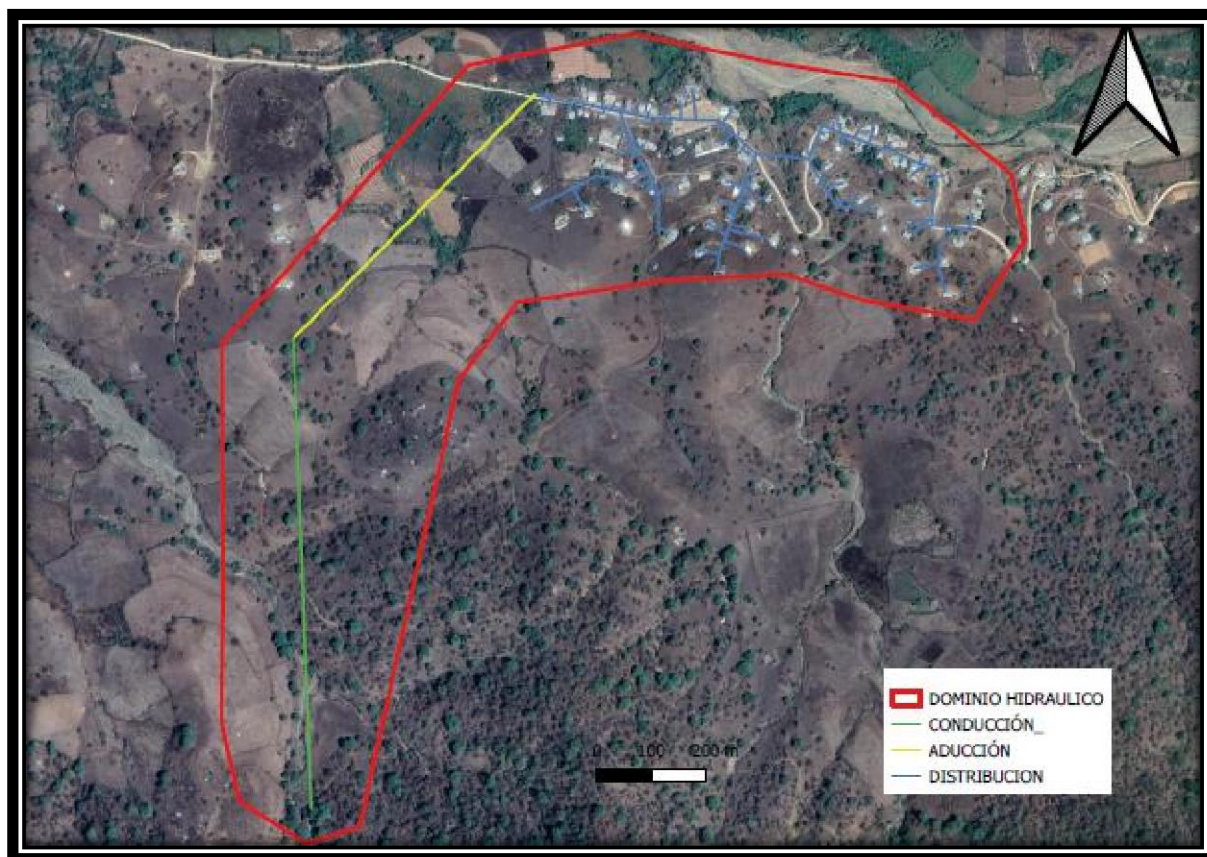
#### **4.1.4 Micro localización del proyecto (Área de la red)**

A continuación, se procederá a realizar el área de la red de influencia utilizando imágenes satelitales con la ayuda del Software Qgis Versión 3.32

Dentro de la red de influencia se visualiza la red de conducción, aducción y distribución, asimismo el mismo se muestra el dominio hidráulico.

Gráfico N°23.

Área de la red de influencia



Fuente: Elaboración propia (2023)

#### 4.1.5 Población

La población del área en estudio correspondiente a la localidad de Sarayuyo es de 326 habitantes entre hombres y mujeres.

Tabla N°4.

Datos estadísticos-Población censada Sarayuyo (2017)

| DEPARTAMENTO DE PIURA |                  |   |                    |                   |        |       |                        |          |             |
|-----------------------|------------------|---|--------------------|-------------------|--------|-------|------------------------|----------|-------------|
| CÓDIGO                | CENTROS POBLADOS | REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal) | ALTITUD (m s.n.m.) | POBLACIÓN CENSADA |        |       | VIVIENDAS PARTICULARES |          |             |
|                       |                  |   |                    | Total             | Hombre | Mujer | Total                  | Ocupadas | Desocupadas |
| 070                   | SARAYUYO         | unga marítima                           | 68                 | 126               | 69     | 57    | 5                      | 5        |             |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Según datos recopilados en campo se verifica en el área de estudio que cuenta con 03 instituciones educativas tanto para inicial, primaria y secundaria.

**Tabla N°5.**

*Instituciones Educativas en la Localidad de Sarayuyo.*

| <b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b> | <b>UBICACIÓN</b>   |
|------------------------------|--|
| <b>I.E. N°116</b>            | SARAYUYO-DISTRITO DE SUYO-PROVINCIA DE AYABACA-DEPARTAMENTO PIURA. |
| <b>I.E. N°14319</b>          | SARAYUYO-DISTRITO DE SUYO-PROVINCIA DE AYABACA-DEPARTAMENTO PIURA. |
| <b>I.E. SANTA ROSA</b>       | SARAYUYO-DISTRITO DE SUYO-PROVINCIA DE AYABACA-DEPARTAMENTO PIURA. |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

**4.1.6 Estudio Socioeconómico**

Mediante uso de recolección de datos, visitas in-situ y encuestas se obtuvieron los siguientes datos:

**a) Uso de vivienda**

Del total de lotes de viviendas que son utilizadas en la localidad de Sarayuyo, predomina un 80% las casas construidas con material de adobe y un 20% viviendas de material noble, teniendo una antigüedad de estas de 20 años.

**b) Servicios Básicos**

En la localidad de Sarayuyo las viviendas cuentan con alumbrado público el 95% de la población.

La captación en la localidad de Sarayuyo es de tipo superficial y la fuente de agua es del manantial **El Papayo**.



Gráfico N°24.

### *Ubicación geográfica de la captación*

| Fuente de Agua |                     | Ubicación de la Captación |           |          |              |            |      |                                  |           |
|----------------|---------------------|---------------------------|-----------|----------|--------------|------------|------|----------------------------------|-----------|
|                |                     | Política                  |           |          | Hidrográfica | Geográfica |      |                                  |           |
| Tipo           | Nombre              | Dpto.                     | Provincia | Distrito | Cuenca       | Datum      | Zona | Proyección UTM, Datum Horizontal |           |
|                |                     |                           |           |          |              |            |      | Este (m)                         | Norte (m) |
| Superficial    | Manantial El Papayo | Piura                     | Ayabaca   | Suyo     | Río Chira    | WGS84      | 17 M | 597 777                          | 9 493 012 |

**Fuente:** Resolución N°2391.

Al día de hoy, el Caserío Sarayuyo posee 66 viviendas, 03 instituciones educativas, asimismo un sistema de suministro de agua potable que ha estado en uso durante más de dos décadas y no cuenta con un sistema de alcantarillado. Por lo tanto, las estructuras del sistema de suministro de agua potable en el Caserío Sarayuyo están en muy malas condiciones, y la cantidad existente no satisface las necesidades actuales, de esta misma forma un sistema de alcantarillado que funcione correctamente con una red general. Debido a esto, los habitantes se ven obligados a buscar otras fuentes de suministro para conseguir agua potable lo que lleva a un almacenamiento inadecuado del agua y una mayor exposición a enfermedades relacionadas con el agua (tales como infecciones y parasitosis), y en el alcantarillado opciones como silos o pozos de desechos que representan un peligro para su salud.

Ante esta situación se ha planteado una propuesta de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado aplicando los Softwares WaterCAD y SewerGEMS y de esta forma abastecer a la población de esta localidad de agua potable la mayor parte del día, y de un servicio de alcantarillado que no perjudique la higiene del hogar.

## **4.2 Interpretación y análisis de resultados**

### **4.2.1 Parámetros de diseño**

Para obras de agua y saneamiento existen parámetros de diseño que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Asimismo, los datos extraídos en campos los procederemos a plasmar en la red de saneamiento planteada.

#### 4.2.1.1 Periodo de diseño

Teniendo en cuenta que el sistema proyectado de agua potable y alcantarillado se evaluará en una zona rural como lo es la localidad de Sarayuyo, nos basamos en las opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el Ámbito Rural, en el cual determinan periodos de tiempo máximo recomendables de vulnerabilidad de las estructuras; **Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)**.

Gráfico N°25.

*Periodo de diseños máximos para estructuras*

| ESTRUCTURA   | PERIODO DE DISEÑO |
|--|-------------------|
| Fuente de abastecimiento   | 20 años           |
| Obra de captación  | 20 años           |
| Pozos  | 20 años           |
| Planta de tratamientos de agua para consumo humano (PTAP)                            | 20 años           |
| Reservorio   | 20 años           |
| Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución                             | 20 años           |
| Estación de bombeo   | 20 años           |
| equipos de bombeo  | 10 años           |
| Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable) | 10 años           |
| Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)                                   | 5 años            |

**Fuente:** Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018).

El presente proyecto, se ha considerado un periodo de diseño de 20 años, desde el año 2023 como inicio de la toma de datos, análisis e interpretación de resultados, hasta el año 2043 como término del año N°20 máximo que se diseñan las estructuras para su correcta funcionalidad.

#### 4.2.1.2 Cálculo de población de diseño

Según los parámetros recomendables de la Norma Técnica Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018), para el cálculo de la población de diseño usaremos el método aritmético.

Emplearemos la siguiente fórmula:

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

$Pd$  = Población futura

$Pi$  = Población actual.

$t$  = Tiempo del periodo de diseño.

$r$  = Razón de crecimiento anual.

Según información recopilada en los censos realizados del año 1993 y 2017 en el Perú, tenemos lo siguiente:

**Tabla N°6.**

*Datos de la población y vivienda año 1993- Localidad "Sarayuyo"*

| AÑO          | POBLACIÓN      | VIVIENDA     |
|--------------|----------------|--------------|
| 1993         | 473 HABITANTES | 80 VIVIENDAS |
| <b>TOTAL</b> | 473 HABITANTES | 80 VIVIENDAS |

**Fuente:** Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda.

**Tabla N°7.**

*Datos de la población y vivienda año 2017- Localidad "Sarayuyo"*

| AÑO          | POBLACIÓN      | VIVIENDA     |
|--------------|----------------|--------------|
| 2017         | 326 HABITANTES | 85 VIVIENDAS |
| <b>TOTAL</b> | 326 HABITANTES | 85 VIVIENDAS |

**Fuente:** INEI (2017)

*Nota:* No hay base de datos actualizada en el Censo Nacional del año 2007.

A continuación, procederemos a calcular la tasa de crecimiento anual.

Gráfico N°26.

Fórmula del interés compuesto

**Modelo Geométrico**

**Formula del interes compuesto:**

$$r = \left( \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_i}} \right) - 1$$

$r$  = tasa de crecimiento  
 $P_i$  = Población inicial  
 $P_f$  = Población final  
 $n$  = periodo de años entre  $P_i$  y  $P_f$

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

Datos:

Población inicial=  $P_i$  (Año:1993) = 473 habitantes

Población final=  $P_f$  (Año 2017) = 326 habitantes

Periodo de años entre  $P_i$ - $P_f$  = 24 años

- **Cálculo de la Tasa Crecimiento a nivel de centro poblado:**

$$T_c = \left( \frac{P.PRESENTE}{P.PASADO} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

|         |          |
|---------|----------|
| $T_c =$ | -1.539 % |
|---------|----------|

**NOTA: COMO LA TASA DE CRECIMIENTO CALCULADA CON LAS POBLACIONES DE LOS CENSOS AL NIVEL DE CENTRO POBLADOS ES NEGATIVA, SE DEBE ADOPTAR UNA POBLACION DE DISEÑO SIMILAR ACTUAL A 0, CASO CONTRARIO SOLICITAR OPINION DEL INEI**

- **Empadronamiento año 2023- Localidad de Sarayuyo**

| AÑO  | Población      | Viviendas    |
|------|----------------|--------------|
| 2023 | 395 Habitantes | 66 Viviendas |

|              |                       |                     |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>395 Habitantes</b> | <b>66 Viviendas</b> |
|--------------|-----------------------|---------------------|

- **Cálculo de la Densidad Poblacional**

**Tabla N°8.**

*Cálculo de la Densidad Poblacional de la localidad "Sarayuyo"*

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| <b>DENSIDAD =</b> | <b>N° de Habitantes</b> |
|                   | <b>N° de Viviendas</b>  |
| <b>DENSIDAD =</b> | <b>5.985 Hab/viv</b>    |

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

**Tabla N°9.**

*Proyección de la población del área de influencia del proyecto*

| <b>N°</b> | <b>AÑOS</b> | <b>POBLACIÓN</b> | <b>N° VIVIENDAS</b> |
|-----------|-------------|------------------|---------------------|
| -         | 2021        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| -         | 2022        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>0</b>  | 2023        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>1</b>  | 2024        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>2</b>  | 2025        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>3</b>  | 2026        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>4</b>  | 2027        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>5</b>  | 2028        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>6</b>  | 2029        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>7</b>  | 2030        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>8</b>  | 2031        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>9</b>  | 2032        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |
| <b>10</b> | 2033        | 395 Habitantes   | 66 Viviendas        |

|                            |      |                       |              |
|----------------------------|------|-----------------------|--------------|
| 11                         | 2034 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 12                         | 2035 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 13                         | 2036 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 14                         | 2037 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 15                         | 2038 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 16                         | 2039 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 17                         | 2040 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 18                         | 2041 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 19                         | 2042 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| 20                         | 2043 | 395 Habitantes        | 66 Viviendas |
| <b>Población Promedio:</b> |      | <b>395 Habitantes</b> |              |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

#### 4.2.1.3 Cálculo de dotación

Para el cálculo de la dotación, primero definiremos la región geográfica del proyecto e identificar si la dotación es con o sin arrastre hidráulico. Nos basaremos en las **Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)**.

Gráfico N°27.

*Dotación de agua para disposición sanitaria de excretas*

| REGIÓN GEOGRÁFICA | DOTACION – UES SIN ARRASTRE HIDRAULICO (l/hab.d) | DOTACION – UES CON ARRASTRE HIDRÁULICO (l/hab.d) |
|-------------------|--|--|
| COSTA             | 60   | 90   |
| SIERRA            | 50   | 80   |
| SELVA             | 70   | 100  |

**Fuente:** Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018).

Para el presente proyecto se ubica en una región geográfica correspondiente a la Sierra, por tanto, se ha considerado una dotación de 80 l/hab.d.

- **Cálculo de consumo de promedio diario anual**

$$Qpd = Pf * \left(\frac{Dot}{86400}\right)$$

Datos:

Pf (Población Futura) = 395 habitantes.

Dot (Dotación) = 80 l/hab. d

Reemplazando datos:

$$Qpd = Pf * \left(\frac{Dot}{86400}\right)$$

$$Qpd = 395 \text{ hab} * \left(\frac{80 \text{ litros. hab. d}}{86400}\right)$$

$$Qpd = 0.366 \frac{\text{lts}}{\text{d}}$$

Es preciso indicar que se tiene una población estudiantil, la dotación será distinta:

Nivel Primaria= 20 l/alumno x día

Nivel Secundaria y Superior= 25 l/alumno x día

**Tabla N°10.**

*Cálculo de consumo no doméstico*

| Nivel de la Institución Educativa | Dotación (Lt/alumno/día) | Dotación (Lt/docente/día) | Cantidad de alumnos beneficiarios | Cantidad de docentes beneficiarios | Cantidad proyectada | TOTAL (Dotación l/s) | Consumo de agua por alumnos y docentes (Lt/seg) |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|---|
| I.E. N°116 (Inicial)              | 20                       | 100                       | 28                                | 2                                  | 30                  | 600.00               | 0.007   |
| I.E. N°14319 (Primaria)           | 20                       | 100                       | 62                                | 4                                  | 66                  | 1320.00              | 0.016   |
| I.E. SANTA ROSA (Secundaria)      | 25                       | 100                       | 145                               | 10                                 | 155                 | 3875.00              | 0.046   |
|                                   |                          |                           |                                   |                                    |                     | 5795.0000            | <b>0.068</b>                                    |

**Fuente:** Elaboración propia



Tenemos los siguientes resultados:

- **Cálculo de consumo de promedio diario anual**

$Q_{\text{promedio}} = \text{Demanda de consumo (Caudal promedio } Q_p) + \text{Consumo no doméstico}$

$$Q_{\text{promedio}} (Q_{\text{producción}}) = 0.366 + 0.068 = 0.43 \text{ l/seg}$$

- **Cálculo de consumo máximo diario**

$$Q_{md} = k_1 * Q_{pd}$$

**Datos:**

$$K_1 = 1.3 \text{ (RNE).}$$

$$Q_{pd} = 0.44 \text{ lts/d}$$

Reemplazando datos:

$$Q_{md} = k_1 * Q_{pd}$$

$$Q_{md} = 1.3 * 0.43 \text{ lt/d}$$

$$Q_{md} = 0.56 \text{ lt/d}$$

- **Cálculo de consumo máximo horario**

$$Q_{mh} = k_2 * Q_{pd}$$

**Datos:**

$$K_1 = 1.5 \text{ (RNE-Para zonas rurales).}$$

$$Q_{pd} = 0.43 \text{ lts/d}$$

Reemplazando datos:

$$Q_{md} = k_1 * Q_{pd}$$

$$Q_{md} = 1.5 * 0.43 \text{ lt/d}$$

$$Q_{md} = 0.87 \text{ lt/d}$$

## **4.2.2 Diseño del sistema de agua potable**

### **4.2.2.1 Fuentes de abastecimiento**

Para el cálculo apropiado para poder garantizar un correcto funcionamiento del sistema de red propuesto, es primordial tener en cuenta el tipo de fuente de abastecimiento, por lo tanto, se tuvo en consideración los criterios técnicos según

la Norma Técnica: **Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.**

#### **4.2.2.1.1 Selección tipo de fuente.**

Para el presente proyecto cuenta con una fuente de abastecimiento de aguas subterránea de tipo **manantial en ladera**. Posteriormente de verificar el tipo de fuente existente, se procedió a recopilar la información en campo (in situ) sobre las variaciones de caudal en las diferentes estaciones del año.

- **Cálculo del aforamiento de la fuente de agua.**

Para el cálculo del aforo de la fuente se realizó mediante el método volumétrico, el cual se expresa de la siguiente fórmula:

$$Q=Vt$$

Donde:

Q: Caudal en l/s.

V: Volumen del recipiente en litros.

t: Tiempo en promedio en segundos.

#### **CAPTACIÓN “EI Papayo”**

##### **AFOROS:**

1er. Aforo : 4 Lts / 6.56seg.

2er. Aforo : 4 Lts /6.52seg.

3er. Aforo : 4 Lts /6.46 seg.

4er. Aforo : 4 Lts /6.68 seg.

5er. Aforo : 4 Lts /6.50seg.

#### **CAPTACIÓN “EI Papayo”**

Q= 4 Lts.

Tprom = 6.544 seg.

Caudal: Q= 4.00L / 6.544 seg

**Q= 0.61 L/S**

Se puede verificar la recopilación de los datos obtenidos en campo (in-situ) en el mes de agosto del 2023, en el cual se encontraba en una estación intermedia, asimismo para la verificación del caudal máximo y mínimo de aforamiento de la fuente se consideró un incremento del 5% y disminución del 5% correspondientemente.

**Caudal máximo de la fuente= 0.64 lt. /seg.**

**Caudal mínimo de la fuente = 0.58 lt. /seg.**

**<Qaforo Qmd= 0.61 < Qaforo mínimo=0.58**

Se comprueba que la oferta es mayor a la demanda, si cumple el caudal de la fuente para el diseño del sistema de agua potable.

De acuerdo a lo estipulado en las Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural (2018)-Tabla N°10.Determinación de Qmd para diseño, nos indica lo siguiente:

**Tabla N°11.**

*Determinación del Qmd para diseño*

| RANGO | Q <sub>md</sub> (REAL) | SE DISEÑA CON: |
|-------|------------------------|----------------|
| 1     | < de 0,50 l/s          | 0,50 l/s       |
| 2     | 0,50 l/s hasta 1,0 l/s | 1,0 l/s        |
| 3     | > de 1,0 l/s           | 1,5 l/s        |

**Fuente:** Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural (2018)

Como se puede verificar nuestro cálculo del caudal máximo diario real es de (0.57 lt/seg), por lo tanto, nuestro dato obtenido se encuentra en el rango N°02 de la **tabla N°11**, lo cual por criterio del diseño se determinó que el caudal máximo diario será 1.00 lt/seg.

**4.2.2.2 Diseño de línea de conducción**

Posterior a la verificación del tipo de fuente existente, al cálculo del aforamiento de la fuente del agua y determinando el caudal máximo diario de diseño, se realizará el diseño de la línea de conducción que se consideró por gravedad trabajando a presión, asimismo para determinar el cálculo hidráulico se tomaron los siguientes datos:

Gasto de diseño (Qmd)= 1.00 lt/s.

Longitud de tubería total (L)= 871.862 m.

Cota captación (cota cap.) = 672.03 msnm.

Cota reservorio(R)= 640.01 msnm.

Tubería: PVC, clase 10 y – C=150

La carga disponible entre la captación y el reservorio es de 32.02 m., siendo el valor menor que la presión máxima de trabajo que soportarían las tuberías PVC C-10, por lo que no es necesario plantear la construcción de una cámara rompe presión en este tramo.

- **Cálculo hidráulico del Primer tramo:**

El primer tramo se consideró desde la captación hasta el reservorio.

- Cota captación (cota cap.) = 672.03 msnm.
- Cota reservorio = 640.01 msnm.
- Longitud de tubería (L1) = 871.862 m.

- **Cálculo de la carga disponible del tramo:**

Carga Disponible= Cota captación-Cota Reservorio

Carga Disponible= 672.03 - 640.01

Carga Disponible= 32.02 m

- **Cálculo de la pérdida carga unitaria disponible (hf):**

$$H_f = \frac{\text{Carga disponible}}{871.276}$$

$$H_f = 0.037 \frac{m}{m} \gg 3.673 \frac{km}{m}$$

- **Cálculo del diámetro seleccionado:**

$$Q = 0.0004264 * C * (D_{int}^{2.63}) * (h_f^{0.54})$$

$$D_{int} = \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (3.673^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

$$D_{int} = \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (1.149^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

$$D_{int} = 1.61 \text{ pulg} \gg \emptyset \text{ asumido } 2 \text{ pulg}$$

- **Cálculo de pérdida unitaria utilizando diámetro asumido:**

$$hf.= \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (2^{2.63})} \right)^{1/0.54}$$

$$hf.= \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (2^{2.63})} \right)^{1/0.54}$$

$$hf.= 2.4659 \frac{m}{km} \gg 0.0247 m/m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga del tramo:**

$$Hf.= Hf * L$$

$$Hf.= 0.0247 * 871.276$$

$$Hf.= 21.50 m$$

- **Cálculo de la velocidad del flujo:**

$$V= 1.9735 * \frac{Q}{(Dint)^2}$$

$$V= 1.9735 * \frac{1}{(2)^2}$$

$$V= 0.76 m/seg$$

- **Cálculo de cota piezométrica:**

$$\text{Cota Piezométrica Reservoirio} = \text{Cota terreno. Captación} - Hf$$

$$\text{Cota Piezométrica Reservoirio} = 672.03 - 21.500$$

$$\text{Cota Piezométrica Reservoirio} = 650.530m$$

- **Cálculo de presión final del tramo:**

$$\text{Presión final del tramo} = \text{Cota piez. Reservoirio} - \text{Cota Reservoirio}$$

$$\text{Presión final del tramo} = 650.530 - 640.01$$

$$\text{Presión final del tramo} = 10.520 m. c. a$$

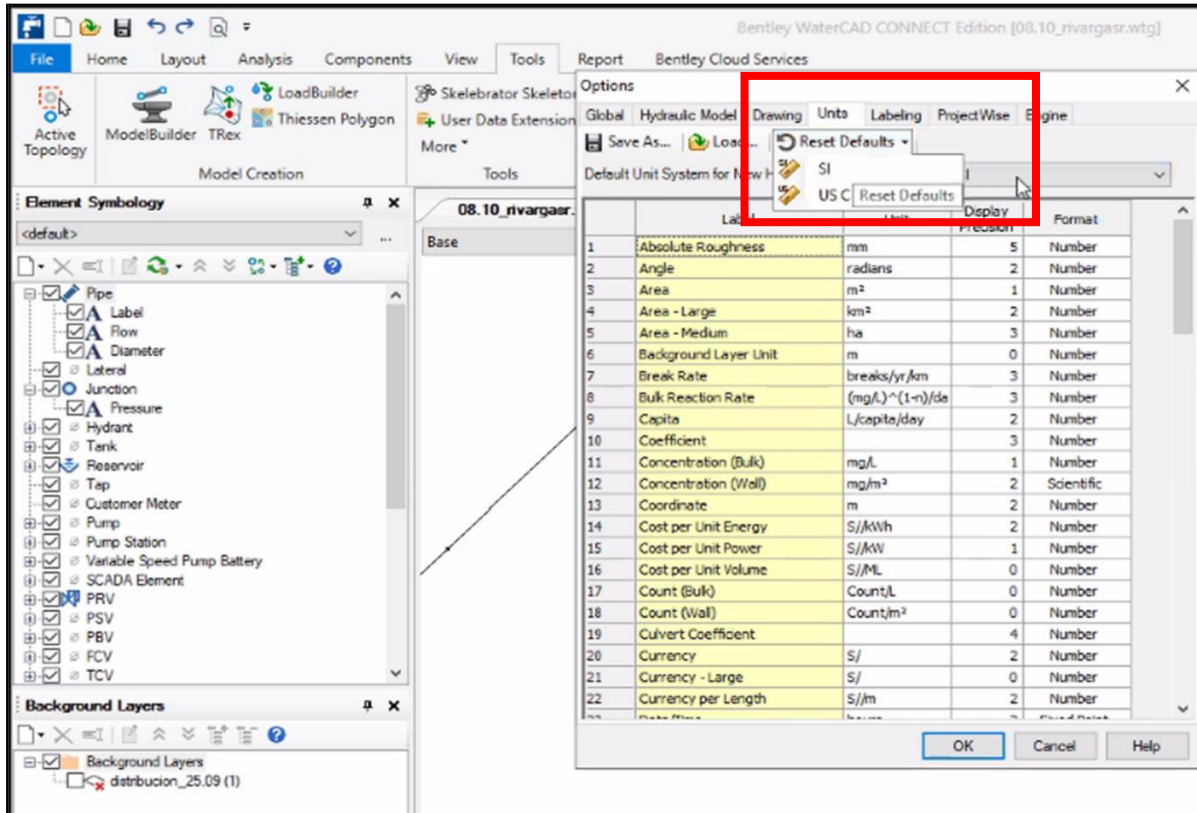
Es preciso indicar que, para el diseño de la línea de conducción que corresponde desde el manantial de ladera existente al reservorio, utilizamos el software WaterCAD. Asimismo, para el modelamiento hidráulico se tomaron como base los siguientes datos:

- Caudal máximo diario (Qmd)
- Topología (Formato DXF)
- Topografía (Formato DXF)

A continuación, se mostrarán los pasos utilizados para el modelamiento hidráulico de nuestra red de conducción.

Gráfico N°28.

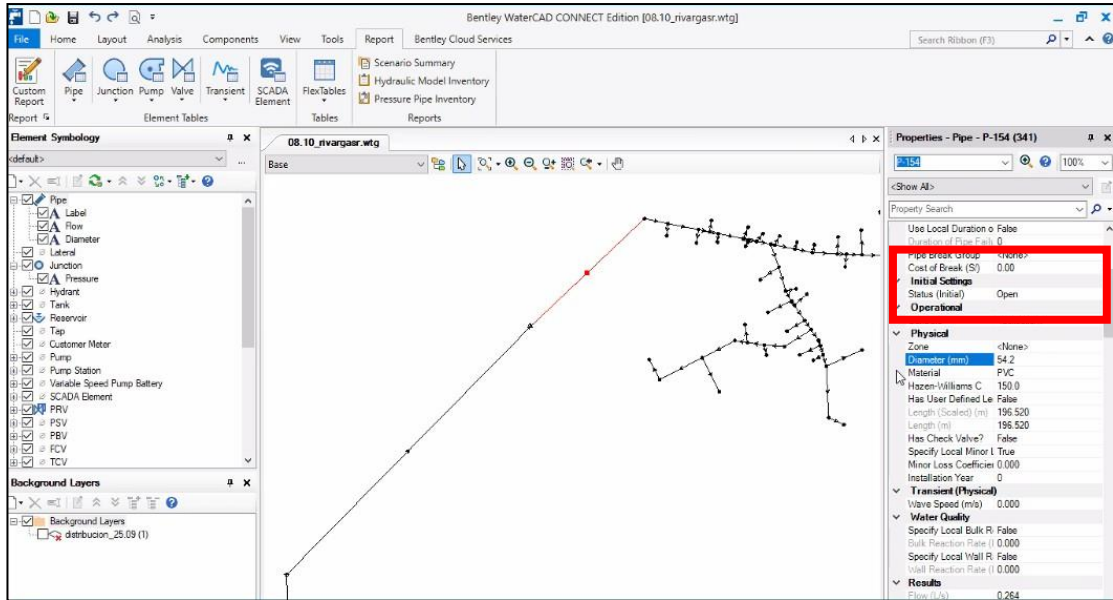
Configuración de unidades



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

Gráfico N°29.

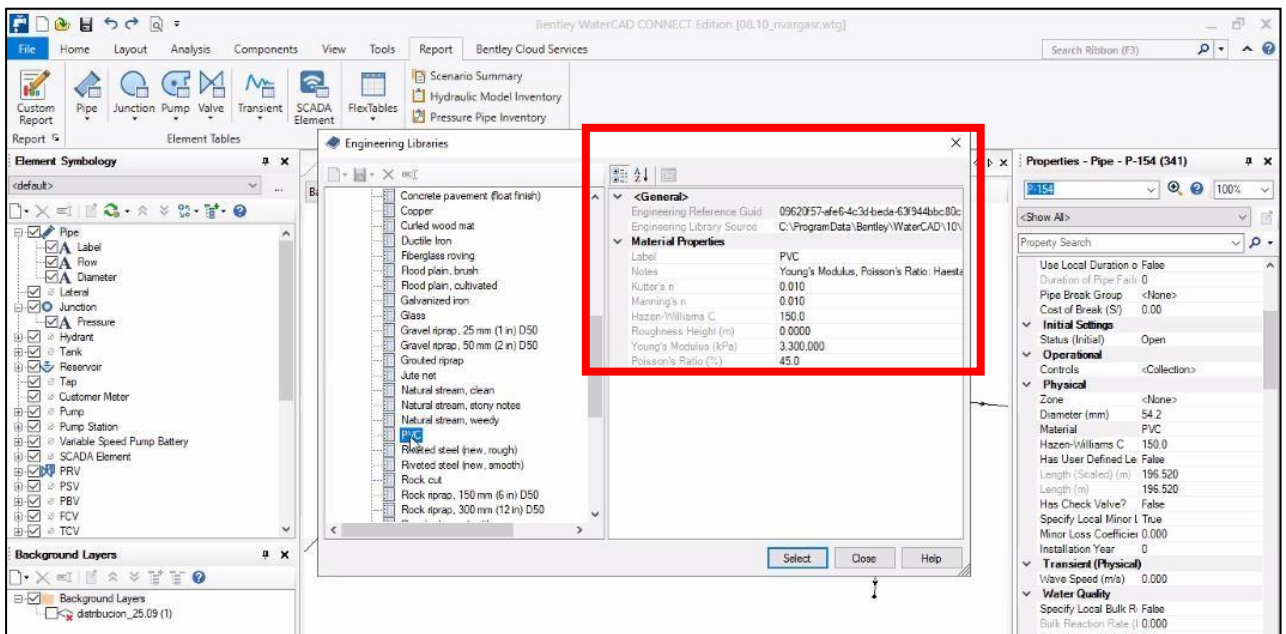
Ingreso de parámetros (Diámetro Inicial, Tipo de Material y Coeficiente de Rugosidad) al WaterCAD



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

Gráfico N°30.

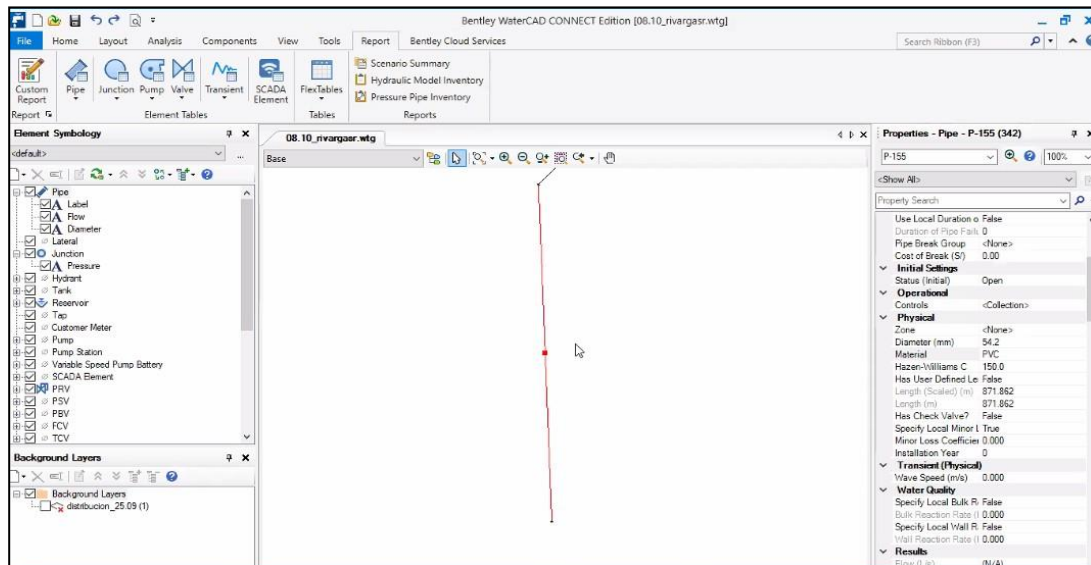
Ingreso de propiedades de material de tubería PVC.



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

Gráfico N°31.

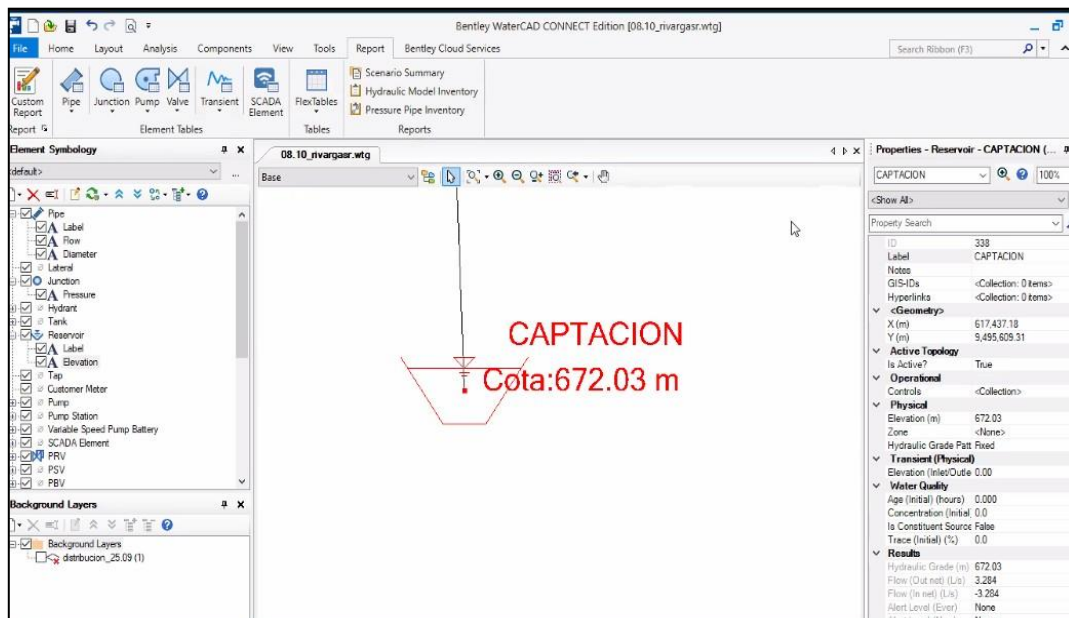
Vista en planta general de la línea de conducción



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

Gráfico N°32.

Vista en planta del inicio de la línea de conducción.

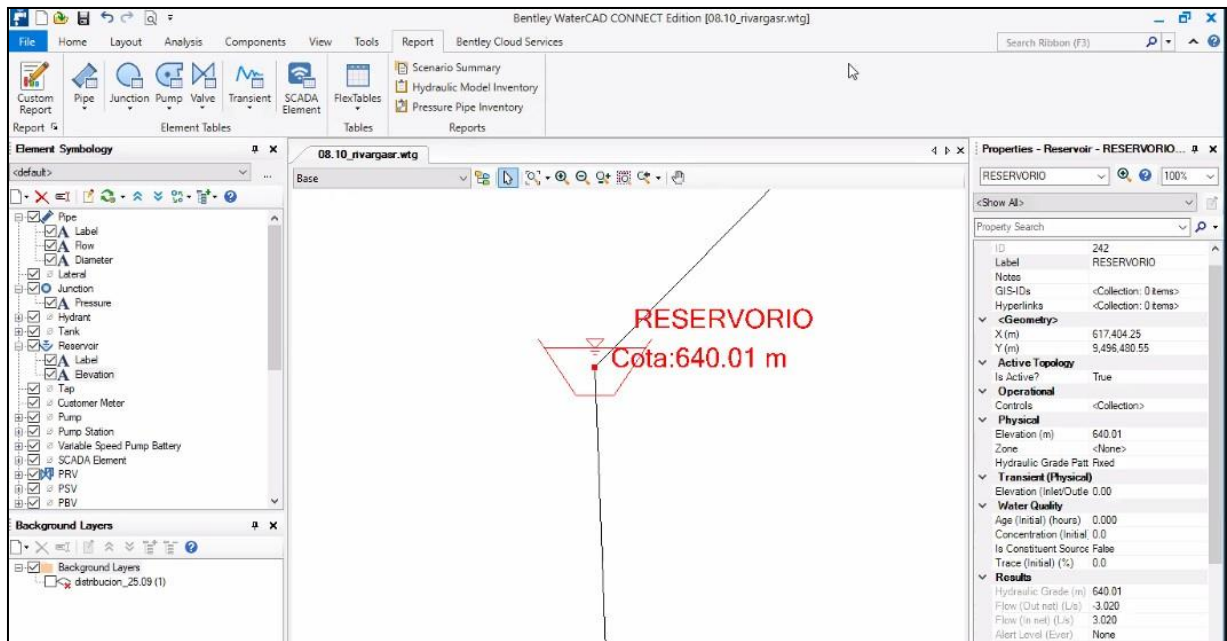


Fuente: Elaborado por los autores. (2023)



### Gráfico N°33.

Vista en planta del final de la línea de conducción.



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

**Tabla N°12.**

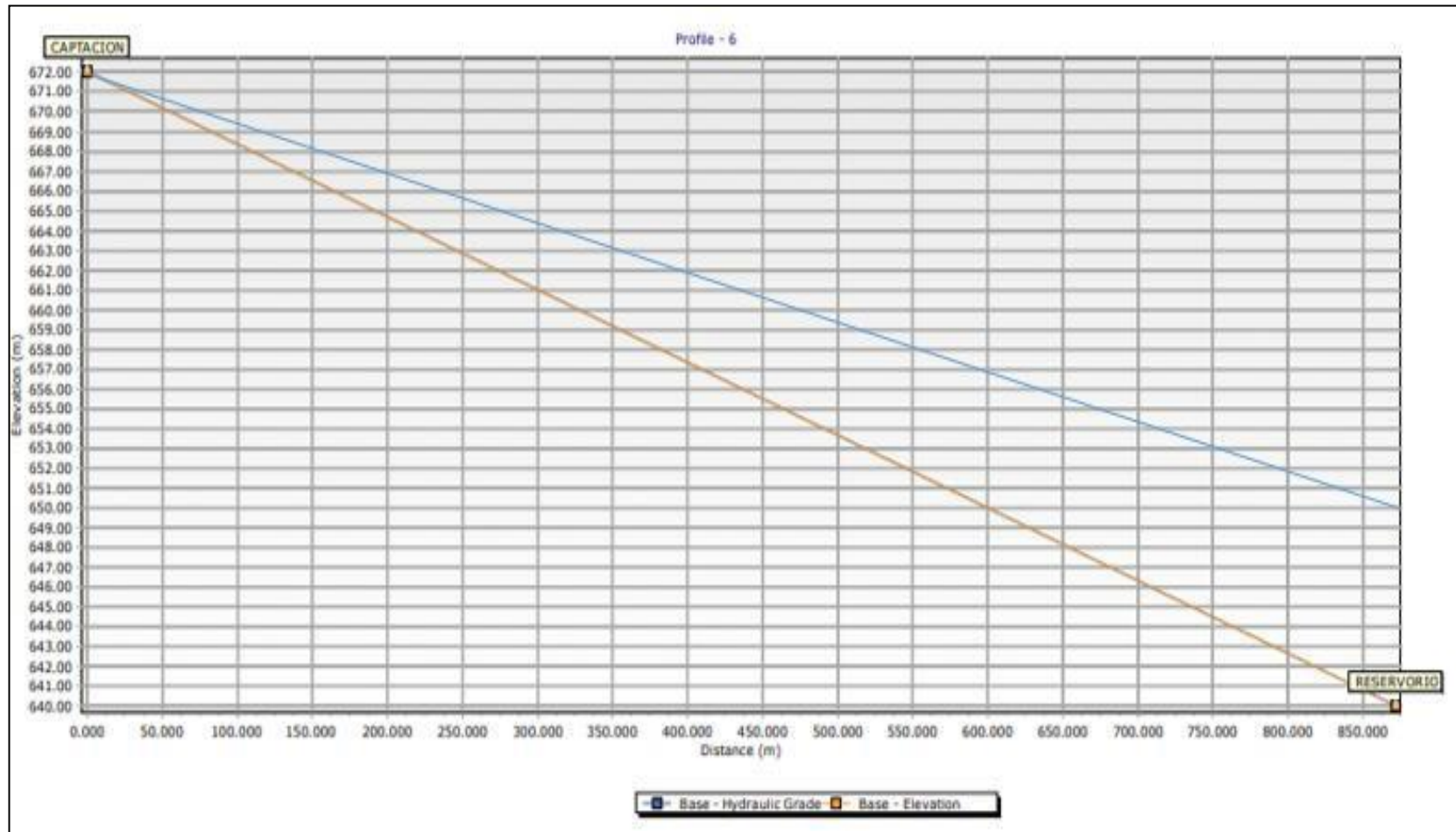
*Resultados del modelamiento hidráulico-Línea de conducción.*

| Tramo                  | Longitud (metros) | Caudal Qmd (L/s) | Cota Terreno      |                 | Carga disponible del tramo (Hf) | Pérdida de carga unitaria disponible hf (m/m) | Pérdida de carga unitaria disponible hf (m/km) | Diámetro calculado (Pulg) HAZEN WILLIAM | Diámetro comercial (Pulg) | Velocidad (m/s) | Pérdida de carga unitaria (Km/m) | Pérdida de carga unitaria (m/m) | Pérdida de carga por tramo (m/m) | Cota Piez. Reservorio | Presion final (m.c.a) |
|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|---|--|---|---------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        |                   |                  | Inicial (m.s.n.m) | Final (m.s.n.m) |                                 |   |  |   |                           |                 |                                  |                                 |                                  | Inicial (m)           |                       |
| Captación - Reservorio | 871.862           | 1                | 672.03            | 640.01          | 32.02                           | 0.037   | 3.673  | 1.61                                    | 2                         | 0.76            | 2.4659                           | 0.0247                          | 21.500                           | 650.530               | 10.520                |

**Fuente:** Elaborado por los autores. (2023)

Gráfico N°34.

Perfil Longitudinal indicando la L.G.H. en la Línea de Conducción.



Fuente: Elaborado por los autores. (2023)

✓ **Diseño hidráulico del reservorio de almacenamiento:**

Para el cálculo del diseño hidráulico del reservorio de almacenamiento se han realizado bajo la norma técnica de diseño: **Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.**

• **Cálculo de la capacidad de almacenamiento:**

**a) Datos**

- Qpromedio= 0.4342 lts/seg = 0.00043 m<sup>3</sup>/s
- Qmax diario= 0.000565 m<sup>3</sup>/s
- Qmax horario= 0.000868 m<sup>3</sup>/s
- Hbombeo= 24 horas

**b) Calculamos el volumen de regulación**

El volumen de regulación lo hemos calculado de acuerdo a la NORMA OS.030 Art.Nº4.1. Volumen de regulación, el cual se tiene lo siguiente:

$$V_{reg} = 0.25 * Q_p * \frac{24}{N} * 86400$$

Donde:

V<sub>reg</sub> = Volumen de regulación

Q<sub>p</sub> = caudal promedio.

N = número de horas de funcionamiento.

$$V_{reg} = \frac{0.25 * 0.0004 \frac{m^3}{s} * 24 h * 86400}{24 h}$$

$$V_{reg} = 9.38 m^3$$

**c) Volumen de agua contra incendio**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para considerar el volumen de incendio debemos tener en cuenta el siguiente criterio:

**10000 < N°. De Habitantes < 100000**

El número de habitantes del centro poblado Sarayuyo es de 395 habitantes, por lo tanto, no se considera el volumen de agua contra incendio.

**d) Volúmen de reserva**

El volumen de reserva debe ser proporcional al tiempo que se paraliza el sistema de producción, dicho valor puede calcularse considerando 2-4 horas de paralización.

$$V_{\text{reserva}} = Q_{\text{md}} * T * 3600$$

Donde:

$V_{\text{reser}}$  = Volumen de reserva

$Q_{\text{md}}$  = caudal máximo diario

$T$  = (Hora de inicio de la reparación - Hora de descubrimiento de la fuga) + Tiempo de reparación + Tiempo para puesta en operación. Consideraremos  $T = 4$  horas.

$$V_{\text{reserva}} = 0.000565 \text{ m}^3/\text{s} * 4 \text{ h} * 3600$$

$$V_{\text{reserva}} = 8.1290 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

$$V_{\text{total parcial}} = V_{\text{regulación}} + V_{\text{contraincendios}} + V_{\text{reserva}}$$

$$V_{\text{total parcial}} = 9.38 \text{ m}^3 + 0.00 \text{ m}^3 + 8.13 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total parcial}} = 17.50 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{sumido}} = 17.50 \text{ m}^3$$

**e) Calculamos uno de los lados del reservorio, considerando que este será cuadrado.**

De la relación:

$$0.75 = \frac{H}{L}$$

$$H = 0.75 * L$$

$$V = H * L^2 * L$$

$$V = H * L^3$$

$$L = \left(\frac{V}{0.75}\right)^{1/3}$$

$$L = \left(\frac{17.5}{0.75}\right)^{1/3}$$

$$L = 2.86 \text{ m}$$

- Consideramos  $L = 4.00 \text{ m}$

f) **Cálculo del diámetro de la tubería de salida del reservorio**

$$Q_{mh} = 0.2785 * C * (D_s^{2.63}) * (S^{0.54})$$

Donde:

**C**= Coeficiente de Hazen & Williams para tuberías de PVC = 150

D<sub>s</sub>= Diámetro de la tubería de salida en metros.

S= Gradiente hidráulica para el Q<sub>max</sub> horario= 1.50 %

$$D_s = \left( \frac{Q}{0.2785 * C * (S^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

$$D_s = \left( \frac{0.00087}{0.2785 * 150 * (0.015^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

$$D_s = 0.03928 \text{ m} = 3.92828 \text{ cm} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg}$$

**g) Carga hidráulica sobre tubería de salida del reservorio**

|  |              | <b>Coeficientes de descarga (Cd) para tubos Pasa - Muros.</b> |             |             |             |             |             |             |             |
|--|--------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  |              | <b>L/D</b>  | <b>0.30</b> | <b>0.45</b> | <b>0.60</b> | <b>0.90</b> | <b>1.20</b> | <b>1.50</b> | <b>1.80</b> |
| <b>Tubos pasamuros con entradas biselada</b> | <b>3.00</b>  |   | 0.86        | 0.89        | 0.91        | 0.92        | 0.93        | 0.94        | 0.94        |
|  | <b>6.00</b>  |   | 0.79        | 0.84        | 0.87        | 0.90        | 0.91        | 0.92        | 0.93        |
|  | <b>9.00</b>  |   | 0.73        | 0.80        | 0.83        | 0.87        | 0.89        | 0.90        | 0.91        |
|  | <b>12.00</b> |   | 0.68        | 0.76        | 0.80        | 0.85        | 0.88        | 0.89        | 0.90        |
|  | <b>15.00</b> |   | 0.65        | 0.73        | 0.77        | 0.83        | 0.86        | 0.88        | 0.89        |
| <b>Tubos pasamuros con entrada viva</b>      | <b>3.00</b>  |   | <b>0.80</b> | 0.81        | 0.80        | 0.79        | 0.77        | 0.76        | 0.75        |
|  | <b>6.00</b>  |   | 0.74        | 0.77        | 0.78        | 0.77        | 0.76        | 0.75        | 0.74        |
|  | <b>9.00</b>  |   | 0.69        | 0.73        | 0.75        | 0.76        | 0.75        | 0.74        | 0.74        |
|  | <b>12.00</b> |   | 0.65        | 0.70        | 0.73        | 0.74        | 0.74        | 0.74        | 0.73        |
|  | <b>15.00</b> |   | 0.62        | 0.68        | 0.71        | 0.73        | 0.73        | 0.73        | 0.72        |

Se consideró el valor de coeficiente de descarga para tubos de 0.80 cm

Se procedió al cálculo respectivo:

$$h_2 = \left( \frac{Q_{max\ diario}}{A} \right)^{2.00} * \left( \frac{1}{Cd} \right)^{2.00} * \left( \frac{1}{2 * g} \right)$$

$$h_2 = \left( \frac{1}{0.80} \right)^{2.00} * \left( \frac{Q_{max\ diario}}{A_{tub.\ salida}} \right)^{2.00} * \left( \frac{1}{2 * 9.81} \right)$$

$$h_2 = 0.0462\ m = 4.62\ cm$$

**h) Cálculo de la altura de volumen de funcionamiento del reservorio (H)**

$$H = h_1 + h_2 + \left(\frac{D_s}{2}\right)$$

$$H = 0.10 \text{ m} + 0.23 \text{ m} + \left(\frac{0.0381 \text{ m}}{2}\right)$$

$$H = 0.17 \text{ m}$$

$$V_{\text{func.}} = H * L^2$$

$$V_{\text{func.}} = 0.17 \text{ m} * (4.00 \text{ m})^2$$

$$V_{\text{func.}} = 2.64 \text{ m}^3$$

**i) Cálculo de dimensiones de la cuba cuadrada**

$$V_{\text{total de almacenamiento}} = 20.00 \text{ m}^3$$

**j) Cálculo de alturas parciales y “H” total de la cuba**

- Longitud de la cuba (L)= 4.00 m
- H de regulación (Hreg)= 0.59 m
- H de agua contra incendios (Hci)= 0.00 m
- H de reserva (Hreserva)= 0.51 m
- H de funcionamiento (Hfunc)= 0.17 m
- H total parcial de la cuba= 1.26 m
- Borde libre= 0.31 m
- H total de la cuba= 1.57 m

En base a lo estipulado en la RM 192 – 2018 - Opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento en el ámbito rural, tenemos lo siguiente:

**Tabla N°13.**

*Volumen del reservorio*

| RANGO          | V <sub>alm</sub> (REAL)                       | SE UTILIZA:       |
|----------------|---|-------------------|
| 1 – Reservorio | ≤ 5 m <sup>3</sup>                            | 5 m <sup>3</sup>  |
| 2 – Reservorio | > 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>  | 10 m <sup>3</sup> |
| 3 – Reservorio | > 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 15 m <sup>3</sup> | 15 m <sup>3</sup> |
| 4 – Reservorio | > 15 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup> | 20 m <sup>3</sup> |
| 5 – Reservorio | > 20 m <sup>3</sup> hasta ≤ 40 m <sup>3</sup> | 40 m <sup>3</sup> |
| 1 – Cisterna   | ≤ 5 m <sup>3</sup>                            | 5 m <sup>3</sup>  |
| 2 – Cisterna   | > 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>  | 10 m <sup>3</sup> |
| 3 – Cisterna   | > 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup> | 20 m <sup>3</sup> |



**Fuente:** RM 192 – 2018 - Opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento en el ámbito rural

Por lo tanto, considerando nuestro cálculo hidráulico de almacenamiento de agua del reservorio y en base a lo estipulado en las opciones tecnológicas, se considerará un reservorio de dimensiones de 4\*4\*1.57 para garantizar los 40.00 m<sup>3</sup> de almacenamiento de agua.

#### **4.2.2.3 Diseño de línea de aducción**

Posterior al cálculo de la línea de conducción, se procedió al cálculo la línea de aducción que comprende desde el reservorio hasta el empalme de la línea de distribución, asimismo para determinar el cálculo hidráulico se tomaron los siguientes datos:

Gasto de diseño (Q<sub>md</sub>)= 0.87 lt/s.

Longitud de tubería total (L)= 628.92 m.

Cota reservorio(R)= 640.01 msnm.

Cota de CRP-06= 625.05

Cota de empalme= 578.97

Tubería: PVC, clase 10 y – C=150

La carga disponible entre el reservorio y el empalme de la línea de distribución es de 61.04 m., siendo el valor no recomendado para que la presión máxima de trabajo soporte las tuberías PVC C-10, por lo que es necesario plantear la construcción de una cámara rompe presión en este tramo.

- **Cálculo hidráulico del Primer tramo:** El primer tramo se consideró desde el reservorio hasta la CRP-06.

- Cota reservorio= 640.01 msnm.

- Cota CRP-06 = 625.05 msnm.

- Longitud de tubería (L1) = 432.04 m.

- **Cálculo de la carga disponible del tramo:**

Carga Disponible= Cota reservorio-Cota CRP-06

Carga Disponible= 640.01 - 625.05

Carga Disponible= 14.96 m

- **Cálculo de la pérdida carga unitaria disponible (hf):**

$$H_f = \frac{\text{Carga disponible}}{871.276}$$

$$H_f = 0.035 \frac{m}{m} \gg 3.460 \frac{km}{m}$$

- **Cálculo del diámetro seleccionado:**

$$Q = 0.0004264 * C * (D_{int})^{2.63} * (hf)^{0.54}$$

$$D_{int} = \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (3.460)^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D_{int} = \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (1.149)^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D_{int} = 1.76 \text{ pulg} \gg \emptyset \text{ asumido } 2 \text{ pulg}$$

- **Cálculo de pérdida unitaria utilizando diámetro asumido:**

$$hf = \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (2)^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$hf = \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (2)^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$hf = 2.47 \frac{m}{km} \gg 0.0247 \text{ m/m}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga del tramo:**

$$H_f = H_f * L$$

$$H_f = 0.0247 * 432.4$$

$$H_f = 10.663 \text{ m}$$

- **Cálculo de la velocidad del flujo:**

$$V = 1.9735 * \frac{Q}{(D_{int})^2}$$

$$V = 1.9735 * \frac{1}{(2)^2}$$

$$V = 0.364 \text{ m/seg}$$

- **Cálculo de cota piezométrica:**

Cota Piezométrica CRP-06= Cota terreno. Reservorio – Hf

$$\text{Cota Piezométrica Reservorio} = 640.01 - 10.663$$

$$\text{Cota Piezométrica Reservorio} = 629.347 \text{ m}$$

- **Cálculo de presión final del tramo:**

Presión final del tramo= Cota Reservorio – Cota piez. Reservorio

$$\text{Presión final del tramo} = 640.01 - 629.347$$

$$\text{Presión final del tramo} = 10.663 \text{ m. c. a}$$

- **Cálculo hidráulico del segundo tramo:**

El segundo tramo se consideró desde la CRP-06 hasta el empalme de la línea de distribución.

- Cota CRP-06= 625.05 msnm.
- Cota empalme línea de distribución = 578.97 msnm.
- Longitud de tubería (L1) = 196.52 m.

- **Cálculo de la carga disponible del tramo:**

Carga Disponible= Cota CRP-Cota empalme

$$\text{Carga Disponible} = 625.05 - 578.97$$

$$\text{Carga Disponible} = 46.08 \text{ m}$$

- **Cálculo de la pérdida carga unitaria disponible (hf):**

$$H_f = \frac{\text{Carga disponible}}{871.276}$$

$$H_f = 0.234 \frac{\text{m}}{\text{m}} \gg 23.448 \frac{\text{km}}{\text{m}}$$

- **Cálculo del diámetro seleccionado:**

$$Q = 0.0004264 * C * (D_{int}^{2.63}) * (h_f^{0.54})$$

$$D_{int} = \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (23.448^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

$$D_{int} = \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (23.448^{0.54})} \right)^{1/2.63}$$

Dint.= 1.49 pulg >>  $\emptyset$  asumido 2 pulg

- **Cálculo de pérdida unitaria utilizando diámetro asumido:**

$$hf.= \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * (2^{2.63})} \right)^{1/0.54}$$
$$hf.= \left( \frac{1}{0.0004264 * 150 * (2^{2.63})} \right)^{1/0.54}$$
$$hf.= 2.47 \frac{m}{km} \gg 0.0247 m/m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga del tramo:**

$$Hf.= Hf * L$$

$$Hf.= 0.0247 * 196.52$$

$$Hf.= 4.846 m$$

- **Cálculo de la velocidad del flujo:**

$$V= 1.9735 * \frac{Q}{(Dint)^2}$$

$$V= 1.9735 * \frac{1}{(2)^2}$$

$$V= 0.364 m/seg$$

- **Cálculo de cota piezométrica:**

$$\text{Cota Piezométrica empalme} = \text{Cota terreno. CRP} - Hf$$

$$\text{Cota Piezométrica Empalme} = 625.05 - 4.846$$

$$\text{Cota Piezométrica Empalme} = 620.204 m$$

- **Cálculo de presión final del tramo:**

$$\text{Presión final del tramo} = \text{Cota Empalme} - \text{Cota CRP}$$

$$\text{Presión final del tramo} = 620.04 - 578.97$$

$$\text{Presión final del tramo} = 10.663 m.c.a$$

Es preciso indicar que, para el diseño de la línea de conducción que corresponde en dos tramos, desde el reservorio hasta la CRP-06 y desde la CRP-

07 hasta el empalme de la línea de distribución. Asimismo, para el modelamiento hidráulico se tomaron como base los siguientes datos:

- Caudal máximo diario (Qmd)
- Topología (Formato DXF)
- Topografía (Formato DXF)

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos con el software WaterCAD.

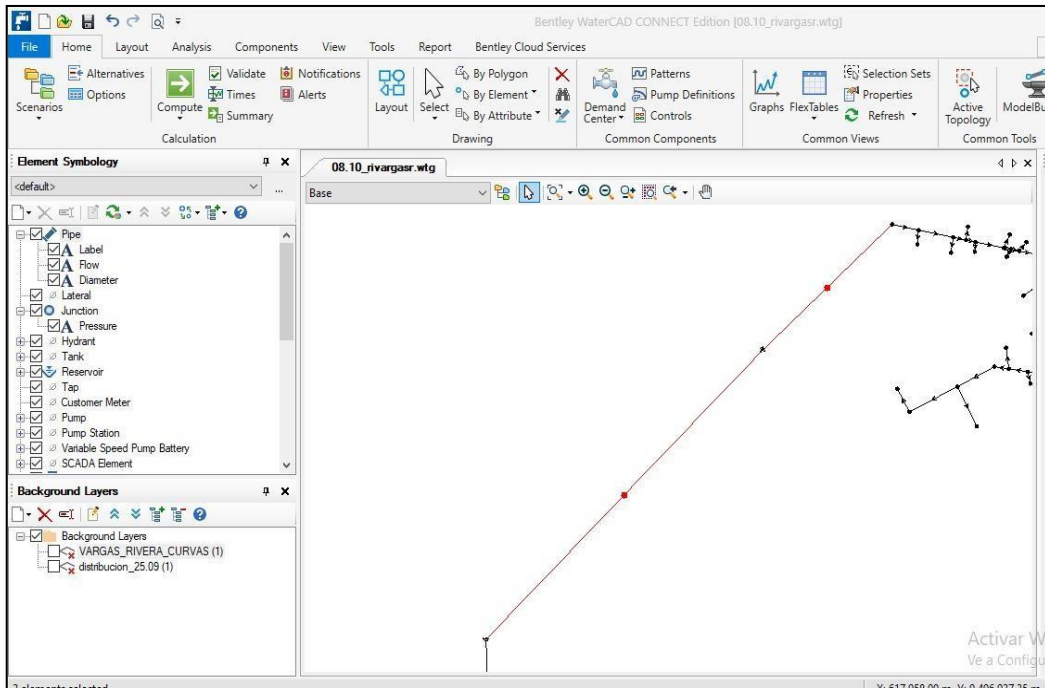
**Tabla N°14.**

*Resultados del modelamiento hidráulico- Línea de aducción*

| Tramo             | Longitud (metros) | Caudal Qmh (L/s) | Cota Terreno      |                 | Carga disponible del tramo | Pérdida de carga unitaria disponible hf (m/m) | Pérdida de carga unitaria disponible hf (m/km) | Diámetro calculado (Pulg) HAZEN WILLIAM | Diámetro comercial (Pulg) | Velocidad (m/s) | Pérdida de carga unitaria (Km/m) | Pérdida de carga unitaria (m/m) | Pérdida de carga por tramo (m/m) | Cota Piez. Reservoirio | Presion final (m.c.a) |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|---|--|---|---------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                   |                   |                  | Inicial (m.s.n.m) | Final (m.s.n.m) |                            |   |  |   |                           |                 |                                  |                                 |                                  | Inicial (m)            |                       |
| Reservorio- CRP01 | 432.4             | 0.87             | 640.01            | 625.05          | 14.96                      | 0.035   | 3.460  | 1.76                                    | 2                         | 0.364           | 2.47                             | 0.02                            | 10.663                           | 629.347                | 10.663                |
| CRP01-EMPALME     | 196.52            | 0.87             | 625.05            | 578.97          | 46.08                      | 0.234   | 23.448   | 1.49                                    | 2                         | 0.364           | 2.47                             | 0.02                            | 4.846                            | 620.204                | 41.234                |

Gráfico N°35.

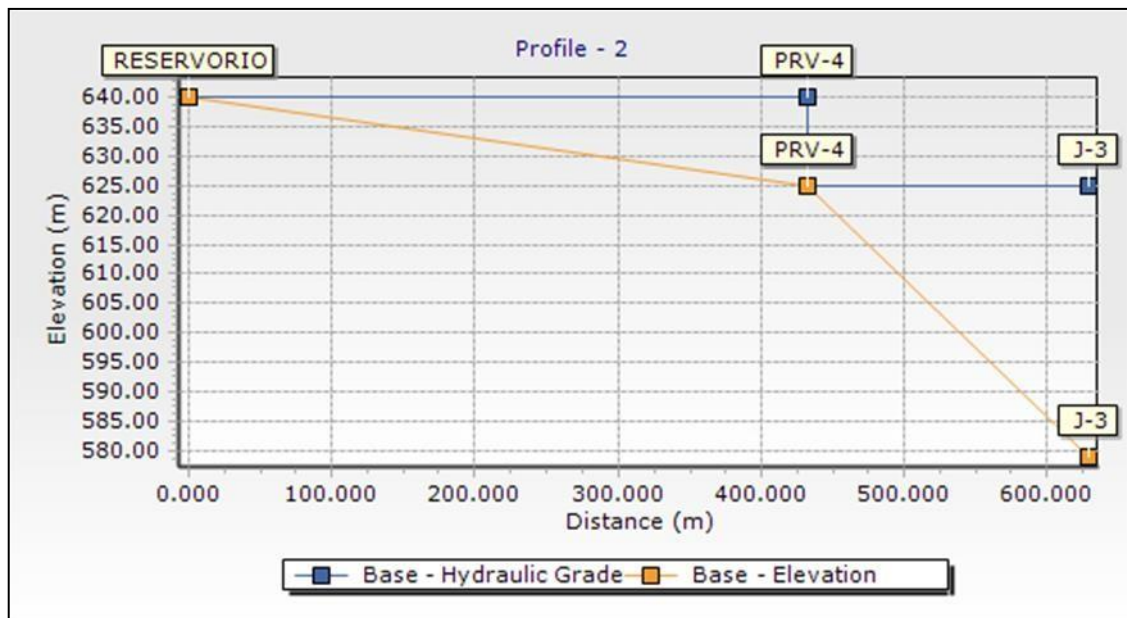
Vista en planta general de la línea de aducción



Fuente: Elaborado por los autores (2023)

Gráfico N°36.

Perfil Longitudinal- Línea de aducción



Fuente: Elaborado por los autores (2023)

✓ **Diseño hidráulico de la Cámara Rompe Presión (T-6):**

Para el diseño de la cámara rompe presión se consideró los siguientes criterios técnicos según la Norma Técnica de Diseño: **Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)**.

En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y la línea de empalme a la línea de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de una cámara rompe presión (CRP-T6) en este tramo.

**a) Diseño hidráulico y dimensionamiento**

▪ **Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión (Ht)**

$$H_t = A + H + x \text{ BL}$$

Donde:

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

A: altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)

BL: borde libre (se recomienda 40 cm)

Q<sub>mh</sub>: caudal máximo horario (l/s).

▪ **Cálculo de la carga requerida (H).**

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} \text{ y } V = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

$$V = 1.9735 * \frac{0.87}{1.5^2}$$

$$V = 0.76 \text{ m/seg}$$

Posterior a ello, realizaremos el cálculo de la carga requerida (H).

$$H = 1.56 \frac{0.76^2}{2(9.81)}$$

$$H = 0.045 \text{ m}$$

*Se asumirá un valor recomendado de H= 0.40 m*

▪ **Cálculo de la altura total de la CRP-06 (H).**

$$H_t = A + H + x BL$$

$$H_t = 0.10 + 0.40 + 0.40$$

$$H_t = 0.90 \text{ m}$$

▪ **Cálculo de la canastilla.**

Se recomienda un diámetro de la canastilla sea dos (02) veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2 \times D$$

$$D = 1.5''$$

$$D_c = 3 \text{ pulg}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D.

$$L = (3 \times D) \times 2.54 = 11.43 \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \times 2.54 = 22.56 \text{ cm}$$

*Por lo tanto, se asume una Longitud de canastilla de 20 cm.*

**Área de ranuras:**

$$A_r = 7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}^2$$

Área total de ranuras  $A_t = 2 A_s$ , considerando  $A_s$  como el área transversal de la tubería de salida.

$$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$$

$$A_s = \frac{\pi(0.381)^2}{4}$$

$$A_s = 11.40 \text{ cm}^2$$

Reemplazando en ranuras:

$$A_t = 2 A_s$$

$$A_t = 2(11.40) \text{ cm}^2$$

$$A_t = 22.80 \text{ cm}^2$$

El área total no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ ).

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$



$$A_t = 0.5 \times D_g \times 20$$

$$A_t = 76.20 \text{ cm}^2$$

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 65 \text{ ranuras}$$

### **Rebose:**

La tubería de rebose se calculará con la fórmula de Hazen y William ( $C=150$ ), en el cual se debe tener en cuenta el diámetro de la tubería, el  $Q_{md}$  (Caudal máximo diario l/s) y la pérdida de carga unitaria que se considera 0.010.

$$D = 4.63 \times \frac{Q_{md}^{0.38}}{150^{0.38} \times 0.01^{0.21}}$$

$$D = 2 \text{ pulg.}$$

*El cono de rebose será de 2" x 4"*

#### **4.2.1.4 Diseño de línea de distribución**

Posterior al cálculo de la línea de aducción, se procedió al cálculo la línea de distribución. Asimismo, para el modelamiento hidráulico se utilizó el programa WaterCAD. Dentro de los parámetros de diseño tenemos lo siguiente:

N° de viviendas: 66 viviendas

N° de habitantes por vivienda=. 5 hab

Población Actual= 395 habitantes

Tasa de crecimiento= 0.00%

Periodo de diseño= 20 años

Población futura= 395 habitantes

Dotación= 80 lts/hab/día

Caudal Promedio= 0.434 lt/s

Caudal máximo diario= 1 t/s

Caudal máximo horario= 0.87 lt/s

**Tabla N°15.**

*Reporte de Tuberías del Modelamiento Hidráulico.*

| Identificación | Etiqueta | Longitud (m) | Nodo de inicio | Nodo final  | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Velocidad (m/s) |
|----------------|----------|--------------|----------------|-------------|---------------|----------|------------------|-----------------|
| 168            | P-3      | 29.722       | J-3            | (Point)-125 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.314           |
| 169            | P-4      | 38.917       | (Point)-125    | (Point)-129 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.313           |
| 170            | P-5      | 14.388       | (Point)-129    | (Point)-123 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.311           |
| 171            | P-6      | 10.693       | (Point)-123    | (Point)-127 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.309           |
| 172            | P-7      | 31.699       | (Point)-127    | (Point)-121 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.307           |
| 173            | P-8      | 7.846        | (Point)-121    | (Point)-119 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.306           |
| 174            | P-9      | 9.144        | (Point)-119    | (Point)-117 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.304           |
| 176            | P-11     | 25.237       | (Point)-115    | (Point)-113 | 54.2          | PVC      | 150              | 0.378           |
| 177            | P-12     | 22.354       | (Point)-113    | (Point)-85  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.376           |
| 178            | P-13     | 31.315       | (Point)-85     | (Point)-81  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.375           |
| 179            | P-14     | 11.269       | (Point)-81     | (Point)-83  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.373           |
| 180            | P-15     | 19.516       | (Point)-83     | (Point)-79  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.371           |
| 181            | P-16     | 28.151       | (Point)-79     | (Point)-77  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.369           |
| 183            | P-17     | 41.174       | (Point)-77     | J-4         | 54.2          | PVC      | 150              | 0.368           |
| 184            | P-18     | 9.68         | J-4            | (Point)-75  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.368           |
| 185            | P-19     | 26.262       | (Point)-75     | (Point)-73  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.366           |
| 186            | P-20     | 32.453       | (Point)-73     | (Point)-71  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.364           |
| 188            | P-21     | 25.177       | (Point)-71     | J-5         | 54.2          | PVC      | 150              | 0.362           |
| 190            | P-22     | 97.498       | J-5            | J-6         | 54.2          | PVC      | 150              | 0.342           |
| 191            | P-23     | 8.035        | J-6            | (Point)-69  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.336           |
| 192            | P-24     | 46.77        | (Point)-69     | (Point)-67  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.335           |
| 194            | P-25     | 9.7          | (Point)-67     | J-7         | 54.2          | PVC      | 150              | 0.333           |
| 195            | P-26     | 19.152       | J-7            | (Point)-65  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.333           |
| 196            | P-27     | 15.82        | (Point)-65     | (Point)-61  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.331           |
| 197            | P-28     | 12.969       | (Point)-61     | (Point)-63  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.329           |
| 198            | P-29     | 14.123       | (Point)-63     | (Point)-57  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.328           |
| 199            | P-30     | 11.418       | (Point)-57     | (Point)-59  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.326           |
| 200            | P-31     | 18.15        | (Point)-59     | (Point)-55  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.324           |
| 201            | P-32     | 33.247       | (Point)-55     | (Point)-53  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.323           |
| 202            | P-33     | 32.969       | (Point)-53     | (Point)-51  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.321           |
| 203            | P-34     | 34.011       | (Point)-51     | (Point)-49  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.319           |
| 204            | P-35     | 8.457        | (Point)-49     | (Point)-47  | 54.2          | PVC      | 150              | 0.317           |

|     |      |        |             |             |      |     |     |       |
|-----|------|--------|-------------|-------------|------|-----|-----|-------|
| 206 | P-36 | 23.656 | (Point)-47  | J-8         | 54.2 | PVC | 150 | 0.316 |
| 207 | P-37 | 13.855 | J-8         | (Point)-45  | 54.2 | PVC | 150 | 0.316 |
| 208 | P-38 | 43.36  | (Point)-45  | (Point)-41  | 54.2 | PVC | 150 | 0.312 |
| 209 | P-39 | 37.592 | (Point)-41  | (Point)-35  | 54.2 | PVC | 150 | 0.31  |
| 210 | P-40 | 8.675  | (Point)-35  | (Point)-33  | 54.2 | PVC | 150 | 0.309 |
| 212 | P-42 | 12.569 | (Point)-39  | (Point)-37  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 213 | P-43 | 29.165 | (Point)-37  | (Point)-38  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 215 | P-44 | 18.073 | (Point)-117 | J-9         | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 216 | P-45 | 5.315  | J-9         | (Point)-115 | 54.2 | PVC | 150 | 0.38  |
| 217 | P-46 | 30.127 | J-9         | (Point)-111 | 54.2 | PVC | 150 | 0.323 |
| 218 | P-47 | 30.986 | (Point)-111 | (Point)-109 | 54.2 | PVC | 150 | 0.321 |
| 219 | P-48 | 14.271 | (Point)-109 | (Point)-105 | 54.2 | PVC | 150 | 0.319 |
| 220 | P-49 | 6.56   | (Point)-105 | (Point)-107 | 54.2 | PVC | 150 | 0.317 |
| 221 | P-50 | 22.989 | (Point)-107 | (Point)-103 | 54.2 | PVC | 150 | 0.316 |
| 224 | P-52 | 6.581  | J-10        | (Point)-101 | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 225 | P-53 | 12.033 | (Point)-101 | (Point)-99  | 54.2 | PVC | 150 | 0.305 |
| 226 | P-54 | 14.813 | (Point)-99  | (Point)-97  | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 227 | P-55 | 63.831 | (Point)-97  | (Point)-95  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 228 | P-56 | 52.62  | J-5         | (Point)-29  | 54.2 | PVC | 150 | 0.321 |
| 229 | P-57 | 12.652 | (Point)-29  | (Point)-27  | 54.2 | PVC | 150 | 0.319 |
| 230 | P-58 | 11.868 | (Point)-27  | (Point)-23  | 54.2 | PVC | 150 | 0.317 |
| 231 | P-59 | 15.614 | (Point)-23  | (Point)-25  | 54.2 | PVC | 150 | 0.316 |
| 232 | P-60 | 13.34  | (Point)-25  | (Point)-19  | 54.2 | PVC | 150 | 0.314 |
| 233 | P-61 | 10.838 | (Point)-19  | (Point)-21  | 54.2 | PVC | 150 | 0.312 |
| 234 | P-62 | 22.75  | (Point)-21  | (Point)-9   | 54.2 | PVC | 150 | 0.32  |
| 235 | P-63 | 11.377 | (Point)-9   | (Point)-1   | 54.2 | PVC | 150 | 0.309 |
| 236 | P-64 | 10.161 | (Point)-1   | (Point)-17  | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 237 | P-65 | 10.163 | (Point)-17  | (Point)-11  | 54.2 | PVC | 150 | 0.305 |
| 238 | P-66 | 27.191 | (Point)-11  | (Point)-13  | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 239 | P-67 | 58.079 | J-6         | (Point)-7   | 54.2 | PVC | 150 | 0.305 |
| 240 | P-68 | 36.756 | (Point)-7   | (Point)-5   | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 241 | P-69 | 8.439  | (Point)-5   | (Point)-3   | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 243 | P-70 | 15.171 | (Point)-125 | (Point)-126 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 244 | P-71 | 16.7   | (Point)-129 | (Point)-130 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 245 | P-72 | 14.533 | (Point)-123 | (Point)-124 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 246 | P-73 | 10.412 | (Point)-127 | (Point)-128 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 247 | P-74 | 15.539 | (Point)-121 | (Point)-122 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |

|     |       |        |             |             |      |     |     |       |
|-----|-------|--------|-------------|-------------|------|-----|-----|-------|
| 248 | P-75  | 9.037  | (Point)-119 | (Point)-120 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 249 | P-76  | 12.43  | (Point)-117 | (Point)-118 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 251 | P-77  | 14.047 | (Point)-103 | J-11        | 54.2 | PVC | 150 | 0.314 |
| 252 | P-78  | 16.26  | J-11        | J-10        | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 254 | P-79  | 39.297 | J-11        | J-12        | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 255 | P-80  | 25.383 | J-12        | (Point)-87  | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 256 | P-81  | 21.192 | (Point)-87  | (Point)-89  | 54.2 | PVC | 150 | 0.305 |
| 258 | P-82  | 15.902 | (Point)-89  | J-13        | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 259 | P-83  | 45.934 | J-13        | (Point)-91  | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 260 | P-84  | 59.3   | (Point)-91  | (Point)-93  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 261 | P-85  | 27.905 | (Point)-111 | (Point)-112 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 262 | P-86  | 13.232 | (Point)-109 | (Point)-110 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 263 | P-87  | 32.392 | (Point)-105 | (Point)-108 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 264 | P-88  | 21.053 | (Point)-107 | (Point)-108 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 265 | P-89  | 25.864 | (Point)-103 | (Point)-104 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 266 | P-90  | 12.689 | (Point)-87  | (Point)-88  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 267 | P-91  | 22.547 | (Point)-89  | (Point)-90  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 268 | P-92  | 47.264 | (Point)-91  | (Point)-92  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 269 | P-93  | 27.985 | (Point)-93  | (Point)-94  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 270 | P-94  | 27.975 | (Point)-101 | (Point)-102 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 271 | P-95  | 13.92  | (Point)-99  | (Point)-100 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 272 | P-96  | 48.72  | (Point)-97  | (Point)-98  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 273 | P-97  | 20.784 | (Point)-95  | (Point)-96  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 274 | P-98  | 12.638 | (Point)-115 | (Point)-116 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 275 | P-99  | 9.036  | (Point)-113 | (Point)-114 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 276 | P-100 | 10.155 | (Point)-85  | (Point)-86  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 277 | P-101 | 21.022 | (Point)-81  | (Point)-82  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 278 | P-102 | 15.415 | (Point)-83  | (Point)-84  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 279 | P-103 | 30.912 | (Point)-79  | (Point)-80  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 280 | P-104 | 54.89  | (Point)-77  | (Point)-78  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 281 | P-105 | 30.99  | (Point)-75  | (Point)-76  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 282 | P-106 | 27.514 | (Point)-73  | (Point)-74  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 283 | P-107 | 19.427 | (Point)-71  | (Point)-72  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 284 | P-108 | 9.966  | (Point)-29  | (Point)-30  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 285 | P-109 | 32.874 | (Point)-27  | (Point)-28  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 286 | P-110 | 41.771 | (Point)-23  | (Point)-24  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 287 | P-111 | 19.151 | (Point)-25  | (Point)-26  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |

|     |       |         |            |            |      |     |     |       |
|-----|-------|---------|------------|------------|------|-----|-----|-------|
| 288 | P-112 | 33.098  | (Point)-19 | (Point)-20 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 289 | P-113 | 15.039  | (Point)-21 | (Point)-22 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 290 | P-114 | 32.256  | (Point)-9  | (Point)-10 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 291 | P-115 | 74.107  | (Point)-1  | (Point)-2  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 292 | P-116 | 40.051  | (Point)-17 | (Point)-18 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 293 | P-117 | 39.62   | (Point)-11 | (Point)-12 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 294 | P-118 | 39.384  | (Point)-13 | (Point)-16 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 295 | P-119 | 7.175   | (Point)-69 | (Point)-70 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 296 | P-120 | 35.648  | (Point)-7  | (Point)-8  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 297 | P-121 | 72.914  | (Point)-3  | (Point)-4  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 298 | P-122 | 47.36   | (Point)-5  | (Point)-6  | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 299 | P-123 | 28.974  | (Point)-13 | (Point)-14 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 300 | P-124 | 8.2     | (Point)-67 | (Point)-68 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 301 | P-125 | 13.766  | (Point)-65 | (Point)-66 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 302 | P-126 | 15.726  | (Point)-61 | (Point)-62 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 303 | P-127 | 20.756  | (Point)-63 | (Point)-64 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 304 | P-128 | 23.839  | (Point)-57 | (Point)-58 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 305 | P-129 | 10.791  | (Point)-59 | (Point)-60 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 306 | P-130 | 29.45   | (Point)-55 | (Point)-56 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 307 | P-131 | 16.605  | (Point)-53 | (Point)-54 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 308 | P-132 | 13.344  | (Point)-51 | (Point)-52 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 309 | P-133 | 12.841  | (Point)-49 | (Point)-50 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 310 | P-134 | 25.176  | (Point)-47 | (Point)-48 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 311 | P-135 | 15.737  | (Point)-45 | (Point)-46 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 312 | P-136 | 17.417  | (Point)-45 | (Point)-44 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 313 | P-137 | 32.121  | (Point)-41 | (Point)-42 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 314 | P-138 | 42.635  | (Point)-35 | (Point)-36 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 315 | P-139 | 45.207  | (Point)-33 | (Point)-34 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 316 | P-140 | 23.411  | (Point)-39 | (Point)-40 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 318 | P-141 | 27.68   | (Point)-33 | J-14       | 54.2 | PVC | 150 | 0.307 |
| 319 | P-142 | 28.948  | J-14       | (Point)-39 | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 320 | P-143 | 67.608  | J-14       | (Point)-31 | 54.2 | PVC | 150 | 0.303 |
| 321 | P-144 | 44.225  | (Point)-31 | (Point)-32 | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 323 | P-145 | 53.902  | (Point)-31 | J-15       | 54.2 | PVC | 150 | 0.302 |
| 340 | P-153 | 432.4   | RESERVORIO | PRV-4      | 54.2 | PVC | 150 | 0.364 |
| 341 | P-154 | 196.52  | PRV-4      | J-3        | 54.2 | PVC | 150 | 0.364 |
| 342 | P-155 | 871.862 | CAPTACION  | RESERVORIO | 54.2 | PVC | 150 | 0.76  |

Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Tabla N°16.***Reporte Hidráulico de los Nodos(juction).*

| Identificación | Etiqueta   | Elevación (m) | Gradiente Hidráulico (m) | Presión (m H2O) |
|----------------|------------|---------------|--------------------------|-----------------|
| 95             | (Point)-40 | 614.54        | 624.88                   | 10              |
| 42             | (Point)-11 | 614.42        | 624.89                   | 10              |
| 53             | (Point)-12 | 613.04        | 624.89                   | 12              |
| 87             | (Point)-33 | 613           | 624.88                   | 12              |
| 94             | (Point)-4  | 612.97        | 624.89                   | 12              |
| 97             | (Point)-42 | 612.65        | 624.88                   | 12              |
| 93             | (Point)-39 | 612.5         | 624.88                   | 12              |
| 89             | (Point)-35 | 612.25        | 624.88                   | 13              |
| 322            | J-15       | 612.16        | 624.88                   | 13              |
| 317            | J-14       | 611.76        | 624.88                   | 13              |
| 88             | (Point)-34 | 611.73        | 624.88                   | 13              |
| 91             | (Point)-37 | 611.37        | 624.88                   | 13              |
| 69             | (Point)-17 | 611.31        | 624.89                   | 14              |
| 86             | (Point)-32 | 610.54        | 624.88                   | 14              |
| 66             | (Point)-14 | 610.49        | 624.89                   | 14              |
| 70             | (Point)-18 | 610.48        | 624.89                   | 14              |
| 116            | (Point)-6  | 609.57        | 624.89                   | 15              |
| 68             | (Point)-16 | 609.5         | 624.89                   | 15              |
| 152            | (Point)-92 | 609           | 624.93                   | 16              |
| 30             | (Point)-1  | 608.46        | 624.89                   | 16              |
| 96             | (Point)-41 | 608.33        | 624.88                   | 17              |
| 92             | (Point)-38 | 608           | 624.88                   | 17              |
| 85             | (Point)-31 | 606.63        | 624.88                   | 18              |
| 64             | (Point)-13 | 606.53        | 624.89                   | 18              |
| 149            | (Point)-9  | 605.5         | 624.89                   | 19              |
| 136            | (Point)-78 | 605.06        | 624.91                   | 20              |
| 72             | (Point)-2  | 604.64        | 624.89                   | 20              |
| 156            | (Point)-96 | 604.49        | 624.93                   | 20              |
| 75             | (Point)-22 | 604           | 624.89                   | 21              |
| 31             | (Point)-10 | 603.61        | 624.89                   | 21              |
| 138            | (Point)-8  | 603.47        | 624.89                   | 21              |
| 83             | (Point)-3  | 602.63        | 624.89                   | 22              |
| 73             | (Point)-20 | 602.52        | 624.89                   | 22              |
| 90             | (Point)-36 | 601.97        | 624.88                   | 23              |
| 74             | (Point)-21 | 601.62        | 624.89                   | 23              |
| 105            | (Point)-5  | 601.56        | 624.89                   | 23              |
| 157            | (Point)-97 | 600.71        | 624.93                   | 24              |
| 153            | (Point)-93 | 600.7         | 624.93                   | 24              |
| 71             | (Point)-19 | 600.32        | 624.89                   | 25              |
| 147            | (Point)-88 | 599.62        | 624.93                   | 25              |
| 148            | (Point)-89 | 599.62        | 624.93                   | 25              |
| 99             | (Point)-44 | 599.54        | 624.88                   | 25              |

|     |             |        |        |    |
|-----|-------------|--------|--------|----|
| 151 | (Point)-91  | 599.53 | 624.93 | 25 |
| 155 | (Point)-95  | 599.48 | 624.93 | 25 |
| 78  | (Point)-25  | 599.38 | 624.89 | 25 |
| 257 | J-13        | 599.13 | 624.93 | 26 |
| 32  | (Point)-100 | 598.51 | 624.93 | 26 |
| 159 | (Point)-99  | 598.42 | 624.93 | 26 |
| 146 | (Point)-87  | 598.34 | 624.93 | 27 |
| 76  | (Point)-23  | 598.24 | 624.89 | 27 |
| 79  | (Point)-26  | 598    | 624.89 | 27 |
| 81  | (Point)-28  | 598    | 624.89 | 27 |
| 103 | (Point)-48  | 597.49 | 624.88 | 27 |
| 80  | (Point)-27  | 597.06 | 624.89 | 28 |
| 34  | (Point)-102 | 596.43 | 624.93 | 28 |
| 150 | (Point)-90  | 596.4  | 624.93 | 28 |
| 84  | (Point)-30  | 596.11 | 624.89 | 29 |
| 127 | (Point)-7   | 595.69 | 624.89 | 29 |
| 253 | J-12        | 595.67 | 624.93 | 29 |
| 108 | (Point)-52  | 595.6  | 624.88 | 29 |
| 100 | (Point)-45  | 595.56 | 624.88 | 29 |
| 158 | (Point)-98  | 595.58 | 624.93 | 29 |
| 33  | (Point)-101 | 595.58 | 624.93 | 29 |
| 82  | (Point)-29  | 595.49 | 624.89 | 29 |
| 154 | (Point)-94  | 595    | 624.93 | 30 |
| 77  | (Point)-24  | 594    | 624.89 | 31 |
| 222 | J-10        | 593.85 | 624.93 | 31 |
| 101 | (Point)-46  | 593.53 | 624.88 | 31 |
| 36  | (Point)-104 | 593.02 | 624.93 | 32 |
| 38  | (Point)-106 | 592    | 624.93 | 33 |
| 107 | (Point)-51  | 591.85 | 624.88 | 33 |
| 109 | (Point)-53  | 591.29 | 624.88 | 34 |
| 104 | (Point)-49  | 590.6  | 624.88 | 34 |
| 250 | J-11        | 590.59 | 624.93 | 34 |
| 117 | (Point)-60  | 590.44 | 624.88 | 34 |
| 102 | (Point)-47  | 589.84 | 624.88 | 35 |
| 111 | (Point)-55  | 589.76 | 624.88 | 35 |
| 205 | J-8         | 589.65 | 624.88 | 35 |
| 35  | (Point)-103 | 589.6  | 624.93 | 35 |
| 45  | (Point)-112 | 589    | 624.93 | 36 |
| 37  | (Point)-105 | 588.94 | 624.93 | 36 |
| 115 | (Point)-59  | 588.75 | 624.88 | 36 |
| 39  | (Point)-107 | 588.78 | 624.93 | 36 |
| 41  | (Point)-109 | 588.69 | 624.93 | 36 |
| 130 | (Point)-72  | 588.59 | 624.89 | 36 |
| 106 | (Point)-50  | 588.49 | 624.88 | 36 |

|     |             |        |        |    |
|-----|-------------|--------|--------|----|
| 43  | (Point)-110 | 588.52 | 624.93 | 36 |
| 110 | (Point)-54  | 588.46 | 624.88 | 36 |
| 113 | (Point)-57  | 587.68 | 624.88 | 37 |
| 40  | (Point)-108 | 587.61 | 624.93 | 37 |
| 121 | (Point)-64  | 587.43 | 624.88 | 37 |
| 132 | (Point)-74  | 587.17 | 624.9  | 38 |
| 120 | (Point)-63  | 586.77 | 624.88 | 38 |
| 44  | (Point)-111 | 586.6  | 624.93 | 38 |
| 118 | (Point)-61  | 586.31 | 624.88 | 38 |
| 54  | (Point)-120 | 585.42 | 624.94 | 39 |
| 112 | (Point)-56  | 585.3  | 624.88 | 40 |
| 122 | (Point)-65  | 585.2  | 624.88 | 40 |
| 214 | J-9         | 585.21 | 624.93 | 40 |
| 48  | (Point)-115 | 585.11 | 624.93 | 40 |
| 50  | (Point)-117 | 584.93 | 624.94 | 40 |
| 52  | (Point)-119 | 584.79 | 624.94 | 40 |
| 62  | (Point)-128 | 584.8  | 624.95 | 40 |
| 135 | (Point)-77  | 584.73 | 624.91 | 40 |
| 55  | (Point)-121 | 584.67 | 624.94 | 40 |
| 46  | (Point)-113 | 584.53 | 624.93 | 40 |
| 114 | (Point)-58  | 584.4  | 624.88 | 40 |
| 119 | (Point)-62  | 584.38 | 624.88 | 40 |
| 123 | (Point)-66  | 584.37 | 624.88 | 40 |
| 129 | (Point)-71  | 584.28 | 624.89 | 41 |
| 51  | (Point)-118 | 584.18 | 624.94 | 41 |
| 61  | (Point)-127 | 584.13 | 624.95 | 41 |
| 144 | (Point)-85  | 584.09 | 624.92 | 41 |
| 143 | (Point)-84  | 584    | 624.92 | 41 |
| 182 | J-4         | 583.98 | 624.9  | 41 |
| 133 | (Point)-75  | 583.97 | 624.9  | 41 |
| 57  | (Point)-123 | 584    | 624.95 | 41 |
| 131 | (Point)-73  | 583.81 | 624.9  | 41 |
| 49  | (Point)-116 | 583.83 | 624.93 | 41 |
| 187 | J-5         | 583.74 | 624.89 | 41 |
| 47  | (Point)-114 | 583.61 | 624.93 | 41 |
| 65  | (Point)-130 | 583.58 | 624.96 | 41 |
| 63  | (Point)-129 | 583.57 | 624.96 | 41 |
| 56  | (Point)-122 | 583.53 | 624.94 | 41 |
| 137 | (Point)-79  | 583.49 | 624.91 | 41 |
| 125 | (Point)-68  | 583.32 | 624.88 | 41 |
| 193 | J-7         | 583.01 | 624.88 | 42 |
| 140 | (Point)-81  | 582.91 | 624.92 | 42 |
| 58  | (Point)-124 | 582.85 | 624.95 | 42 |
| 142 | (Point)-83  | 582.8  | 624.92 | 42 |

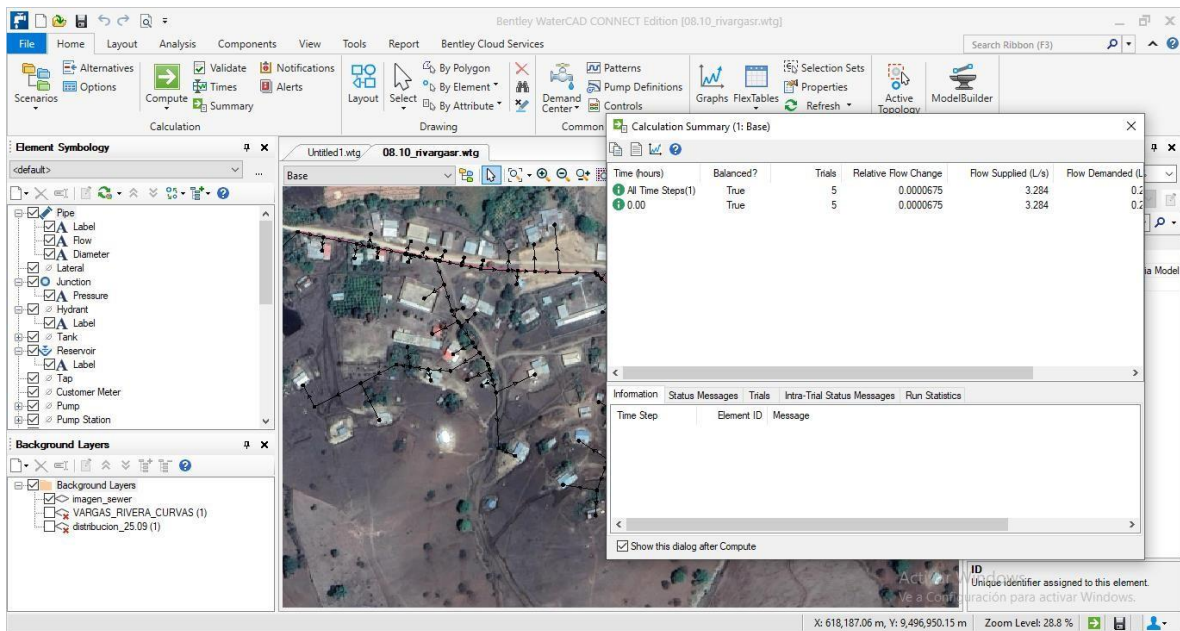


|     |             |        |        |    |
|-----|-------------|--------|--------|----|
| 145 | (Point)-86  | 582.53 | 624.92 | 42 |
| 124 | (Point)-67  | 582.41 | 624.88 | 42 |
| 60  | (Point)-126 | 582.3  | 624.97 | 43 |
| 134 | (Point)-76  | 581.49 | 624.9  | 43 |
| 59  | (Point)-125 | 581.39 | 624.97 | 43 |
| 141 | (Point)-82  | 580    | 624.92 | 45 |
| 139 | (Point)-80  | 579.07 | 624.91 | 46 |
| 166 | J-3         | 578.97 | 624.98 | 46 |
| 189 | J-6         | 576.93 | 624.89 | 48 |
| 126 | (Point)-69  | 576.86 | 624.89 | 48 |
| 128 | (Point)-70  | 575.38 | 624.89 | 49 |

Fuente: Elaboración propia. (2023)

Gráfico N°37.

Convergencia de modelo hidráulico, sin errores de unión en los elementos.



Fuente: Elaboración propia. (2023)

Con el reporte del modelamiento hidráulico de tuberías a partir del análisis del Software WaterCAD, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Velocidad Máxima: 0.76 m/s
- Velocidad Mínima: 0.302 m/s
- Presión Dinámica Máxima: 49.00 mca
- Presión Dinámica Mínima: 10.00 mca
- Tubería: DN54.2mm
- Coeficiente de Rugosidad: 150, según Hazen Williams – PVC

Por otro lado, se precisa que se ha considerado un pase aéreo en la quebrada existente, cuyas coordenadas son las siguientes:

**Tabla N°17.**

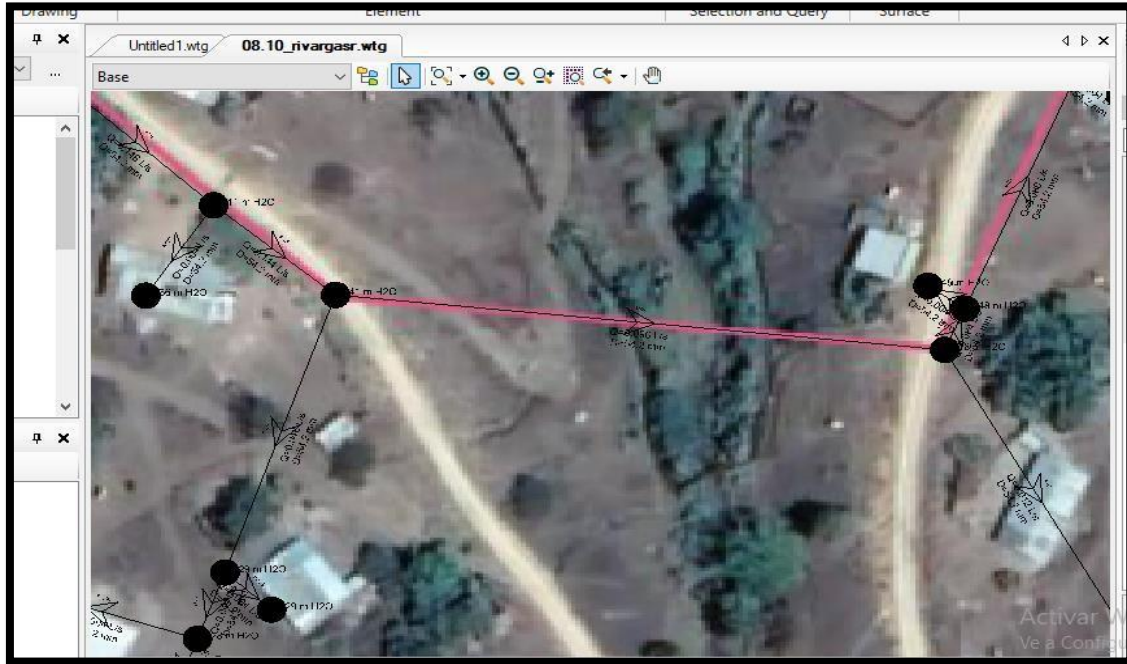
*Coordenadas y elevación del pase aéreo*

| <b>ID</b> | <b>Etiqueta</b> | <b>Elevación (m)</b> | <b>X (m)</b> | <b>Y (m)</b> |
|-----------|-----------------|----------------------|--------------|--------------|
| 187       | PASE AEREO      | 583.74               | 618,260.99   | 9,496,814.46 |
| 189       | PASE AEREO      | 576.93               | 618,358.00   | 9,496,804.64 |

**Fuente:** Elaboración propia. (2023)

Gráfico N°38.

Vista en planta del pase aéreo-Watercad



Fuente: Elaboración propia. (2023)

Gráfico N°39.

Captura satelital del Software Qgis. (2023)



Fuente: Elaboración propia (2023)

### 4.2.3 Diseño del sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado estará compuesto por buzones que estarán interconectados mediante tuberías de PVC con una sección circular de 200mm de diámetro, y longitudes que cumplen el criterio de la norma OS.070. Estas tuberías se encargarán de transportar y disponer de las aguas residuales hacia el buzón de Llegada (Outfall), el cual es una zanja abierta ubicado en la parte inicial de la trocha carrozable de la localidad de Sarayuyo.

Todos los buzones serán construidos con concreto simple y tendrán dimensiones que variarán desde 1.20 metros hasta 3.00 metros. Estos buzones se construirán con un diámetro interno de 1.20 metros, se les aplicara una demanda de acuerdo al número de viviendas que capte y los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes.

**Tabla N°18.**

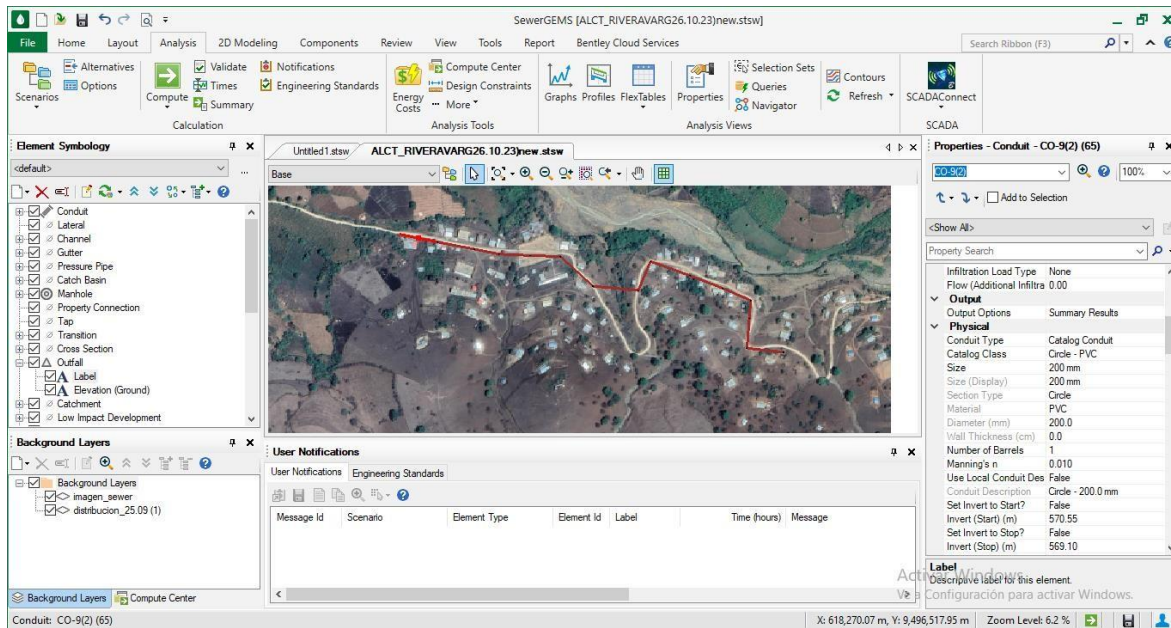
*Parámetros de diseño*

| DESCRIPCION                      | VALOR         | UNIDAD |
|----------------------------------|---------------|--------|
| Tasa de crecimiento              | 0             | %      |
| Población de diseño (hab)        | 66            | años   |
| Conex de desagües total estimada | 15            | und    |
| Contribución al outfall          | 80            | %      |
| Longitud de tubería              | 1             | km     |
| Numero de buzones                | 15            | und    |
| Periodo de Diseño                | 20            | años   |
| Caudal promedio                  | 0.434         | lt/s   |
| Caudal máximo horario            | 0.87          | lt/s   |
| Caudal máximo diario             | 1             | lt/s   |
| Velocidad mínima recomendada     | 3.0           | m/s    |
| Tirante máximo recomendado       | máx. 0.75 x D | -      |
| Qmin considerado por tramo       | 1.50          | l/s    |

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

Gráfico N°40.

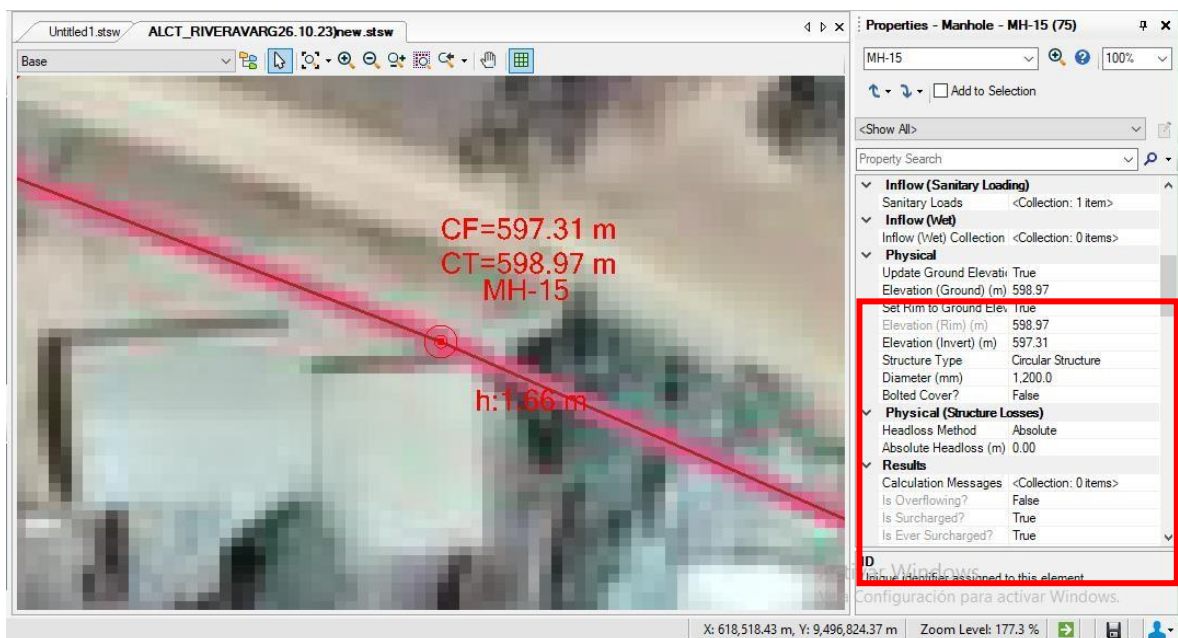
Interfaz de SewerGEMS



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°41.

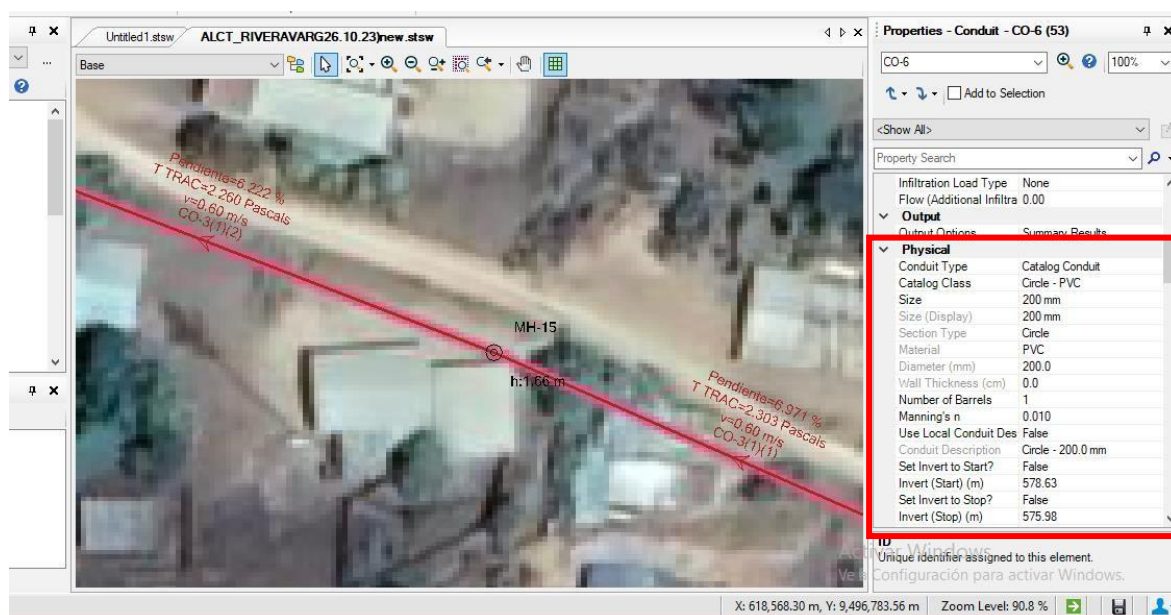
Análisis de los resultados en buzones incluye la evaluación de la cota de la tapa, la cota de fondo y la profundidad.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°42.

El análisis de los resultados en tuberías involucra la revisión de la velocidad, el caudal, la pendiente, el diámetro y la tensión tractiva.



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19.

Coordenadas de buzones

| LABEL         | X          | Y            |
|---------------|------------|--------------|
| MH-1          | 618,010.35 | 9,496,892.29 |
| MH-2          | 618,062.63 | 9,496,881.83 |
| MH-3          | 618,192.55 | 9,496,876.68 |
| MH-4          | 618,261.33 | 9,496,814.15 |
| MH-5          | 618,356.93 | 9,496,804.91 |
| MH-6          | 618,383.07 | 9,496,866.60 |
| MH-7          | 618,594.88 | 9,496,783.81 |
| MH-8          | 618,587.15 | 9,496,682.75 |
| MH-9-ARRANQUE | 618,664.44 | 9,496,674.21 |
| MH-10         | 617,932.43 | 9,496,907.35 |
| MH-11         | 618,466.60 | 9,496,836.41 |
| MH-12         | 618,591.92 | 9,496,746.02 |
| MH-13         | 618,128.18 | MANHOLE      |
| MH-14         | 618,536.15 | 9,496,809.59 |

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Tabla N°20.***Reporte de cálculo hidráulico de buzones*

| ID | Label         | Elevation (Ground) (m) | Elevation (Rim) (m) | Elevation (Invert) (m) | Flow (Total In) (L/s) | Flow (Total Out) (L/s) | Depth (Out) (m) | Hydraulic Grade Line (Out) (m) | Hydraulic Grade Line (In) (m) | Diameter (mm) |
|----|---------------|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | MH-1          | 575.16                 | 575.16              | 571.98                 | 0.54                  | 0.63                   | 0.02            | 572                            | 572                           | 1,200.00      |
| 2  | MH-2          | 576.88                 | 576.88              | 573.09                 | 0.51                  | 0.54                   | 0.02            | 573.11                         | 573.11                        | 1,200.00      |
| 3  | MH-3          | 579.87                 | 579.87              | 575.98                 | 0.37                  | 0.49                   | 0.02            | 576                            | 576                           | 1,200.00      |
| 4  | MH-4          | 581.73                 | 581.73              | 578.63                 | 0.25                  | 0.37                   | 0.02            | 578.64                         | 578.64                        | 1,200.00      |
| 5  | MH-5          | 583.69                 | 583.69              | 582.49                 | 0.2                   | 0.25                   | 0.01            | 582.5                          | 582.5                         | 1,200.00      |
| 6  | MH-6          | 588.11                 | 588.11              | 586.91                 | 0.18                  | 0.2                    | 0.01            | 586.92                         | 586.92                        | 1,200.00      |
| 7  | MH-7          | 602.73                 | 602.73              | 601.53                 | 0.08                  | 0.13                   | 0.01            | 601.54                         | 601.54                        | 1,200.00      |
| 8  | MH-8          | 612.81                 | 612.81              | 610.84                 | 0.02                  | 0.06                   | 0.01            | 610.84                         | 610.84                        | 1,200.00      |
| 9  | MH-9-ARRANQUE | 617.49                 | 617.49              | 616.29                 | 0                     | 0.02                   | 0               | 616.29                         | 616.29                        | 1,200.00      |
| 10 | MH-10         | 572.07                 | 572.07              | 570.55                 | 0.63                  | 0.66                   | 0.02            | 570.57                         | 570.57                        | 1,200.00      |
| 11 | MH-11         | 595.23                 | 595.23              | 593.61                 | 0.15                  | 0.18                   | 0.01            | 593.62                         | 593.62                        | 1,200.00      |
| 12 | MH-12         | 611.12                 | 611.12              | 606.99                 | 0.06                  | 0.08                   | 0.01            | 606.99                         | 606.99                        | 1,200.00      |
| 13 | MH-13         | 576.87                 | 576.87              | 574.52                 | 0.49                  | 0.51                   | 0.02            | 574.54                         | 574.54                        | 1,200.00      |
| 14 | MH-14         | 598.97                 | 598.97              | 597.31                 | 0.13                  | 0.15                   | 0.01            | 597.32                         | 597.32                        | 1,200.00      |

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

**Tabla N°21.***Reporte de cálculo hidráulico de Conductos (Colectores)*

| ID | Label      | Start Node     | Invert (m) | Stop Node | Invert (m) | Length (m) | Length (m) | Slope (%) | Section Type | Diameter (mm) | Manning's n |
|----|------------|----------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|--------------|---------------|-------------|
| 1  | CO-1       | MH-10-ARRANQUE | 616.29     | MH-9      | 610.84     | 77.8       | 77.8       | 7.011     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 2  | CO-4       | MH-7           | 586.91     | MH-6      | 582.49     | 67         | 67         | 6.597     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 3  | CO-5       | MH-6           | 582.49     | MH-5      | 578.63     | 96         | 96         | 4.025     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 4  | CO-6       | MH-5           | 578.63     | MH-4      | 575.98     | 93         | 93         | 2.848     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 5  | CO-8       | MH-3           | 573.09     | MH-2      | 571.98     | 53.3       | 53.3       | 2.078     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 6  | CO-9(1)    | MH-2           | 571.98     | MH-11     | 570.55     | 79.4       | 79.4       | 1.812     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 7  | CO-9(2)    | MH-11          | 570.55     | BUZON LLE | 569.1      | 83.1       | 83.1       | 1.74      | Circle       | 200           | 0.01        |
| 8  | CO-3(2)    | MH-12          | 593.61     | MH-7      | 586.91     | 98.1       | 88.8       | 6.825     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 9  | CO-2(1)    | MH-9           | 610.84     | MH-13     | 606.99     | 47         | 63.5       | 7.184     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 10 | CO-2(2)    | MH-13          | 606.99     | MH-8      | 601.53     | 54.6       | 37.9       | 8.000     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 11 | CO-7(1)    | MH-4           | 575.98     | MH-14     | 574.52     | 64.4       | 64.4       | 2.258     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 12 | CO-7(2)    | MH-14          | 574.52     | MH-3      | 573.09     | 65.6       | 65.6       | 2.183     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 13 | CO-3(1)(1) | MH-8           | 601.53     | MH-15     | 597.31     | 60.5       | 64.1       | 6.971     | Circle       | 200           | 0.01        |
| 14 | CO-3(1)(2) | MH-15          | 597.31     | MH-12     | 593.61     | 59.6       | 74.5       | 6.222     | Circle       | 200           | 0.01        |



**Tabla N°22.***Buzón de Llegada*

| ID | Label            | Elevation (Ground) (m) | Elevation (Invert) (m) | Hydraulic Grade (m) | Flow (Total Out) (L/s) |
|----|------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| 15 | BUZON DE LLEGADA | 575.97                 | 569.1                  | 569.11              | 0.66                   |

Fuente: Elaboración propia

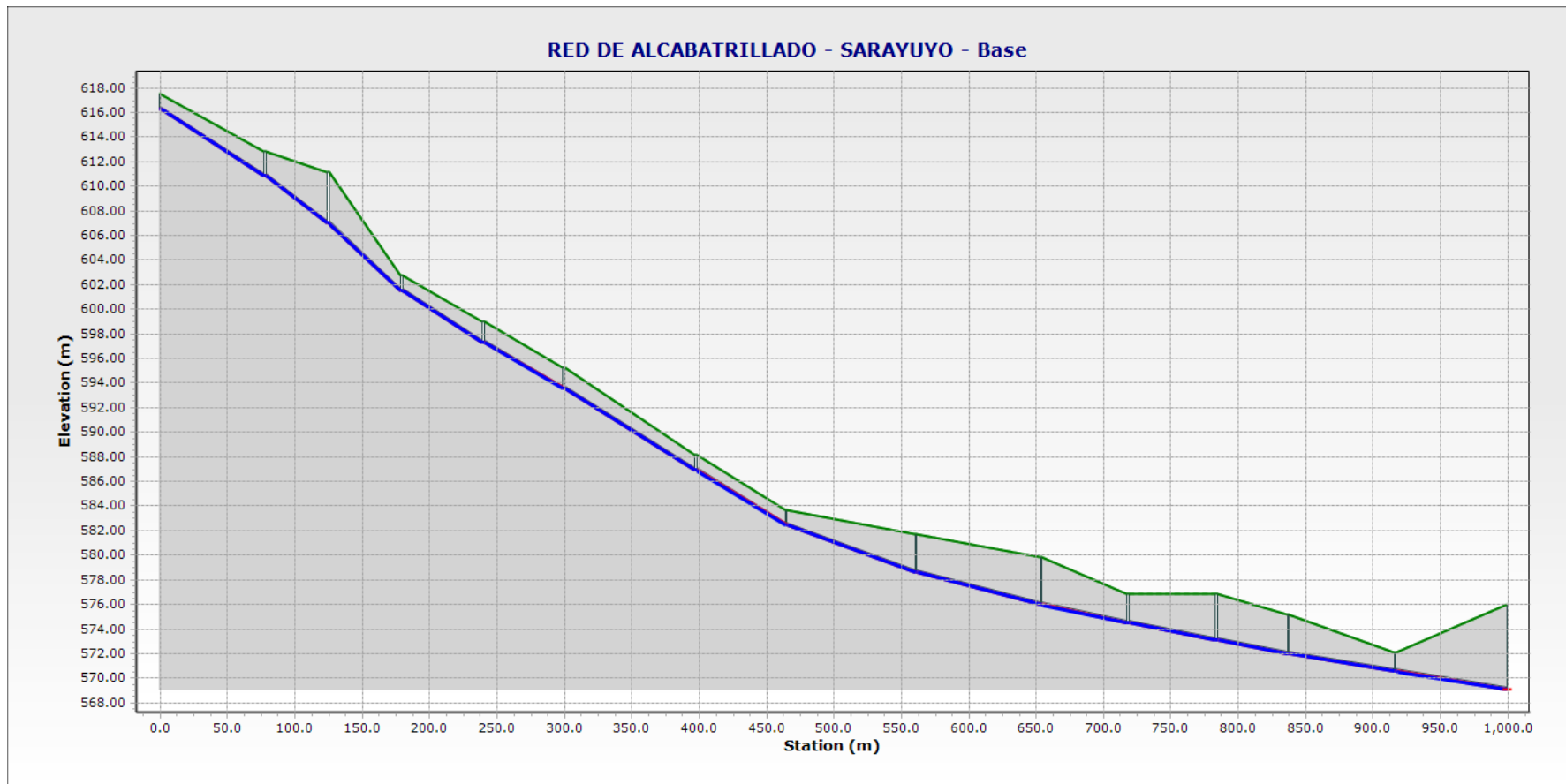
**Tabla N°23.***Reporte de cálculo hidráulico de Conductos (Colectores)*

| Velocity (m/s) | Depth (m) | Capacity(L/s) | Flow (%) | Depth (%) | Tractive (Pa) |
|----------------|-----------|---------------|----------|-----------|---------------|
| 0.32           | 0.01      | 112.9         | 0        | 2.5       | 1.005         |
| 0.66           | 0.01      | 109.51        | 0.2      | 6.1       | 2.73          |
| 0.6            | 0.01      | 85.54         | 0.3      | 7.1       | 2.048         |
| 0.6            | 0.02      | 71.96         | 0.6      | 8.4       | 1.876         |
| 0.6            | 0.02      | 61.47         | 1        | 9.9       | 1.754         |
| 0.6            | 0.02      | 57.4          | 1.2      | 10.4      | 1.692         |
| 0.6            | 0.02      | 56.25         | 1.3      | 9.1       | 1.675         |
| 0.65           | 0.01      | 111.39        | 0.2      | 5.6       | 2.653         |
| 0.5            | 0.01      | 121.98        | 0.1      | 3.4       | 1.817         |
| 0.59           | 0.01      | 134.83        | 0.1      | 4.1       | 2.433         |
| 0.6            | 0.02      | 64.07         | 0.8      | 9.1       | 1.788         |
| 0.6            | 0.02      | 62.99         | 0.9      | 9.4       | 1.775         |
| 0.6            | 0.01      | 112.58        | 0.1      | 4.8       | 2.303         |
| 0.6            | 0.01      | 106.36        | 0.2      | 5.2       | 2.26          |

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°43.

*Perfil longitudinal de inicio a fin de la red de alcantarillado*



**Fuente:** Elaboración propia

Mediante el análisis en el software SewerGEMS, se obtienen los siguientes datos a partir del reporte de buzones y tuberías:

- Tubería: DN200mm
- Porcentaje de llenado de tubería: 75%
- Pendiente Máxima: 8 % m/m
- Pendiente Mínima: 1.74 % m/m
- Velocidad Máxima: 0.66 m/s
- Velocidad Mínima: 0.32 m/s
- Tensión Tractiva Máxima: 2.73 Pa
- Tensión Tractiva Mínima: 1.005 Pa

#### **4.3 Docimasia de hipótesis:**

El informe de tesis ha abordado el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la localidad de Sarayuyo, ubicado en el Distrito de Suyo, Provincia de Ayabaca, Piura. Este proyecto surge como respuesta a las condiciones insatisfactorias que enfrenta la población de este asentamiento debido a la falta de acceso adecuado a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

Para llevar a cabo este diseño, se consideraron los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Estos parámetros fueron aplicados tanto en la planificación de la línea de aducción, la red de distribución de agua potable, como en la red de alcantarillado sanitario. Se utilizó el software WaterCAD y SewerGEMS para simular y modelar hidráulicamente estos sistemas. Se verificó que los resultados cumplieran con las normativas vigentes.

Como resultado, se logró un eficiente diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, beneficiando directamente a la población de la localidad de Sarayuyo del distrito de Suyo.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la localidad de Sarayuyo, ubicado en el Distrito de Suyo, se aplicaron criterios y parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en lo referente a Obras de Saneamiento. Esto aseguró el óptimo funcionamiento y una vida útil proyectada adecuada para el sistema.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico. Se conformó un equipo que incluía personal, materiales y equipos topográficos debidamente calibrados. Este equipo trabajó en campo durante 2 días, realizando el reconocimiento del terreno con la colaboración del presidente de la junta de moradores de la localidad de Sarayuyo. El propósito era identificar los puntos más adecuados para la colocación de estaciones que proporcionarían una visión completa del área del proyecto. Se recopilaron datos en la zona de estudio, así como en áreas adyacentes al proyecto, y se ubicaron puntos de referencia BM's. Posteriormente, se procesaron todos los datos utilizando el software AutoCAD Civil 3D, y Qgis3.32 lo que resultó en un perfil topográfico ondulado.

El diseño del Sistema de Agua Potable se llevó a cabo utilizando el software WaterCAD. Se implementó un enfoque de circuito abierto, priorizando la operatividad y la confiabilidad sobre consideraciones económicas. Esto garantizó una eficiencia óptima y un servicio confiable.

El diseño del Sistema de Alcantarillado se realizó con el uso del software SewerGEMS, y se optó por un Sistema de Alcantarillado Convencional. Este sistema está compuesto por tuberías de PVC-SN4 tipo UF de DN200, conectadas a través de 15 buzones ubicados en diversos tramos de la trocha carrozable en la localidad de Sarayuyo. Estos buzones se encargan de recolectar las aguas residuales y dirigirlas hacia su disposición final.

Los resultados obtenidos para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario se han verificado para asegurar que cumplan con los parámetros de diseño, incluyendo pérdida de carga, velocidad, pendiente, diámetros, presiones, entre otros.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que la topografía de la zona del proyecto es de tipo ondulado, ya que las pendientes observadas se encuentran en el rango de 2% a 8%.
  
- Se proyecta una población futura igual a la actual debido a que nuestra tasa de crecimiento poblacional es negativa, considerando en el presente proyecto un valor de tasa igual a 0 durante un período de 20 años, desde el año 2023, considerado como año 0, hasta el año 2043, que corresponde al año 20.
  
- El sistema de Agua Potable trabajará por gravedad teniendo como fuente abastecimiento el manantial de ladera existente, este abastecerá al reservorio proyectado(R1), ubicado al sudoeste de la localidad de Sarayuyo.
  
- La Red de Distribución de Agua Potable estará compuesta por tuberías de PVC-C10 SP (2") de tipo UF, sumando una longitud total de 1 km. También se instalarán una válvula de purga, una válvula de aire y una cámara rompe presión tipo 6.
  
- Las conexiones domiciliarias de agua potable serán realizadas con tubería PVC-C10 DN20 (2") Tipo UF para las 66 unidades, que incluyen 64 viviendas, un lote destinado para servicios comunales y un área designada para recreación pública.
  
- La Red de Alcantarillado estará compuesta por tuberías de PVC DN200 (8") de la Serie SN4 Tipo UF, con una longitud de 999.4 metros asumida como 1km. Además, se incluirán 15 buzones de concreto ( $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) ubicados en diversas ubicaciones. Estos buzones permitirán que las aguas residuales lleguen a su punto de disposición final al conectarse con el buzón proyectado (Bz - Llegada).

## RECOMENDACIONES

- Para llevar a cabo el levantamiento topográfico, es aconsejable seguir los procedimientos mencionados previamente y, en particular, asegurarse de utilizar equipos que estén debidamente calibrados. Esto garantizará la confiabilidad de los datos y simplificará las tareas posteriores en el entorno de trabajo.
- Los estándares y parámetros de diseño se tomarán del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Cualquier desviación con respecto a las normas secundarias debe contar con un respaldo y justificación adecuados.
- El diseño de la Red de Agua Potable y Alcantarillado se llevará a cabo utilizando los programas WaterCAD y SewerGEMS. Estas herramientas permiten efectuar cálculos precisos y minuciosos para planificar los elementos de cada sistema. Además, proporcionan la flexibilidad necesaria para explorar diversas posibilidades, lo que facilita la búsqueda de soluciones económicas que se ajusten a los costos del mercado.
- Es esencial tener en consideración que las tareas de mantenimiento deben ser realizadas por personal competente que cuente con un conocimiento adecuado sobre los componentes tanto del sistema de Agua Potable como del sistema de Alcantarillado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alfaro y Rodríguez (2019), en su investigación “Propuesta de Diseño de un Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para el Caserío el progreso, aplicando fórmulas matemáticas y el uso del Software Watergems y Sewergems”. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7385>

Apaza (2016). Evaluación técnica y propuesta de diseño mejorado de letrinas en el centro poblado de Maquercota del distrito de Pilcuyo – Ilave.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5420>

Barreto Tejada Juan Alejandro en su libro de “Potabilización de Agua: Principios de Diseño, Control de Procesos y Laboratorio”.

[https://books.google.com.co/books?id=3uk0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=3uk0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Colan (2019). “ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE LOS SISTEMAS CONVENCIONALES Y CONDOMINIALES PARA UNA RED DE ALCANTARILLADO EN EL AA. HH CIUDAD DEL SOL- 26 DE OCTUBRE- PIURA”, (Tesis Título Profesional). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1600/CIV-COL-MAZ-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión Nacional del Agua, (2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. Coyoacán, México, D.F. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos.

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

Consortio de Saneamiento Colquepata (2018).

[Información Turística – Municipalidad de Colquepata](#)  
[\(municolquepata.gob.pe\)](#)

Dete y Pérez (2017). “EVALUACIÓN SANITARIA EN LA DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS EN EL CENTRO POBLADO CORDILLERA ANDINA, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO MAYO, MOYOBAMBA”, (Tesis Título Profesional). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3904>

ENAPRES, 2022. Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026. Lima, Perú  
Fondo de las Naciones Unidas para la infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2020. Saneamiento para mejorar la salud, los entornos, las economías y las sociedades. New York.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2648833/PNS%20%281%29.pdf.pdf?v=1661013508>

Herrera y Roque (2019). Diseño del sistema de agua potable, y alcantarillado del asentamiento humano Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque. (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Perú.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6594/Herrera%20Fernandez%20Edgar%20%26%20Joel%20Roque%20Rinza%20Cristian%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lizana (2018). “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CASERÍO VILLA PALAMBLA”, (Tesis Título Profesional). Universidad de Piura, Piura, Perú.  
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3636>



Pacheco y León (2010). *Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas alto andinas.*

<https://www1.paho.org/per/images/stories/pyp/per37/24.pdf>

Reglamento nacional de edificaciones (2021).

[Reglamento Nacional de Edificaciones \(Actualizado al 2021\) - INAGEP](#)

Reglamento Nacional de Edificaciones, Obras de Saneamiento (OS.030, OS.050, OS.070 y OS.100).

<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2020). Norma OS.010. Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686370/OS.010%20Captaci%C3%B3n%20y%20conducci%C3%B3n%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf?v=1641411243>

Reyes (2016). *Análisis de la Gestión Comercial de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Catón Eloy Alfaro de la Provincia de Esmeraldas. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Nacional de Quevedo.*

<https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/919>

Velasco (2021). "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASCÓN, TRAPOSA, PAPAYO-DESAGUADERO, DISTRITO DE PÍTIPO, PROVINCIA DE FERRÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE", (Tesis Título Profesional). Universidad Católica Santo Domingo de Lambayeque, Chiclayo, Perú.

<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/3904>

IX. ANEXOS

ANEXO 01: PADRON DE USUARIOS

| PADRON DE USUARIOS DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SARAYUVO DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYACACA, REGION PERU. |                            |            |       |
|---|----------------------------|------------|-------|
| N°  | ADMIERE Y APELLIDOS        | HABITANTES | FIRMA |
| 1   | Rosmeri Aguirre Jimenez    | 1          | RAS   |
| 2   | Mauro Abad Alberca         | 3          | MAA   |
| 3   | Pedro Abad Alberca         | 6          | PA    |
| 4   | Agueda Guerrero Abad       | 9          | GA    |
| 5   | Segundo Abad Tahuana       | 6          | SA    |
| 6   | Santiago Alberca Cocios    | 6          | SA    |
| 7   | Robert Alberca Campos      | 5          | RA    |
| 8   | Alexander Alberca Campos   | 9          | AA    |
| 9   | Daniel Maza Alberca        | 4          | DA    |
| 10  | Ricardo Alberca Maza       | 2          | RA    |
| 11  | Brenda Pazmi Abad Avila    | 6          | BA    |
| 12  | Antonio Abad Gonzalo       | 8          | AA    |
| 13  | Anastacia Avendaño Simanas | 6          | AA    |
| 14  | Rosita Avila Abad          | 9          | RA    |
| 15  | Duber Avila Jaba           | 4          | DA    |
| 16  | Segundo Avila Jaba         | 8          | SA    |
| 17  | Junior Avila Jaba          | 6          | JA    |
| 18  | Jonny Avila Jaba           | 3          | JA    |
| 19  | Manuel Avila Rivera        | 9          | MA    |
| 20  | Florencia Avila Rivera     | 6          | FA    |
| 21  | Octavio Avila Portocarrero | 6          | OA    |



| PADRON DE USUARIOS DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SARAYUJO DISTRITO DE SEYO, PROVINCIA DE AYARACA, REGION PIURA |                               |            |                    |
|---|-------------------------------|------------|--------------------|
| N°  | NOMBRE Y APELLIDOS            | HABITANTES | FIRMA              |
| 22  | Pedro Acuña Castilla          | 5          | <i>[Signature]</i> |
| 23  | Juan Acuña Jimenez            | 9          | <i>[Signature]</i> |
| 24  | Raul Balazar Goona            | 8          | <i>[Signature]</i> |
| 25  | Jorge Balazar Goona           | 9          | <i>[Signature]</i> |
| 26  | Luis Balazar Goona            | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 27  | Mauricio Balazar Celi         | 8          | <i>[Signature]</i> |
| 28  | Juan Carlos Balazar Guerrero  | 5          | <i>[Signature]</i> |
| 29  | Paula Balazar Guerrero        | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 30  | Muriela Balazar Chinchay      | 3          | <i>[Signature]</i> |
| 31  | Reiser Balazar Mandragón      | 9          | <i>[Signature]</i> |
| 32  | Antero Cacias Veliz           | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 33  | Eladio Cacias Veliz           | 8          | <i>[Signature]</i> |
| 34  | Benito Cacias Avila           | 9          | <i>[Signature]</i> |
| 35  | Persy Cacias Avila            | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 36  | Miguel Cordova Mandragón      | 8          | <i>[Signature]</i> |
| 37  | Francisco Carrasco Pentado    | 4          | <i>[Signature]</i> |
| 38  | Lider Campos Castilla         | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 39  | Lindán Campos Castilla        | 9          | <i>[Signature]</i> |
| 40  | Concepción Cuzquisandar Vespa | 6          | <i>[Signature]</i> |
| 41  | Segunda Cuzquisandar Vespa    | 5          | <i>[Signature]</i> |
| 42  | Salomón Chinchay Zulueta      | 8          | <i>[Signature]</i> |

| PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SARAYUYO, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYARACA, REGIÓN PICHUA |                            |               |                    |
|---|----------------------------|---------------|--------------------|
| N°  | NOMBRE Y APELLIDOS         | N° HABITANTES | FIRMA              |
| 43  | Elius Almonaco Jimenez     | 6             | Elius Almonaco     |
| 44  | Elicodoro Almonaco Jimenez | 6             | Elicodoro Almonaco |
| 45  | Segundo Delgado Alvarez    | 8             | Segundo delgado    |
| 46  | Jesus Delgado Alvarez      | 1             | Jesus Delgado      |
| 47  | Armas Dominguez Campoverde | 8             | Armas Dominguez    |
| 48  | Edgar Delgado Flores       | 4             | Edgar Delgado      |
| 49  | Concepcion Garcia Perez    | 6             | Concepcion Garcia  |
| 50  | Matilde Garcia rosquez     | 9             | Matilde Garcia     |
| 51  | Alcides Herrera Abad       | 6             | Alcides            |
| 52  | Moyses Jaba Bernaldes      | 6             | Moyses Jaba        |
| 53  | Manuel Jimenez Veliz       | 6             | Manuel Jimenez     |
| 54  | Israel Jimenez Veliz       | 6             | Israel Jimenez     |
| 55  | José Jimenez Veliz         | 5             | José               |
| 56  | Patricia Jimenez Arriola   | 6             | Patricia Jimenez   |
| 57  | Eugenio Jimenez Tabapina   | 9             | Eugenio Jimenez    |
| 58  | Hernan Jimenez Campoverde  | 8             | Hernan             |
| 59  | Graciela Jaba Mubalino     | 1             | Graciela           |
| 60  | Fernanda Ludena Rivera     | 6             | Fernanda           |
| 61  | Francisco Mandragón Ludena | 5             | Francisco          |
| 62  | Rodolfo Mandragón Ludena   | 6             | Rodolfo            |
| 63  | Elio Mandragón Ludena      | 9             | Elio               |

| PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE SARAYUYO, DISTRITO DE SUYO, PROVINCIA DE AYARACA, REGIÓN PICHUA |                             |               |             |
|---|-----------------------------|---------------|-------------|
| N°  | NOMBRE Y APELLIDOS          | N° HABITANTES | FIRMA       |
| 64  | Evangelista Mandragón mauer | 8             | Evangelista |
| 65  | Reduindo maza Soranga       | 4             | Reduindo    |
| 66  | Flavio maza Cordova         | 2             | Flavio      |

## ANEXO 02: INFORME DE TOPOGRAFIA



### **CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.**

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

---

### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA ELABORACION DE TESIS DEL PROYECTO:**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE  
SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES  
WATERCAD Y SEWERGEMS”**

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
.....  
Luzmila Alvarado Rivera Delgado  
GERENTE GENERAL



# CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

## 1.0.- RESUMEN EJECUTIVO

A solicitud del Cliente se hizo el Levantamiento Topográfico: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS"** ubicada en la localidad de Sarayuyo, en el Distrito de Suyo. El resultado del trabajo desarrollado se refleja en la elaboración de Planos de Planta y/o curvas de nivel, Secciones Longitudinales de las Líneas de tuberías, Ubicación de zonas de las estructuras en la del proyecto.

El levantamiento fue en un terreno accidentado y se tuvo que levantar un promedio de 155 puntos por la topografía agreste y ondulada de la zona además levantamiento de viviendas, accesos, y las zonas donde se proyectaran las obras de arte.

Las curvas de nivel se han trabajado a 2.00 mts debido a la pendiente promedio de 30% en la sección longitudinal.

Realizándose un levantamiento topográfico por toda la zona denominada por donde se realizarán los trabajos de Instalación del sistema de agua y eliminación de excretas.

Para los trabajos en el campo y gabinete se ha utilizado equipos de Tecnología reciente Estación Total y Software como AutoCAD Civil 3D versión 2022, AutoCAD versión 2022, entre otros.

## 2.0.- MEMORIA DESCRIPTIVA

### 2.1.- ASPECTOS GENERALES

#### 2.1.1 UBICACIÓN.

La ubicación del Levantamiento Topográfico Proyecto **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS"** es el siguiente:

Región : Piura  
Departamento : Piura  
Provincia : Ayabaca  
Distrito : Suyo  
Localidad : Sarayuyo

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
Luzmila Alfrado Alvarado Delgado  
GERENTE GENERAL



## **CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.**

**EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561**

### **2.1.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.**

El objetivo de dicho trabajo topográfico son brindar la información necesaria topográficamente y el replanteo total del área en mención dicha información será de mucha utilidad para el procesamiento de datos y diseño de las estructuras a considerar dentro del proyecto.

### **2.1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La ejecución del proyecto se justifica porque de ser construida elevará la calidad de vida de la población y reducción de las enfermedades diarreicas y otros.

### **2.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

#### **2.2.1.- ACCESO A ZONA DEL PROYECTO**

Para llegar a la localidad donde se ejecutará el proyecto existe una vía Carrozable, y se demora hasta 30.00 minutos en vehículos motorizados aproximadamente.

#### **2.2.2.- CLIMA**

La zona donde se ejecuta el proyecto es típica de la sierra alto andina de Piura.

#### **2.2.3.- TOPOGRAFÍA**

El área del proyecto presenta un relieve en su mayor extensión ondulado, con características propias de la cordillera de los andes, constituida por una alineación de elevaciones que forman una cadena de cerros.

**CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.**  
\*\*\*\*\*  
Ing. Alfredo Flores Delgado  
GERENTE GENERAL





# CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

### 3. Coordenadas de levantamiento

#### 3.1. Coordenadas UTM entregadas:

| ID | X          | Y            | Z       |
|----|------------|--------------|---------|
| 1  | 618,209.28 | 9,496,672.53 | 608.460 |
| 2  | 618,244.71 | 9,496,676.23 | 603.610 |
| 3  | 618,060.95 | 9,496,747.41 | 598.510 |
| 4  | 618,069.77 | 9,496,765.57 | 595.580 |
| 5  | 618,044.28 | 9,496,754.05 | 596.430 |
| 6  | 618,050.47 | 9,496,796.72 | 589.600 |
| 7  | 618,028.22 | 9,496,783.54 | 593.020 |
| 8  | 618,033.65 | 9,496,821.01 | 588.940 |
| 9  | 618,004.56 | 9,496,806.75 | 592.000 |
| 10 | 618,037.38 | 9,496,815.62 | 588.780 |
| 11 | 618,053.13 | 9,496,829.59 | 587.610 |
| 12 | 618,026.70 | 9,496,833.48 | 588.690 |
| 13 | 618,202.23 | 9,496,653.46 | 614.420 |
| 14 | 618,039.65 | 9,496,836.19 | 588.520 |
| 15 | 618,018.13 | 9,496,863.26 | 586.600 |
| 16 | 617,995.19 | 9,496,847.38 | 589.000 |
| 17 | 618,037.91 | 9,496,885.55 | 584.530 |
| 18 | 618,040.77 | 9,496,894.12 | 583.610 |
| 19 | 618,013.16 | 9,496,890.51 | 585.110 |
| 20 | 618,019.08 | 9,496,901.67 | 583.830 |
| 21 | 617,990.23 | 9,496,895.10 | 584.930 |
| 22 | 617,998.36 | 9,496,904.50 | 584.180 |
| 23 | 617,981.26 | 9,496,896.89 | 584.790 |
| 24 | 618,239.41 | 9,496,639.78 | 613.040 |
| 25 | 617,976.80 | 9,496,889.03 | 585.420 |
| 26 | 617,973.57 | 9,496,898.43 | 584.670 |
| 27 | 617,979.98 | 9,496,912.59 | 583.530 |
| 28 | 617,932.00 | 9,496,906.75 | 584.000 |
| 29 | 617,934.04 | 9,496,921.14 | 582.850 |
| 30 | 617,879.74 | 9,496,917.21 | 581.390 |
| 31 | 617,878.35 | 9,496,902.10 | 582.300 |
| 32 | 617,942.49 | 9,496,904.65 | 584.130 |
| 33 | 617,941.52 | 9,496,894.28 | 584.800 |
| 34 | 617,917.93 | 9,496,909.75 | 583.570 |
| 35 | 618,192.81 | 9,496,627.96 | 606.530 |
| 36 | 617,915.45 | 9,496,893.24 | 583.580 |

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
 \*\*\*\*\*  
 Legales Alfredo Flores Delgado  
 DIRECTOR GENERAL



## CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

|    |            |              |         |
|----|------------|--------------|---------|
| 37 | 618,191.12 | 9,496,599.03 | 610.490 |
| 38 | 618,153.93 | 9,496,634.22 | 609.500 |
| 39 | 618,205.75 | 9,496,663.00 | 611.310 |
| 40 | 618,172.08 | 9,496,684.69 | 610.480 |
| 41 | 618,224.86 | 9,496,714.71 | 600.320 |
| 42 | 618,281.70 | 9,496,656.82 | 604.640 |
| 43 | 618,194.84 | 9,496,728.65 | 602.520 |
| 44 | 618,221.10 | 9,496,704.54 | 601.620 |
| 45 | 618,206.59 | 9,496,700.58 | 604.000 |
| 46 | 618,234.89 | 9,496,741.87 | 598.240 |
| 47 | 618,274.80 | 9,496,729.52 | 594.000 |
| 48 | 618,229.48 | 9,496,727.22 | 599.380 |
| 49 | 618,247.44 | 9,496,720.56 | 598.000 |
| 50 | 618,239.00 | 9,496,753.00 | 597.060 |
| 51 | 618,207.69 | 9,496,763.00 | 598.000 |
| 52 | 618,243.39 | 9,496,764.87 | 595.490 |
| 53 | 618,409.55 | 9,496,715.16 | 602.630 |
| 54 | 618,250.81 | 9,496,758.22 | 596.110 |
| 55 | 618,598.05 | 9,496,612.47 | 606.630 |
| 56 | 618,554.88 | 9,496,602.90 | 610.540 |
| 57 | 618,585.81 | 9,496,681.75 | 613.000 |
| 58 | 618,543.10 | 9,496,666.94 | 611.730 |
| 59 | 618,586.53 | 9,496,690.40 | 612.250 |
| 60 | 618,543.90 | 9,496,691.34 | 601.970 |
| 61 | 618,654.58 | 9,496,674.09 | 611.370 |
| 62 | 618,660.81 | 9,496,702.58 | 608.000 |
| 63 | 618,642.09 | 9,496,675.47 | 612.500 |
| 64 | 618,482.39 | 9,496,711.85 | 612.970 |
| 65 | 618,634.35 | 9,496,653.38 | 614.540 |
| 66 | 618,589.39 | 9,496,727.88 | 608.330 |
| 67 | 618,557.45 | 9,496,724.45 | 612.650 |
| 68 | 618,576.47 | 9,496,764.78 | 599.540 |
| 69 | 618,592.69 | 9,496,771.11 | 595.560 |
| 70 | 618,608.29 | 9,496,773.18 | 593.530 |
| 71 | 618,570.84 | 9,496,793.03 | 589.840 |
| 72 | 618,551.71 | 9,496,776.66 | 597.490 |
| 73 | 618,563.06 | 9,496,796.35 | 590.600 |
| 74 | 618,405.28 | 9,496,722.44 | 601.560 |
| 75 | 618,570.08 | 9,496,807.10 | 588.490 |
| 76 | 618,531.78 | 9,496,809.70 | 591.850 |
| 77 | 618,526.63 | 9,496,797.38 | 595.600 |

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
\*\*\*\*\*  
Espinosa Alfredo Ricardo Delgado  
GERENTE GENERAL

Transv. San Judas Tadeo 530 – Sullana – Piura – E-mail: [estrelladebelemsa@outlook.com](mailto:estrelladebelemsa@outlook.com) – Telef. 477770



## CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

|     |            |              |         |
|-----|------------|--------------|---------|
| 78  | 618,501.06 | 9,496,821.66 | 591.290 |
| 79  | 618,510.76 | 9,496,835.13 | 588.460 |
| 80  | 618,469.90 | 9,496,833.27 | 589.760 |
| 81  | 618,479.47 | 9,496,861.12 | 585.300 |
| 82  | 618,442.16 | 9,496,843.51 | 587.680 |
| 83  | 618,455.25 | 9,496,863.43 | 584.400 |
| 84  | 618,452.87 | 9,496,839.55 | 588.750 |
| 85  | 618,451.89 | 9,496,730.84 | 609.570 |
| 86  | 618,450.86 | 9,496,828.95 | 590.440 |
| 87  | 618,416.75 | 9,496,852.89 | 586.310 |
| 88  | 618,417.53 | 9,496,868.60 | 584.380 |
| 89  | 618,428.91 | 9,496,848.40 | 586.770 |
| 90  | 618,417.99 | 9,496,830.75 | 587.430 |
| 91  | 618,401.91 | 9,496,858.37 | 585.200 |
| 92  | 618,403.36 | 9,496,872.06 | 584.370 |
| 93  | 618,379.48 | 9,496,855.06 | 582.410 |
| 94  | 618,385.99 | 9,496,850.08 | 583.320 |
| 95  | 618,361.23 | 9,496,812.00 | 576.860 |
| 96  | 618,386.69 | 9,496,754.15 | 595.690 |
| 97  | 618,355.34 | 9,496,816.08 | 575.380 |
| 98  | 618,241.58 | 9,496,830.49 | 584.280 |
| 99  | 618,230.78 | 9,496,814.34 | 588.590 |
| 100 | 618,217.57 | 9,496,852.32 | 583.810 |
| 101 | 618,199.29 | 9,496,831.75 | 587.170 |
| 102 | 618,198.13 | 9,496,869.98 | 583.970 |
| 103 | 618,216.59 | 9,496,894.87 | 581.490 |
| 104 | 618,149.99 | 9,496,877.17 | 584.730 |
| 105 | 618,144.35 | 9,496,931.77 | 605.060 |
| 106 | 618,121.86 | 9,496,878.28 | 583.490 |
| 107 | 618,422.08 | 9,496,758.47 | 603.470 |
| 108 | 618,120.78 | 9,496,909.17 | 579.070 |
| 109 | 618,091.10 | 9,496,879.50 | 582.910 |
| 110 | 618,092.06 | 9,496,900.50 | 580.000 |
| 111 | 618,102.36 | 9,496,879.05 | 582.800 |
| 112 | 618,100.91 | 9,496,863.71 | 584.000 |
| 113 | 618,059.83 | 9,496,881.17 | 584.090 |
| 114 | 618,062.54 | 9,496,890.95 | 582.530 |
| 115 | 617,999.91 | 9,496,766.06 | 598.340 |
| 116 | 618,002.70 | 9,496,753.68 | 599.620 |
| 117 | 617,978.98 | 9,496,769.43 | 599.620 |
| 118 | 618,213.22 | 9,496,683.20 | 605.500 |

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
  
 \*\*\*\*\*  
 Legado de Belem, Piura, Peru  
 GERENTE GENERAL

Transv. San Judas Tadeo 530 – Sullana – Piura – E-mail: [estrelladebelemsa@outlook.com](mailto:estrelladebelemsa@outlook.com) – Telef. 477770



## CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION

R.U.C. 20525633561

|     |            |              |         |
|-----|------------|--------------|---------|
| 119 | 617,976.00 | 9,496,791.78 | 596.400 |
| 120 | 617,922.53 | 9,496,750.35 | 599.530 |
| 121 | 617,943.80 | 9,496,708.14 | 609.000 |
| 122 | 617,869.69 | 9,496,723.44 | 600.700 |
| 123 | 617,856.50 | 9,496,748.12 | 595.000 |
| 124 | 618,080.28 | 9,496,676.07 | 599.480 |
| 125 | 618,099.08 | 9,496,667.21 | 604.490 |
| 126 | 618,077.40 | 9,496,739.83 | 600.710 |
| 127 | 618,121.67 | 9,496,760.17 | 595.580 |
| 128 | 618,073.19 | 9,496,754.04 | 598.420 |
| 129 | 617,850.67 | 9,496,923.43 | 578.970 |
| 130 | 618,191.16 | 9,496,876.69 | 583.980 |
| 131 | 618,260.99 | 9,496,814.46 | 583.740 |
| 132 | 618,358.00 | 9,496,804.64 | 576.930 |
| 133 | 618,383.56 | 9,496,863.86 | 583.010 |
| 134 | 618,593.08 | 9,496,784.96 | 589.650 |
| 135 | 618,007.96 | 9,496,891.61 | 585.210 |
| 136 | 618,067.79 | 9,496,771.85 | 593.850 |
| 137 | 618,058.51 | 9,496,785.20 | 590.590 |
| 138 | 618,025.23 | 9,496,764.31 | 595.670 |
| 139 | 617,963.23 | 9,496,771.63 | 599.130 |
| 140 | 618,613.28 | 9,496,678.34 | 611.760 |
| 141 | 618,611.14 | 9,496,560.18 | 612.160 |
| 142 | 618,010.35 | 9,496,892.29 | 575.160 |
| 143 | 618,062.63 | 9,496,881.83 | 576.880 |
| 144 | 618,192.55 | 9,496,876.68 | 579.870 |
| 145 | 618,261.33 | 9,496,814.15 | 581.730 |
| 146 | 618,356.93 | 9,496,804.91 | 583.690 |
| 147 | 618,383.07 | 9,496,866.60 | 588.110 |
| 148 | 618,594.88 | 9,496,783.81 | 602.730 |
| 149 | 618,587.15 | 9,496,682.75 | 612.810 |
| 150 | 618,664.44 | 9,496,674.21 | 617.490 |
| 151 | 617,932.43 | 9,496,907.35 | 572.070 |
| 152 | 618,466.60 | 9,496,836.41 | 595.230 |
| 153 | 618,591.92 | 9,496,746.02 | 611.120 |
| 154 | 618,128.18 | 9,496,879.00 | 576.870 |
| 155 | 618,536.15 | 9,496,809.59 | 598.970 |



Transv. San Judas Tadeo 530 – Sullana – Piura – E-mail: [estrelladebelemsa@outlook.com](mailto:estrelladebelemsa@outlook.com) – Telef. 477770



## CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

### TESTIMONIO FOTOGRAFICO

Foto N° 01: Se aprecia pase aéreo en pésimo estado



Foto N° 03: Vista fotográfica levantamiento



Foto N° 04: Vista fotográfica levantamiento



Transv. San Judas Tadeo 530 – Sullana – Piura – E-mail: [estrelladebelemsa@outlook.com](mailto:estrelladebelemsa@outlook.com) – Telef. 477770



# CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

## INFORME TÉCNICO

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS"

### 1.0.- TOPOGRAFÍA

El área del proyecto presenta un relieve en su mayor extensión ondulado, con características propias de la cordillera de los andes, constituida por una alineación de elevaciones que forman una cadena de cerros.

### 1.1.- OBJETIVOS Y ALCANCES

De acuerdo con los requerimientos los objetivos del proyecto son:

Levantamiento topográfico que comprende el área total de la localidad dentro de las viviendas, líneas de tuberías, redes de distribución e identificación de las obras a construir como captación, planta de tratamiento y reservorios.

### 1.2.- INSTRUMENTOS Y EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

### 1.3.- ESTACIÓN TOTAL LEYCA TCR 407

Cuenta con las siguientes especificaciones Técnicas; Precisión Angular de 6", Memoria Interna de 10000 Puntos. alcance con Prisma 1000 m, Resolución Angular de Pantalla: Configurable 1" a 5" Accesorios que incluye: 01 Baterías / Marca TOP CON, 01 Cargador de Batería / Marca Topcon, 01 Cable de Transferencia de Datos, 01 Base Nivelante, Incluye Kit de Accesorios para Estación Total: Prisma y Portaprisma.

### 1.4 HARDWARE- SOFTWARE

Equipos de Cómputo y Laptops para trabajar en el campo y gabinete con Software, tales como, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, entre otros.

### 1.5.- RESULTADOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

### 1.6.- ÁREA DE TRABAJO

El trabajo se desarrollará dentro de toda el área de la Localidad de Sarayuyo.

### 1.7.- PLANIFICACIÓN

El proyecto ha sido planificado de acuerdo con lo establecido en los alcances acordados y se ha establecido con amojonamiento y pintura las estaciones topográficas con nomenclatura correlativa y marcada para su fácil identificación.

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
Luzmila Alfredo Alvarado Delgado  
GERENTE GENERAL



## CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION  
R.U.C. 20525633561

### 1.8.- DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolló en dos etapas, cada una de las cuales ha sido supervisada permanentemente por los bachilleres. La primera etapa de campo y la segunda etapa de gabinete o post proceso.

### 1.9.- ETAPA DE CAMPO

Ha consistido en el levantamiento topográfico a detalle de la zona de influencia dentro de la localidad de Sarayuyo, para la realización de estos trabajos se contó con el apoyo de los dirigentes del pueblo y el apoyo de los bachilleres para que nos explique y ubique dentro del sitio que se quiere levantar topográficamente, es así cuando ya se había ubicado dentro del área, se procedió a ubicar la captación, para llegar a dicha captación se tuvo que caminar un promedio de 2.00 horas partiendo del centro de la localidad se contó con el apoyo de los directivos de la comunidad que nos apoyaron para cargar los equipos, estando ya en el lugar de la captación se procedió a hacer el levantamiento topográfico por radiación, aunque se presentaron algunos inconvenientes con el tiempo debido a que durante la ejecución del trabajo se suscitaron lluvias y fuertes vientos aun así se buscó un lugar donde colocar el primer Hito y también instalar el equipo (estación total) y poder levantar por radiación, nos ubicamos en la Estación 01 y se procedió a levantar la captación a detalle para luego seguir avanzando con la línea de conducción(inicio) , Aducción y Distribución.

Los trabajos se realizaron varios puntos de cambio para poder llevar a cabo la culminación de dicho trabajo. Todo esto se realizó con la ayuda del equipo necesario de topografía (Estación Total, GPS) y con el apoyo humano de la gente que sirvió como primeros para la realización de los trabajos.

### 1.10.- ETAPA DE GABINETE

La etapa de gabinete se realizó el procesamiento de datos y dibujos asistido por computadora haciendo uso de Software AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, entre otro, cifrándose a los términos de referencia que se habían estipulados para dichos trabajos.

### 1.11.- GPS – GARMIN 60

12 Canales, trabaja bajo árboles, Pantalla TFT de 256 colores, (160 x 240 Pixels), Receptor GPS avanzado, 1,000 Waypoints y 50 Rutas, 10,000 Puntos de Track,, Waterpolo (IPX7) – Flota, Batería AA, 18 horas de duración.

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
Luzmila Alfredo Rivera Delgado  
GERENTE GENERAL



# CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.

EDIFICACIONES Y SERVICIOS A LA CONSTRUCCION

R.U.C. 20525633561

## 1.12.- DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE PLANOS

|  |
|--|
| DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE PLANOS                |
| PLANO DE UBICACION                                 |
| PLANO DE PLANTA Y CURVAS DE NIVEL Y<br>DETALLES    |
| PLANOS DE PERFILES LONGITUDINALES DE<br>LAS LINEAS |

### .- CONCLUSIONES

- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se han planteado estaciones para desarrollar el levantamiento.
- Para los trabajos en el campo y gabinete se ha utilizado equipos y Software, especializados tales como, AutoCAD Civil 3D versión 2022, AutoCAD versión 2022, entre otros.
- Con el trabajo de gabinete mediante la interpolación de puntos topográficos levantados en la localidad de Sarayuyo se elaboró el plano topográfico con sus curvas de nivel respectivamente. En estos planos se indican los perfiles longitudinales, accidentes topográficos importantes, y referencias más resaltantes encontradas en campo.

### .- Y RECOMENDACIONES

- Primeramente, realizar el reconocimiento de todo el terreno que se va a trabajar, asimismo al momento de realizar el estudio topográfico las estaciones deben ubicarse en lugares no expuestos a inundaciones, erosión, desplazamientos, o cualquier otro accidente que destruya la marca del punto.
- Realizar a menudo mediciones de ángulos y distancias a puntos cercanos permanentes, para replantear la posición de la estación en el caso de que se destruya.
- Los puntos de las poligonales han de señalizarse de modo permanente, para los trabajos posteriores han de garantizar su inmovilidad.
- Reportar las nivelaciones en las libretas de campos indicados por tramos y por número de laterales, el registro debe contener todos los detalles a lo largo del eje en estudio tales como carreteras, drenes, sistemas de agua potable, etc.

CONSTRUCTORA ESTRELLA DE BELEM S.A.  
CALLE SAN JUDAS TADEO 530 - SULLANA - PIURA  
L. GONZALO ALVAREZ FIGUEROA  
GERENTE GENERAL



### ANEXO 03: PANEL FOTOGRAFICO Y GUIA DE PLANOS



**Imagen 1:**

Entrada a localidad de Sarayuyo, distrito de Suyo(sudeste)



**Imagen 2:**

Geografía accidentada de la localidad.



**Imagen 3:**

Guiados por el presidente de la junta vecinal visitamos la Captación, manantial de ladera “El Papayo”.



**Imagen 4:**

Se observa que algunas casas tienen UBS en pésimo estado.



**Imagen 5:**

Levantamiento topográfico realizado en la localidad por nosotros, con el instrumento estación total LEYCA TCR 407.



**Imagen 6:**

Levantamiento topográfico realizado en la localidad por nosotros, con el instrumento estación total LEYCA TCR 407.



**Imagen 7:**

Estado actual de fuente de abastecimiento, manantial de ladera “El Papayo”. Con una captación estructuralmente nueva.

## RELACION DE PLANOS

1. Plano de ubicación del proyecto. (UB-01)
2. Plano topográfico Agua Potable. (TP-01)
3. Plano topográfico Alcantarillado. (TP-02)
4. Plano de detalle de conexión de agua potable. (DCDA-01)
5. Plano de Cámara rompe presión (CRP-06).
6. Plano de conexiones domiciliarias desagüe. (ID-01)
7. Plano de detalle de buzones. (DB-01)
8. Plano de válvula de aire. (PVA-01)
9. Plano de válvula de purga. (PVP-01)
10. Plano de Caja de registro. (CR-01)

## ANEXO 04: R.D. QUE APRUEBA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 06 de julio de 2023

### RESOLUCIÓN N° 1300-2023-FI-UPAO

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado: "**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS**", de los Bachilleres: **RIVERA RIVAS, JOSE ALFREDO** y **VARGAS ESPINOZA, DAVID ENRIQUE**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ms. ROGER PRINCIPE REYES**, Presidente; **Ms. LUIS GRANDA TUME**, Secretario; **Ms. MANUEL ZAMUDIO ZELADA**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO:** **APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **RIVERA RIVAS, JOSE ALFREDO** y **VARGAS ESPINOZA, DAVID ENRIQUE**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO:** **APROBAR** y **DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: "**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERGEMS**".

**TERCERO:** **COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y sustentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHÍVESE.**



  
Dr. Ángel Alánoca Quenta  
DECANO

## ANEXO 05: CONSTANCIA DEL ASESOR

### COMPROMISO DEL ASESOR

**Rodolfo Enrique Ramal Montejo**, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil identificado con ID 000032141 debidamente colegiado y habilitado con CIP 88658, me comprometo a asesorar el proyecto de tesis titulado “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA LOCALIDAD DE SARAYUYO APLICANDO LOS SOFTWARES WATERCAD Y SEWERCAD” cuyos autores son los bachilleres Rivera Rivas José Alfredo y Vargas Espinoza David Enrique; hasta la sustentación de la misma.

Piura, 10 de noviembre del 2023



Rodolfo Enrique Ramal Montejo  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 88658

Ms. Ramal Montejo  
Rodolfo Enrique CIP  
88658