



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA  
POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA  
BUENA ESPERANZA**

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

**AUTOR: KEVIN SEBASTIÁN FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ**

**TUTOR: ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA, MSc.**

Cuenca - Ecuador

2024

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Kevin Sebastián Fernández Ordóñez con documento de identificación N° 0350068516, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



---

Kevin Sebastián Fernández Ordóñez

0350068516

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

Yo, Kevin Sebastián Fernández Ordóñez con documento de identificación N° 0350068516, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Rediseño de red de conducción y distribución de agua potable para la comunidad de Molobog Grande comuna Buena Esperanza”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



---

Kevin Sebastián Fernández Ordóñez

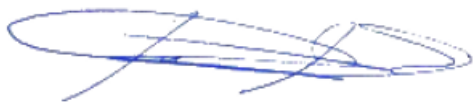
0350068516

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Christian Paúl Mera Parra con documento de identificación N° 1804404034, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA, realizado por Kevin Sebastián Fernández Ordóñez con documento de identificación N° 0350068516, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 15 de enero del 2024

Atentamente,



---

Ing. Christian Paúl Mera Parra, MSc.

1804404034

## **AGRADECIMIENTO**

*Mis agradecimientos totales son para toda mi familia en particular a mi madre Mirsa Fernández por brindarme la posibilidad de estudiar y ser el pilar fundamental para salir adelante, por haberme enseñado que el esfuerzo y dedicación siempre dan frutos por siempre haber estado en los momentos más difíciles y por guiarme por el buen camino a pesar de las adversidades.*

*A mi hijo y a mi novia por ser el motor que me impulsan a seguir adelante día con día y nunca rendirme, agradezco su comprensión y cariño que dieron durante todo este proceso.*

*A mi abuelita Margarita Ordóñez y a mi abuelo Rosendo Fernández por ser los mejores abuelos y haberme dado la familia que hoy tengo.*

*A mis tíos que fueron guiándome con sus consejos de vida, por siempre depositar su confianza en mí y darme fuerzas en todo momento para salir adelante.*

*A mis primos que siempre están pendientes de mí y son como mis hermanos.*

*Al Ing. Cristhian Urgirles y a mi tutor el Mgst. Christian Paul Mera Parra que, con su paciencia, conocimiento y experiencia me guiaron en el transcurso del proyecto.*

*Sebastián Fernández*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo le dedico a toda mi familia por el gran apoyo que recibí de cada uno de ellos, por haberme brindado su compañía en todo el trayecto de mi vida, por darme todo su cariño y amor, hoy les dedico este triunfo, en una etapa más de mi vida.*

*Sebastián Fernández.*

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo principal mejorar la infraestructura de distribución de agua potable en una comunidad específica, Molobog Grande, ubicada en la Comuna Buena Esperanza. El trabajo se inicia con una observación detallada del entorno existente de la red de agua potable en la comunidad, identificando sus deficiencias, limitaciones y problemas recurrentes. Luego, se realiza un estudio de las insuficiencias y demandas de agua potable del sector, teniendo en cuenta aspectos como el crecimiento demográfico, el consumo promedio y las expectativas de calidad del servicio.

Con base en este diagnóstico, se procede a rediseñar la red de conducción y distribución del líquido vital que sea más eficiente, sostenible y capaz de satisfacer las insuficiencias presentes y futuras de la población. Este diseño considera aspectos como la ubicación de fuentes de abastecimiento, la selección de materiales adecuados y la optimización de rutas de distribución. El trabajo también aborda aspectos legales y regulatorios relacionados con la gestión del agua potable, asegurando que el rediseño cumpla con todas las normativas vigentes y los requisitos necesarios para su viabilidad.

# CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..I	
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
RESUMEN.....	VI
Capítulo I.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Problema de estudio .....	1
1.2.1. Antecedentes.....	1
1.3. Descripción del problema.....	2
1.4. Importancia y alcances .....	3
1.5. Delimitaciones .....	4
1.6.1. Espacial o geográfica .....	4
1.6.2. Precipitación anual y clima.....	5
1.7. Justificación .....	6
1.8. Objetivos.....	7
1.8.1. Objetivo general.....	7
1.8.2. Objetivos específicos.....	7
Capitulo II .....	8
2. Marco teórico.....	8
2.1. Investigaciones previas.....	8
2.2. Fundamentación legal.....	10
2.2.1. Regulaciones y Normativas .....	12
2.16. Variaciones de consumo .....	26
2.17. Población equivalente.....	28
2.18. Caudales de diseño .....	28
2.19. Estimación de diámetros.....	29
2.20. Programa EPANET 2.2 .....	30
2.21. Volumen de almacenamiento.....	30
2.22. Volumen de emergencia .....	30
2.23. Volumen planta de tratamiento .....	31
2.24. Volumen total .....	31
2.25. Requerimientos de velocidad y presión en redes de distribución .....	31
2.26. Presiones de servicio .....	33



2.27.	Válvulas.....	33
2.28.	Distribución de válvulas .....	33
2.29.	Válvulas de purga.....	34
2.30.	Válvulas de aire o ventosas.....	34
2.31.	Fugas .....	34
2.32.	Cámaras rompe presión .....	34
2.33.	Válvulas reductoras de presión .....	35
2.34.	Línea de conducción.....	36
2.35.	Tanque de almacenamiento .....	37
2.36.	Redes de distribución mallado, ramificado.....	37
2.37.	Configuración de la red .....	38
2.38.	Golpe de Ariete .....	38
CAPITULO III .....		39
3.	Marco metodológico .....	39
3.1.	Estudio topográfico.....	39
3.2.	Descripción actual de la red de distribución existente .....	40
3.3.	Descripción de las vías existentes .....	40
3.4.	Cálculo y diseño del proyecto.....	40
3.4.1.	Área de diseño .....	40
3.4.2.	Periodo de diseño .....	40
Capitulo IV.....		41
4.	Resultados.....	41
4.1.1.	Población de diseño.....	41
4.1.2.	Cálculo de diámetro de la tubería.....	54
4.2.	MODELACION DE LA RED DE DISTRIBUCION .....	55
4.2.1.	Reporte de velocidad de la modelación.....	55
4.2.2.	Reporte de presiones de la modelación .....	78
4.2.3.	Resultados de la modelación de presión estática en Epanet.....	91
4.2.4.	Resultados de la modelación hidráulica en Epanet .....	92
4.3.	PLANOS.....	93
4.3.1.	Planos de la conducción .....	93
4.3.2.	Planos de red de distribución.....	95
4.4.	PRESUPUESTO .....	108
CAPITULO V .....		110
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	110
5.1.	CONCLUSIONES .....	110

5.2. RECOMEDACIONES .....	110
6. Bibliografía.....	111

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> .....	4
<b>Figura 2</b> .....	5
<b>Figura 3</b> .....	9
<b>Figura 4</b> .....	10
<b>Figura 5</b> .....	16
<b>Figura 6</b> .....	18
<b>Figura 7</b> .....	35
<b>Figura 8</b> .....	36

**Índice de tablas**

Tabla 1. Población de diseño.....	19
Tabla 2. Límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional. ....	20
Tabla 3. Niveles de servicio potencialmente aprobado según la población de la localidad. ....	22
Tabla 4. Tasa de crecimiento poblacional. ....	23
Tabla 5. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio. ....	25
Tabla 6. Porcentaje de fugas en función del nivel de servicio.....	34

## **Capítulo I**

### **1.1.Introducción**

El rediseño de la red de conducción y distribución de agua potable es un proyecto crucial para la comunidad de Molobog Grande, ubicada en la Comuna de Buena Esperanza. Esta iniciativa tiene como objetivo abordar los desafíos y problemas existentes en el suministro de agua, mejorando la eficiencia, la calidad del servicio y garantizando el acceso a este recurso vital para todos los habitantes de la localidad. A lo largo de esta introducción, exploraremos los motivos que hacen necesario este proyecto, los beneficios que aportará a la comunidad y la importancia de garantizar un suministro de agua potable seguro y confiable en esta región.

### **1.2. Problema de estudio**

#### **1.2.1. Antecedentes**

Las redes de agua potable a menudo enfrentan grandes dificultades, principalmente en las zonas rurales. Puesto que, es ahí donde se produce la mayor parte de pérdidas, por falta de cumplimiento de las especificaciones de diseño que regulan los materiales utilizados y los criterios de diseño. Además de ocasionar ineficiencia en la red, las fugas pueden ocasionar la inclusión de contaminantes en la red, por lo que se pueden presentar enfermedades de origen hídrico.

La comuna Buena Esperanza en la actualidad cuenta con 40 usuarios con un total de 120 habitantes para abastecer, la dimensión actual de la red es de alrededor de 200 m y el área abastecer es de 1.76 km<sup>2</sup>, como mencionamos la red existente carece de diseños y especificaciones técnicas debido a que el mallado se realizó sin la presencia de ningún

técnico. El taque de reserva existente se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, no abastece en su totalidad a la comunidad de Molobog Grande.

La distribución desde este tanque se da a través de tuberías de PVC flexible y mangueras manuales, que fueron instaladas sin asesoría técnica por la comunidad, debido a estos problemas el agua en ocasiones llega turbia por la presencia de fugas o malas conexiones en las uniones, así como el corte repentino debido a la mala ubicación y dimensionamiento del tanque.

En la actualidad la comunidad de Molobog Grande presenta un problema en la distribución del agua debido a que la topografía del sector dificulta el correcto funcionamiento de la red, generando problemas de suministro por la sobrepresión en ciertos sectores y la limitada presión de trabajo en zonas altas. El agua se distribuye a las viviendas de manera dispareja, puesto que la ubicación del tanque impide que la misma sea repartida a los domicilios que se encuentran ubicadas lateral y superiormente al mismo pues el sistema de función del tanque se basa en el método de conducción a gravedad. El sistema es manejado por la Junta de Agua Potable Molobog Grande Comunidad de Buena Esperanza, la misma, no cuenta con la capacidad técnica para realizar estudios, ni con la capacidad financiera para realizar consultorías.

### **1.3. Descripción del problema**

El sector Buena Esperanza ubicado en la comunidad de Molobog grande provincia del Cañar carece de una red de distribución de agua potable eficiente, lo que ha generado malestar entre los moradores o usuarios por el simple hecho de que sus conexiones son realizadas de manera rudimentaria sin ningún tipo de estudio previo, por ello se han visto

en la necesidad de realizar nuevos estudios para abastecer de este servicio básico a todo el sector. Cuentan con la aprobación de SENAGUA y con 3 captaciones provenientes de las vertientes subterráneas innominadas 1, 2 y 3 con coordenadas DATUM WGS84 para V1 E:729288, N:9710801; V2 E:729298, N:9710802; V3 E:729257, N:9710788 pertenecientes a la zona protegida de nueva Esperanza.

El abastecimiento actual de agua es llevado por junta de agua potable de la comunidad de Molobog Grande comuna Buena Esperanza, esta entidad no cuenta con personal técnico calificado para realizar los estudios de la red y mucho menos con la capacidad financiera para poder realizar una consultoría.

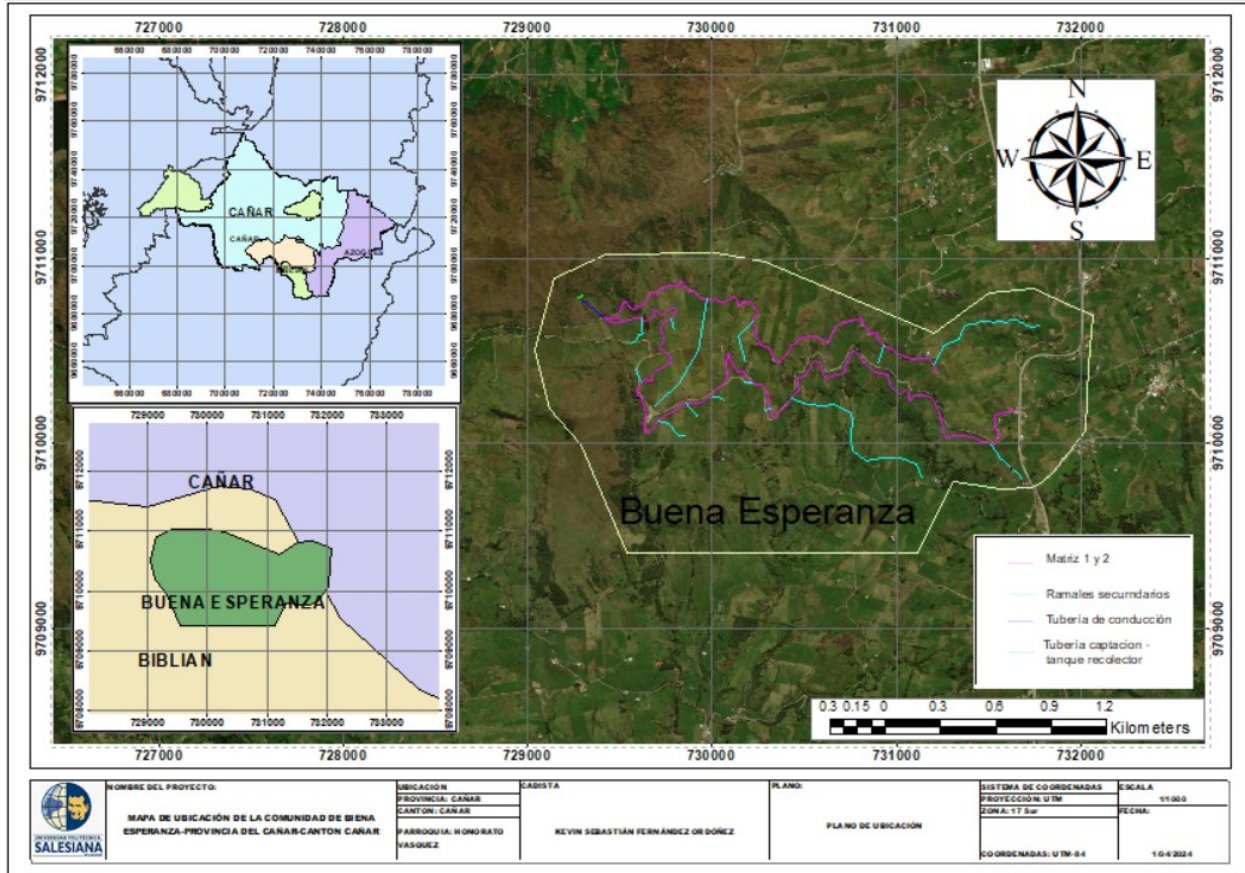
#### **1.4. Importancia y alcances**

El agua potable es un recurso influyente para la salud y el bienestar humano, por lo que necesitamos encontrar un sistema de distribución eficiente para proporcionar agua potable a todo el sector, al ser una comunidad rural no desarrollada con una red de distribución ineficiente con pérdidas debido a la mala instalación en ciertos tramos de la red, con un tanque con capacidad insuficiente y mala ubicación para abastecer a toda la comunidad esta, además del material inadecuado utilizado, puede dar lugar a problemas de salud debido a la contaminación o a la falta de agua limpia así como también problemas de suministro. Por esta razón nos enfocaremos en rediseñar el sistema actual para una dotación eficiente tanto en presión, cantidad y calidad adecuada, teniendo en consideración la realidad local y la normativa nacional vigente, de la misma forma para el abastecimiento del 100% de la comunidad se rediseñará el tanque y se propondrá una nueva ubicación según amerite la conducción a gravedad.

## 1.5. Delimitaciones

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Autor, 2024

1.6. El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

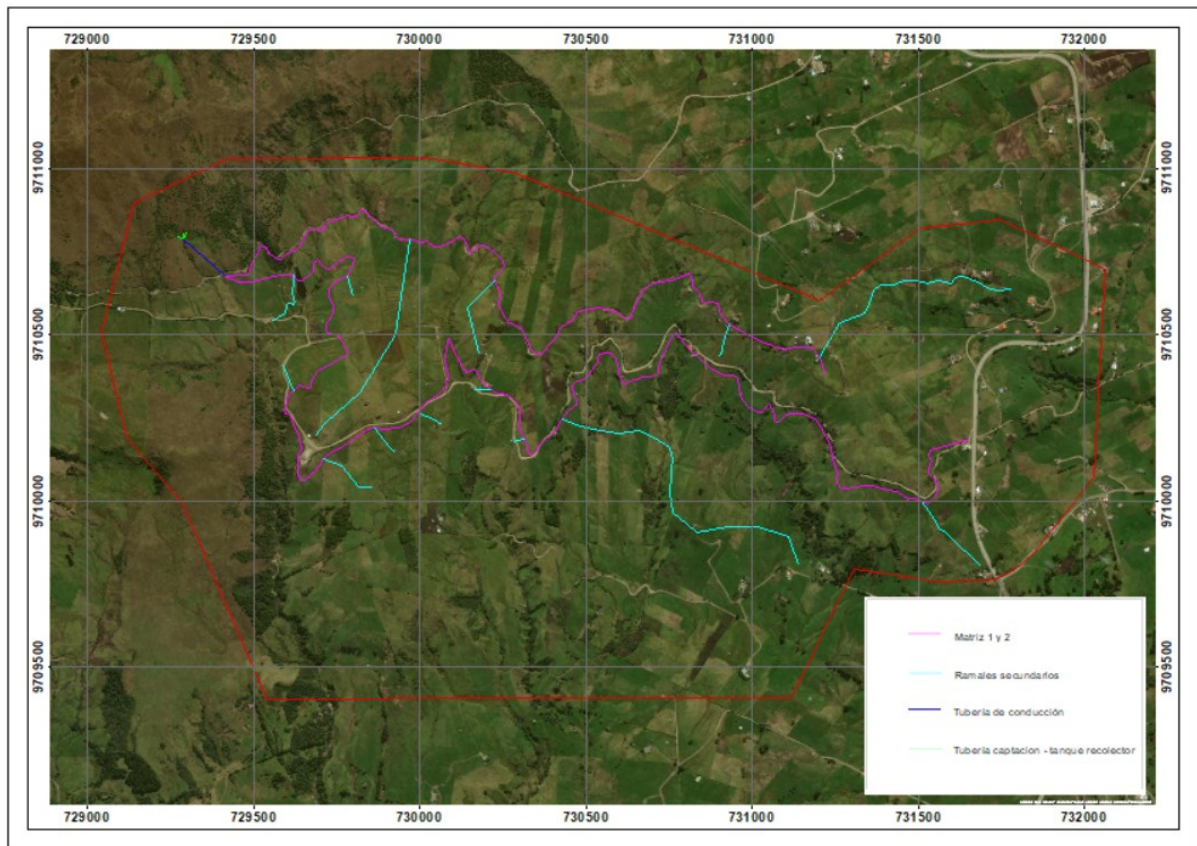
### 1.6.1. Espacial o geográfica

El presente proyecto está ubicado en la provincia de Cañar cantón Cañar en la comunidad de Molobog Grande sector Buena Esperanza colindante con el cantón Biblián.

Sus coordenadas geográficas son 729670.33 m E; 9710116.52 m S

## Figura 2

Mapa del área de estudio.



**Fuente:** Esta ilustración es de mi autoría.

### 1.6.2. Precipitación anual y clima

Según el plan de ordenamiento territorial para la parroquia de Honorato Vásquez con una altura que va desde los 2840 hasta los 3800 msnm, se obtuvo información hidrológica de la precipitación media anual que va desde los 250 hasta los 750 mm. Según el INHAMI la parroquia Honorato Vásquez donde está ubicada la comunidad de Molobog Grande, determina que el clima en esta zona de estudio es frío debido a que su temperatura promedio oscila desde los 7 hasta los 12 °C.

## **1.7. Justificación**

La importancia de este estudio radica en la perturbación actual en diferentes zonas rurales del país y el hecho de que algunas áreas no cuentan con un diseño adecuado para satisfacer las necesidades de las personas. Este proyecto tiene como objetivo la adecuada gestión y distribución del agua, ya que en determinadas viviendas el agua es escasa debido a que la topografía del lugar es muy irregular y de difícil acceso, dotando a cada vivienda de este recurso, destinados a una distribución completa, además, se dificulta el acceso de la red a todas las viviendas.

El suministro de agua potable necesarios trae diversos beneficios a la comunidad dependiendo de la importancia de su uso, de modo que todos los habitantes de esta comunidad puedan beneficiarse de los recursos naturales indispensables para la supervivencia y desarrollo de su infraestructura de subsistencia que basa de su ingreso de la agricultura y ganadería. Este estudio tiene como objetivo rediseñar la red y suministro de agua de la comunidad de Buena Esperanza con el fin de mejorar los niveles de vida de aproximadamente 40 hogares en la comunidad de Molobog Grande.



## **1.8. Objetivos**

### **1.8.1. Objetivo general**

Rediseñar la red de distribución de agua potable para asegurar el abastecimiento del líquido vital en condiciones adecuadas de presión y cantidad a la comunidad de Molobog Grande.

### **1.8.2. Objetivos específicos**

- Diseñar la conducción para garantizar el trasegado de agua desde las captaciones hacia el tanque de distribución proyectado.
- Proponer un dimensionamiento del tanque de agua y la reubicación de este para asegurar una correcta distribución del agua.
- Plantear el diseño de la red de distribución de tal manera que se asegure el suministro de agua tanto en presión como en cantidad.

## **Capítulo II**

### **2. Marco teórico.**

#### **2.1. Investigaciones previas**

Dentro de las investigaciones previas realizadas cerca de la zona de estudio hemos encontrado un informe de consultoría denominado "Informe sobre la tratabilidad del agua cruda para el proyecto de agua potable de las comunidades integrantes de la organización Tucayta" realizado por el ingeniero consultor Oswaldo Abad García quien mantiene un contrato con la municipalidad de Cañar, nos dice que la calidad del agua proveniente de la captación la quebrada Sigsihuayco, misma que se encuentra en la misma cuenca hidrográfica en donde se captan el agua para la ciudad de Cañar, el nivel de intervención antrópica en la cuenca hidrográfica es casi nulo, razón por la cual la calidad del agua cruda de la fuente es muy buena y no varía considerablemente en el tiempo. En la consultoría se realizó 3 análisis al agua de la fuente, estos se realizaron en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2011, correspondiente a la etapa invernal. En los siguientes cuadros se presenta los resultados de los análisis.

**Figura 3**

Resultados de análisis del estudio desde el “Informe sobre la tratabilidad del agua cruda para el proyecto de agua potable de las comunidades integrantes de la organización Tucayta”.

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	OBSERVACIONES
TEMPERATURA		°C	in situ
TURBIEDAD	0,86	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	34,0	UC, Pt Co	
COLOR REAL	21,0	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	121,2	microsiemens/ cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	80,0	mg/l	por cálculo
PH	7,90		
ALCALINIDAD TOTAL	62,0	mg/l, CaCO3	
ALCALINIDAD F.	0,0	mg/l, CaCO3	
ACIDEZ		mg/l, CaCO3	
CO2		mg/l	
DUREZA TOTAL	42,0	mg/l, CaCO3	
Ca++	15,2	mg/l	
Mg++	1,0	mg/l	por cálculo
Na+		mg/l	
K+		mg/l	
HIERRO TOTAL	0,06	mg/l	
MANGANESO	0,0	mg/l	
ZINC	0,22	mg/l	
COBRE	0,0	mg/l	
ALUMINIO	0,020	mg/l	
SILICIO		mg/l	
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,02	mg/l	como Fósforo
CLORUROS	3,5	mg/l	
SULFATOS	1,9	mg/l	
N. AMONICAL	0,0	mg/l	como Nitrógeno
N. NTIRITOS	0,0	ug/l	como Nitrógeno
N. NITRATOS	0,03	mg/l	como Nitrógeno
AEROBIOS MESOFILOS	8,0	colonias/ml	a 35°C. 24 H
COLIFORMES TOTALES	14,0	NMP./100 ML	a 37°C.
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	11,0	NMP./100 ML	a 44°C.
MOHOS Y LEVADURAS		U.F.C./100 ML	a 35°C. - 48H
PSEUDOMONAS		U.F.C./100 ML	a 35°C. - 24H

**Fuente:** Informe sobre la tratabilidad del agua cruda para el proyecto de agua potable de las comunidades integrantes de la organización Tucayta

**Figura 4**

Resultados del análisis químico del agua.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
Muestra N° 2.			NORMA INEN	
PARAMETROS:			Limite deseable	LimiteMax.Perm.
COLOR	11	Unidades de Color	5	30
TURBIEDAD	0,42	FUT.	5	20
PH	IN SITU			
ALCALINIDAD A M.	54	p.p.mCO3		250
DUREZA TOTAL	50	p.p.mCO3Ca.	120	300
DUREZA CALCICA	42	p.p.mCO3Ca.		
DUREZA MAGNESICA	8	p.p.mCO3Ca.		
Ca.	16,8	mg/l	30	70
Mg	1,92	mg/l.	12	30
Fe	0,17	mg/l	0.2	0.6
SO4	0	mg/l	50	200
NO2Na	0.063	mg/l		
NO2	0,042	mg/l	cero	cero
NO2-N	0,013	mg/l		
CONDUCTIVIDAD	121,7	us		
SOLIDOS TOTALES	57	mg/l	500	1000

**Fuente:** Informe sobre la tratabilidad del agua cruda para el proyecto de agua potable de las comunidades integrantes de la organización Tucayta

## 2.2. Fundamentación legal

Los sistemas jurídicos se rigen por leyes y sus respectivas aplicaciones. En este contexto, surge la propuesta de reconocer el derecho fundamental al acceso a agua potable. Se contempla su posible integración futura en el marco constitucional, considerando las condiciones específicas del ordenamiento jurídico vigente. Este enfoque invita a reflexionar sobre la necesidad de reforzar esta categoría dentro de la jurisprudencia mediante el desarrollo legal. Para alcanzar este objetivo, el presente estudio examina los antecedentes legislativos relacionados con proyectos de ley y normativas existentes, las fases de evolución jurisprudencial en cuanto al reconocimiento del agua como un derecho fundamental, así como la definición y planificación de los contenidos mínimos de este

derecho. Además, se abordan los estándares aplicables a los servicios públicos que garantizan el acceso al agua (Moncayo, 2022)

El artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador establece que la prestación de servicios públicos como agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y alcantarillado es una de las competencias exclusivas del gobierno local (Sánchez, 2011).

De igual forma, el artículo 318 establece que la gestión del agua será pública o municipal, siendo tanto el agua potable como el saneamiento proporcionado por empresas estatales o municipales (Sánchez, 2011).

Según la Constitución, en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Desarrollo del Agua, que fue aprobada por primera vez por el Congreso, se estableció que el agua sería administrada por organizaciones como empresas y corporaciones públicas, sistema público, municipal, rural, de organización comunitaria o de servicios comunitarios. En ningún caso el agua será controlada de forma privada o particular (Sánchez, 2011).

Como se ha dicho hasta el momento, se desprende claramente que el proyecto de ley, que será examinado en segunda lectura en el Parlamento, tiende a introducir sólo dos formas de gestión de los recursos hídricos. Uno es público y el otro es comunitario. Lo que existe actualmente debe estar en formato privado, y el formato mixto se puede convertir a cualquiera de estos dos formatos (Sánchez, 2011).

Por otro lado, la Ley municipal en el artículo 148 del Capítulo 3 de la Ley de Administración Municipal, establece que en relación con los servicios públicos, la administración municipal es responsable de proveer agua potable y tratar aguas residuales

a los habitantes del cantón, contralando su uso. Establece que el suministro y distribución de agua es necesario para garantizar una calidad adecuada y una cantidad suficiente para el consumo público y privado (Sánchez, 2011).

De acuerdo con el segundo capítulo "Estructura administrativa", el artículo 2A de la Ley se refiere a las empresas de gobiernos locales, pero los artículos 177 y 178 indican que el establecimiento de empresas públicas es prerrogativa de los gobiernos locales, y que esta forma de gobierno sirve mejor a los intereses de los gobiernos locales y garantiza eficiencia y mejores prestaciones de servicios públicos y su patrimonio está formado íntegramente por aportaciones del municipio, ya sea en forma de patrimonio o de asignaciones consignadas en el presupuesto para tal fin (Sánchez, 2011).

Con base en lo anterior, se decidió que los gobiernos locales son responsables de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, su responsabilidad es establecer instituciones públicas de acuerdo con su objetivo de lograr mejoramiento y eficiencia (Sánchez, 2011).

### **2.2.1. Regulaciones y Normativas**

Según el ente regulador del país, en la prestación de servicios de agua potable se deben cumplir ciertas normas, indicando criterios y parámetros de diseño específicos, con el fin de crear una red eficiente con indicadores de calidad como el agua potable. Por tal motivo, este proyecto utiliza las Normas INEN CPE N° 5 CEC 1992 Diseño Agua Potable para Poblaciones Rurales, INEN1:106:20, norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

### 2.3. Red de distribución

La red de distribución de agua potable es un conjunto de tuberías que trabajan a presión, que se instalan en las vías de circulación del desarrollo urbano y a través de las cuales se suministra agua a diversos terrenos o edificaciones del desarrollo. A la hora de calcular la red de distribución se debe tener en cuenta el caudal de agua y la presión en las tuberías. El diseño de una red de distribución de agua implica varios pasos que se deben seguir para satisfacer las necesidades de agua potable de una comunidad (Agüero, 1997).

A continuación, describiremos brevemente cada etapa:

<b>Primera etapa</b>	<b>Segunda etapa</b>	<b>Tercera etapa</b>	<b>Cuarta etapa</b>	<b>Quinta etapa - La selección final</b>
Completar una tarea o proyecto.	Listado de servicios existentes.	Examinar el entorno físico y determinar las necesidades actuales y futuras.	Identificación de posibles alternativas y estudios económicos.	Elige la red que mejor se adapta a tus necesidades.
La autoridad responsable (normalmente el gobierno local) asigna a los ingenieros tareas o planes claros, precisos y detallados.	Los ingenieros deben obtener de la autoridad competente los planos más recientes para diversas redes de alcantarillado y planes de distribución de agua, gas, electricidad y teléfono.	Determinar la ocupación actual y futura del territorio: zonificación y demografía.	Determinar las distintas ubicaciones posibles de los canales primarios y secundarios.	Presentar informes detallados a las autoridades responsables.

<p>Los ingenieros deben especificar las áreas de suministro actuales y futuras. El territorio a menudo excede los límites de las autoridades municipales.</p>		<p>Estimar el consumo de agua actual y futuro a partir de la información disponible. De esta forma, los ingenieros pueden determinar con la mayor precisión posible: Consumo total por habitante, consumo interno, consumo comercial, consumo industrial, consumo institucional. Pérdidas, cambios en el consumo;</p>	<p>Estimar la expansión del área de potencia de cada nodo y calcular la tarifa de clasificación de cada nodo según diferentes situaciones de emergencia.  Estudio económico: Costes de implementación y mantenimiento de las diversas soluciones propuestas.</p>	<p>El informe debe incluir soluciones propuestas, costos de implementación y progreso de la construcción.</p>
---	--	---	--	---

**Fuente:** (Brière & Pizarro, 2005)

La línea de proceso de consumo de los días de mayor consumo de los últimos años. Crear estándares que permitan el estudio de las redes existentes y futuras. El diseño de la red debe basarse en la identificación de situaciones críticas. Estudie el comportamiento del voltaje de la red en condiciones reales: por ejemplo, compare los resultados de los modelos informáticos con las mediciones de campo (Brière & Pizarro, 2005)



## **2.4. Tipos de redes**

Dependiendo de la forma del circuito, existen dos tipos de sistemas de distribución: sistemas abiertos o sistemas de ramales abiertos y sistemas de circuito cerrado llamados de malla, parrilla, etc (Agüero, 1997)

### **2.4.1. Red de distribución de agua potable abierta o ramificada**

Este tipo de red cuenta con una tubería principal encargada de la distribución del agua, la cual se puede identificar porque es la de mayor diámetro. De esta tubería parten ramales que eventualmente forman ángulos ciegos, es decir, no se conectan a otras tuberías de la misma red de distribución de agua potable. Hay ventajas, dos de las cuales son sencillas de calcular y a primera vista más económica, pero también desventajas, dos de las cuales son que las roturas pueden provocar atascos o incluso cortes completos, y que crean ramas incómodas en los extremos o puntas (Agüero, 1997)

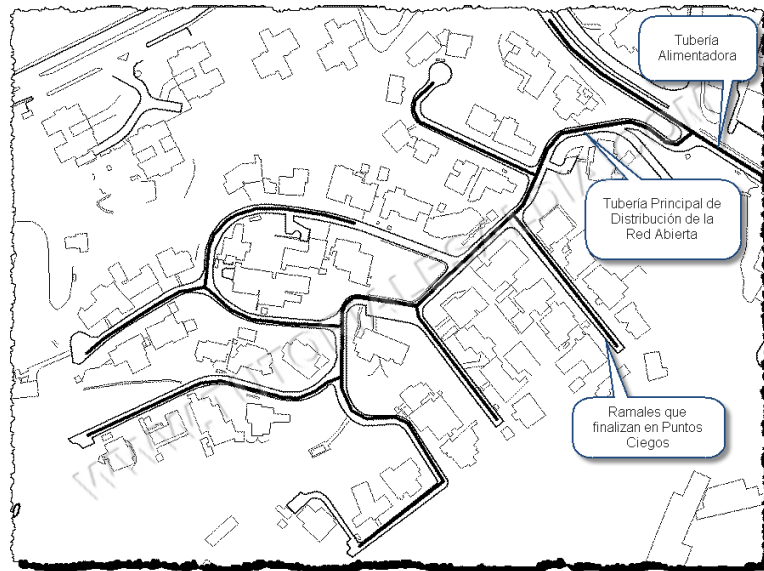
Las redes de distribución abiertas o ramificadas son adecuadas para hogares con bordes de carreteras o asentamientos dispersos. Se trata de redes de distribución formadas por una sucursal principal y varias sucursales. Se puede utilizar cuando el terreno dificulta o imposibilita la conexión de ramales y cuando las ciudades se desarrollan de forma lineal (normalmente a lo largo de ríos o carreteras) (Agüero, 1997)

La tubería principal o primaria se instala a lo largo de la calle de donde se origina la tubería secundaria. La desventaja es que el tráfico determina sólo una dirección, por lo que una parte de la población puede quedar sin servicio en caso de avería. La desventaja es que hay un punto muerto al final del ramal secundario, es decir, el agua ya no circula, sino que permanece estacionaria en las tuberías, lo que provoca sabores y olores,

especialmente en lugares donde las casas están alejadas unas de otras. Las válvulas de drenaje deben instalarse en rincones muertos para facilitar la limpieza y evitar la contaminación del agua (Agüero, 1997).

### Figura 5

Sistema de red abierto de abastecimiento de agua potable.



Fuente: (Suárez, 2015).

Esto nos muestra un sistema de distribución donde los ramales están separados de la red eléctrica y no conectada en ningún punto. El sistema descentralizado de cadena de suministro de energía es muy simple, fácil de implementar y muy económico. Al realizar cálculos, es necesario conocer las pérdidas de energía, los valores del caudal y las presiones correspondientes en las tuberías con el caudal de circulación. Esto tiene la desventaja de que, si ocurre una falla, la sección aguas abajo de la válvula de control más cercana se corta hasta que se repare la falla. Este sistema se recomienda para zonas rurales donde es más práctico y económico mantener el sistema simple (Suárez, 2015).

#### **2.4.2. Red de distribución de agua potable cerrada o malla**

En el caso de una red mallada, consiste en redes o circuitos conectados entre ramales de la red de distribución de agua potable. Tiene ventajas, algunas de las cuales son que tiene libertad en el sentido de la circulación, tiene mejor distribución de la presión y mayor seguridad en el uso, pero también tiene desventajas, es más caro (Agüero, 1997).

Se trata de redes de tuberías interconectadas que forman mallas. Este tipo de red es la más conveniente y se intentará implementar conectando tuberías formando un circuito cerrado para brindar un servicio más eficiente y permanente. Este sistema elimina bloqueos; si es necesario reparar la tubería, el área sin agua se puede reducir a una habitación dependiendo de la posición de la válvula. Una ventaja es que resulta más económico alimentar el tramo por ambos extremos, lo que se traduce en una menor pérdida de presión y por tanto un menor diámetro; Proporciona mayor seguridad en caso de incendio debido al agua necesaria para transportarlo al lugar del incendio, un accidente puede ser una válvula de cierre. Los métodos más utilizados para el análisis hidráulico de redes de distribución en sistemas cerrados son el método de segmentos y el método de Hardy Cross (Aguero, 1997).

## Figura 6

Sistema de red cerrada de abastecimiento de agua potable.



Fuente: (Suárez, 2015).

Nos muestra un sistema cerrado de tuberías de distribución habitual en las ciudades y que consiste en construir una malla de tuberías. También es un poco más complejo y costoso de implementar y requiere el uso de métodos iterativos como el método cruzado en los cálculos, pero tiene la ventaja de que, si falla, solo una pequeña fracción se ve afectada porque tiene más alternativas de proceso, lo que garantiza una mayor eficiencia y seguridad del servicio (Suárez, 2015).

### 2.4.3. Mixtas

Es una combinación de red ramificadas y malladas, y se puede utilizar un sistema híbrido, es decir, la distribución de la red de malla en el centro del grupo y la distribución de la red ramificada en los barrios periféricos (Ortiz, 2021).

### 2.5. Nudos

Conexión de dos o más tuberías primarias y no secundarias. La red de distribución se organiza en redes primarias y secundarias con los siguientes diámetros mínimos.

*Tabla 1. Población de diseño*

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

**Fuente:** (INEN, 2001).

## **2.6. Base de diseño**

### **2.6.1. Requisitos de Diseño y Parámetros Clave**

La demanda de agua se determina en base a la densidad poblacional, la proyección que esta vaya a tener según el periodo de diseño y la finalidad con la que será utilizada el recurso vital y bajo los parámetros de diseño dispuestos por las normativas nacionales existentes exclusivamente para poblaciones rurales o menores a mil habitantes.

En este caso el recurso será utilizado para el consumo humano por lo tanto se debe tener en cuenta los criterios de calidad previo a su potabilización esto con el objetivo de precautelar la salud de todos los consumidores para ello la normativa TULSMA nos brinda los siguientes límites permisibles para aguas de consumo humano que requieren únicamente tratamiento convencional.

Tabla 2. Límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	Nh4	mg/l	0,05
Arsenico	Ba		0,05
Bario	Cd	mg/l	1,0
Cadmio	CN	mg/l	0,01
Cianuro	Cd	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenolicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr +6	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	2,0
Dureza	CaCO3	mg/l	500

Fuente: (INEN, 2001).

### 2.6.2. Periodo de diseño

El plazo de planificación de las instalaciones de agua potable o de las obras de ingeniería de tratamiento de residuos líquidos es de 20 años. El equipo será utilizado de acuerdo con su vida útil. Si se justifica, se podrán utilizar diferentes períodos de diseño; sin embargo, la población futura en ningún caso superará 1,35 veces la población actual. El diseño final del proyecto puede permitir la construcción en fases, pero la construcción por fases no puede exceder de tres fases (INEN, 2001).

### **2.6.3. Población de diseño**

La población futura se calculará a partir de la población existente determinada por datos demográficos. A partir de las características de cada comunidad se identifica la población flotante y sus implicaciones para el diseño del sistema (INEN, 2001).

### **2.6.4. Nivel de servicio**

La facilidad y comodidad con la que los usuarios pueden acceder a los servicios que brinda el sistema de abastecimiento de agua, disposición de excretas o desechos líquidos (INEN, 2001).

### **2.6.5. Selección del nivel de servicio**

A la hora de elegir el nivel de servicio se deben tener en cuenta las prácticas actuales de suministro de agua, eliminación de excrementos o desechos líquidos, así como las necesidades, deseos y recomendaciones de los vecinos. También se debe prestar especial atención a cómo se financia el proyecto y qué recursos financieros ha asignado la agencia de financiación de la construcción del sistema al proyecto y sus oportunidades para contribuir a la economía. Recursos comunitarios y sistemas de derechos humanos en etapa de creación y operación (INEN, 2001).

El tamaño de un lugar, caracterizado por su población, suele estar relacionado con la capacidad económica de la comunidad, la importancia del sistema de salud para el área local y, por tanto, con el nivel apropiado de servicios. En la tabla muestra niveles de servicio que generalmente son apropiados según el tamaño del área (INEN, 2001).

Tabla 3. Niveles de servicio potencialmente aprobado según la población de la localidad.

No. DE HABIR	NIVEL DE SERVICIO	SISTEMA	DESCRIPCION
0-250	la	AP DE	-grifos públicos -vehículos repartidores -letrinas sin arrastre de agua
251-500	lb	AP DE	-grifos públicos y unidades de agua -letrinas sin arrastre de agua
501-2500	lla	AP DE	-conexiones domiciliarias 1 grifo por casa -letrinas con arrastre de agua
>2500	llb	AP DRL	-conexiones domiciliarias, mas de un grifo por casa -alcantarillado sanitario
SIMBOLOGIA AP: sistema de abastecimiento de agua potable DE: sistema de disposición de excretas DRL: sistema de disposición de residuos líquidos			

Fuente: (INEN, 2001)

### 2.6.6. Tasa de crecimiento poblacional

Calcular el crecimiento de la población requiere analizar la información censal disponible localmente. Si esta información no está disponible para el área de estudio, se recomienda realizar un análisis basado en datos censales correspondientes al total de residentes rurales de la parroquia a la que pertenece este asentamiento o asentamientos de similares características. Las estimaciones del crecimiento poblacional se basan en censos y estadísticas de salud (INEN, 2001).

A falta de datos, se utilizan las siguientes tasas de crecimiento para la proyección geométrica:



Tabla 4. Tasa de crecimiento poblacional.

REGION DEMOGRAFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa, Oriente y Galápagos	1,5

Fuente: (INEN, 2001)

## 2.7. Población actual

Para determinar la población actual, hacemos lo siguiente: buscar los datos de los censos de la localidad en donde se realizará el proyecto, estos datos se pueden ver reflejados en la página del INEC. En el caso de que no existan datos una forma de obtener información es con una encuesta socio económica donde se refleje el interés por recabar información de la población actual (INEN, 2001).

## 2.8. Método para estimación de población futura

Para el diseño de cualquier proyecto dentro del área de hidráulica se necesita la estimación de la población para el periodo de diseño del proyecto que se vaya a realizar, para ello existen varios métodos, para cualquier estudio se necesitan por lo menos de tres métodos de ensayo para tener un aproximado más aceptable de la población futura, pero de acuerdo con la normativa vigente “Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural” en este proyecto se usará el método geométrico, debido a la inexistencia de datos (INEN, 2001)

### 2.8.1. Método geométrico:

Aquí disponemos de una particularidad, lo podemos usar para poblaciones especiales que no hayan logrado alcanzar su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme de en los periodos pasados (Corcho & Duque, 1993).

$$P = Pf(1 + r)^n \quad (1)$$

Pf: Población final del último censo [hab]

n: periodo de diseño [años]

r: tasa de crecimiento. [%]

## 2.9. Área de diseño

Se refiere a la extensión geográfica sobre la cual se planifica un proyecto específico. Puede incluir consideraciones sobre la topografía, el uso del suelo, y las características socioeconómicas de la población que reside en ella (Lynch, 1960)

## 2.10. Densidad poblacional

Es una medida que refleja la cantidad de personas que viven en una unidad de superficie. Generalmente se expresa en habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km<sup>2</sup>) (Clark, 2003)

## 2.11. Densidad poblacional actual

Se refiere a la densidad poblacional en un momento específico, reflejando el número actual de habitantes en un área determinada (Hall, 2002).

$$D. pa = \frac{Pa}{Area} \quad (2)$$

Donde:

D.pa= Densidad poblacional actual

Pa= población actual.

### 2.12. Densidad poblacional futura

Esta se refiere a la proyección estimada de la densidad poblacional en un área específica para un futuro determinado, considerando factores como el crecimiento demográfico, migración, y desarrollos urbanos (Birch & Wachter, 2008).

$$D.pf = \frac{pf}{Area} \quad (3)$$

Donde:

D.pf= Densidad poblacional futura

Pf= población futura

### 2.13. Dotación

La dotación o demanda per cápita es la cantidad de agua que necesita cada habitante, expresada en litros/cápita/día. Una vez conocida la distribución, es necesario estimar el consumo medio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. Calcular el volumen del embalse en base al consumo diario promedio anual y estimar el consumo máximo diario y horario (Aguero, 1997).

*Tabla 5. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.*

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (L/hab*día)	CLIMA CALIDO (L/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

**Fuente:** (INEN, 2001).

### 2.14. Dotación actual

Consumo promedio anual de agua potable por día por población al inicio del período de diseño (Corcho & Duque, 1993).

## **2.15. Dotación futura**

Consumo promedio anual de agua potable por día per cápita al final del período de diseño (Corcho & Duque, 1993).

## **2.16. Variaciones de consumo**

Para comprender los debates y cuestiones relacionadas con la producción y distribución del consumo de agua, es necesario conocer el significado de los diferentes términos utilizados por los profesionales que corresponden a las necesidades de los diferentes tipos de consumidores que deben pagar por los servicios de agua con diferentes tarifas. Todo ello obliga a los proveedores de agua a identificar en sus balances anuales las distintas cantidades de agua utilizadas con fines domésticos, comerciales, industriales, etc.

### **2.16.1. Agua de consumo.**

Toda el agua producida por las depuradoras municipales se denomina agua potable, aunque esta agua se utiliza para fines distintos al consumo propiamente dicho: abastecer de agua a comercios y determinados negocios (independientes del agua), extinción de incendios, limpieza viaria, etc.

### **2.16.2. Consumo total por persona (dotación).**

El consumo total se define como la relación entre la cantidad total de agua producida por día y el número de habitantes atendidos. Este consumo generalmente se expresa en litros por persona por día, de la siguiente manera: Consumo total per cápita es igual a la Producción diaria total sobre la población atendida. El consumo de grandes consumidores, como las empresas industriales, generalmente se excluye de los cálculos externos.

### **2.16.3. Consumo doméstico.**

El consumo de agua doméstica incluye toda el agua utilizada en el hogar para diversos fines como higiene personal, lavandería, riego de jardines, llenado de piscinas, etc. Por lo general, este consumo se suma al consumo de agua de los pequeños comercios (supermercados, ferreterías, gasolineras, iglesias, etc.). El consumo interno varía mucho según el país y la región. A este consumo se le suele añadir el consumo público.

### **2.16.4. Consumo comercial.**

El consumo comercial refleja la cantidad de agua asignada a empresas y centros comerciales.

### **2.16.5. Consumo industrial.**

El consumo de agua industrial se refiere a la cantidad de agua suministrada a las empresas, excluidas las empresas con fuentes de energía propias.

### **2.16.6. Consumo público.**

El consumo público de agua representa el consumo de agua para diversos fines municipales: extinción de incendios, limpieza de calles y desagües; limpieza (lavado) de tuberías de distribución de agua; suministro de agua a edificios, baños públicos, parques, plantas de tratamiento de aguas residuales, costos de anticongelante en tuberías, etc. Los municipios no reciben pagos directos por el uso del agua.

### **2.16.7. Pérdidas de agua.**

La pérdida de agua es la cantidad de agua producida debido a fugas de la red de distribución de agua (y recogida encubierta). Las pérdidas que se producen en puntos de la red fuera del área urbana se atribuyen a los distintos consumos relacionados, teniendo en cuenta la distribución del área donde se producen estas pérdidas. Cuando la pérdida ocurre

en bienes comerciales, la pérdida se incluye en los gastos de producción, y si la pérdida ocurre en bienes comerciales, se imputa a estos últimos.

#### **2.16.8. Consumo total.**

El consumo total de agua es la suma de todos los tipos de consumo, como por ejemplo consumo industrial, institucional, doméstico, público, comercial y a esto le sumamos las posibles pérdidas que presentara nuestro estudio.

#### **2.17. Población equivalente.**

En algunos casos, puede resultar útil sustituir un gran consumidor de agua (como una empresa industrial) por una población equivalente dividiendo el consumo de este consumidor (normalmente días) por una persona obtenido del consumo total diario (Brière, 2005).

#### **2.18. Caudales de diseño**

La cantidad de agua suministrada por la fuente hídrica debe ser suficiente para asegurar el caudal necesario al final del período de diseño para asegurar un suministro continuo de agua con una mínima inversión de recursos financieros. Para el diseño de los distintos componentes del sistema de agua potable se utilizarán los valores recomendados en las normas de diseño de la SSA. Caudal Medio Diario, QMH, Incendios, caudales para cada tipo de obra. Si la tubería no requiere bombeo, el caudal de diseño es 1,1 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño. El caudal de diseño de la tubería nunca será igual al caudal máximo horario (Krochin, 1986).

### 2.18.1. Caudal máximo horario, caudal máximo diario

- **Caudal máximo horario**

El caudal de agua consumido por la comunidad en una hora, consumo máximo en un día determinado del año.

$$Q_{MH} = K_{MH} * Q_m \quad (4)$$

- **Caudal máximo diario**

Tráfico de consumo medio de la comunidad en el día de mayor consumo del año (Krochin, 1986).

$$Q_{MD} = K_{MD} * Q_m \quad (5)$$

### 2.19. Estimación de diámetros

La estimación de diámetros es un proceso crucial en el diseño de sistemas de tuberías, donde se determina el diámetro óptimo de las tuberías basándose en factores como el caudal, la velocidad del flujo, la presión requerida y las pérdidas por fricción (Sakarya & Mays, 2000)

#### 2.19.1. Cálculo de diámetro para tubería de distribución

##### Formula Hazen Williams

$$Q = 0.28 * CHW * D^{2.63} * S^{0.54} \quad (6)$$

Donde:

Q= caudal [l/s]

CHW= coeficiente de Hazen Williams

D= diámetro [mm]

##### Gradiente hidráulico

$$S = J = \frac{CS - CI}{L} \quad (7)$$

Donde:

CS= cota superior [msnm]  
CI= cota inferior [msnm]  
L= longitud de la tubería [m]

Y para el cálculo del diámetro de la fórmula de Hazen Williams despejamos el diámetro.

$$D_{cal} = \sqrt[2.63]{\frac{Q \cdot 10^{-3}}{0.28 \cdot C \cdot S^{0.54}}} \quad [mm] \quad (8)$$

## 2.20. Programa EPANET 2.2

EPANET es un software de modelado de redes de distribución de agua desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Se utiliza para simular el flujo de agua y la calidad del agua en sistemas de tuberías, tanques y otros componentes de una red de distribución de agua. EPANET ayuda a analizar el diseño, la operación y la optimización de los sistemas de distribución de agua, permitiendo a los ingenieros modelar y predecir las variaciones de presión, el flujo en las tuberías, la concentración de químicos en el agua, la edad del agua, y la propagación de contaminantes (Nass & Levit, L. A. Gostin, 2009).

## 2.21. Volumen de almacenamiento

La capacidad de almacenamiento es el 50% de la capacidad de almacenamiento diaria promedio futuro. En ningún caso el volumen de almacenamiento será inferior a 10 metros cúbicos.

## 2.22. Volumen de emergencia

El número de emergencias depende de la situación concreta, independientemente de que sean provocadas por inundaciones, deslizamientos de tierra, terremotos u otros fenómenos naturales, siempre requieren de atención urgente para aliviar el sufrimiento de



la población afectada en el menor tiempo posible.

### **2.23. Volumen planta de tratamiento**

El volumen de una planta de tratamiento se refiere a la capacidad total de las instalaciones para procesar aguas residuales o agua para consumo. Incluye el volumen de reactores biológicos, tanques de sedimentación, tanques de cloración, y otros equipos donde ocurre el tratamiento. Este volumen determina la cantidad de agua que puede ser tratada en un período de tiempo dado y es crucial para el diseño de la planta, asegurando que pueda manejar las cargas de agua y residuos previstas (Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. 2014).

### **2.24. Volumen total**

El volumen total en sistemas hidráulicos, como redes de distribución de agua, se refiere a la capacidad total del sistema para almacenar y conducir agua. Esto incluye el volumen de agua en las tuberías, tanques de almacenamiento y reservorios. El volumen total es un factor crítico en el diseño y operación del sistema, influyendo en la capacidad de respuesta del sistema a las variaciones en la demanda de agua y en la estabilidad de la presión a lo largo de la red (Sakarya & Mays, 2000).

### **2.25. Requerimientos de velocidad y presión en redes de distribución**

En el contexto de las comunidades rurales en Ecuador, los requerimientos de velocidad y presión en redes de distribución de agua son aspectos fundamentales para garantizar un suministro adecuado y eficiente. Según la guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua, se deben considerar varios factores al seleccionar los materiales de las tuberías y al diseñar la red. Esto incluye la resistencia a la corrosión, a los esfuerzos mecánicos, y las características de

comportamiento hidráulico del proyecto, como presiones de trabajo y golpe de ariete

En cuanto a los criterios específicos para la evaluación de la red, es esencial establecer parámetros claros de presiones, velocidades, diámetros y pérdidas de carga. Esto permite una interpretación adecuada de los resultados del sistema para su mejor mantenimiento y operatividad. En términos de presiones, es importante que la red de abastecimiento mantenga presiones de funcionamiento adecuadas en los puntos clave, como los nudos de la red. Las presiones deben estar dentro de rangos específicos para garantizar la eficiencia del sistema y la entrega de agua a todos los usuarios

Por ejemplo, la presión estática máxima no debería superar los 4 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la presión dinámica máxima se establece en 3 kg/cm<sup>2</sup> y la mínima en 0.7 kg/cm<sup>2</sup>. Estos rangos aseguran que la red pueda operar eficientemente sin sobrepresiones que podrían dañar la infraestructura o sin presiones insuficientes que impidan un suministro adecuado de agua.

En cuanto a las velocidades, se recomienda mantener una velocidad mínima de 0.3 m/s y una máxima de 2.0 m/s en el sistema de distribución de agua potable. Esto es para prevenir la sedimentación de partículas en las tuberías a bajas velocidades y para evitar la erosión de las tuberías a altas velocidades. Además, los diámetros de las tuberías deben ser seleccionados adecuadamente para manejar los caudales, siguiendo las normativas y estándares establecidos.

Estos criterios y normativas son esenciales para el diseño y mantenimiento de redes de distribución de agua en comunidades rurales, donde las condiciones y necesidades pueden variar significativamente en comparación con áreas urbanas. La implementación

correcta de estos principios garantiza la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de suministro de agua en estas comunidades. (INEN, 2001).

#### **2.26. Presiones de servicio**

Las presiones de servicio en un sistema de distribución de agua son las presiones dentro de la red necesarias para entregar agua a todos los puntos de consumo. Deben ser lo suficientemente altas para superar las pérdidas por fricción en las tuberías y para entregar agua a edificios de varios pisos, pero no tan altas que causen estrés excesivo en el sistema. La gestión de la presión es vital para la eficiencia operativa y para prevenir problemas como rupturas de tuberías y fugas.

#### **2.27. Válvulas**

Una válvula es un dispositivo mecánico que se utiliza para detener, accionar o controlar las características de flujo de una línea de presión. Estas válvulas pueden aislar partes de la tubería para realizar trabajos de reparación y mantenimiento, simplemente detener el flujo o cambiar su dirección. También pueden drenar tuberías, controlar el flujo, regular los niveles de líquidos en los tanques, evitar o reducir el golpe de ariete (cambios de presión que pueden causar el colapso de las tuberías), ventilar o arrastrar aire, y cómo evitar el flujo inverso, es decir, prevenir y diseñar el flujo en direcciones opuestas (CONAGUA, 2011).

#### **2.28. Distribución de válvulas**

Para la distribución de válvulas se realiza según la necesidad ya que existen diferentes tipos de válvulas para distintos eventos que se presenten en el trazado de la red.

### 2.29. Válvulas de purga

La acumulación de depósitos en puntos bajos de líneas guía con terreno irregular reducirá el área de flujo, lo que requerirá la instalación de válvulas de descarga y una limpieza regular de las secciones de tubería (Alvarado, 2017).

### 2.30. Válvulas de aire o ventosas

El aire acumulado en puntos altos reduce el área de flujo, lo que resulta en una mayor pérdida de presión y un flujo reducido. Para evitar esta acumulación es necesario instalar una válvula de aire, que puede ser automática o manual. Debido al alto costo de las válvulas automáticas, la mayoría de las tuberías utilizan válvulas de compuerta y accesorios asociados que requieren una operación regular.

### 2.31. Fugas

No se registra la cantidad de agua perdida por fugas del sistema. Los porcentajes de fuga en la siguiente tabla se utilizarán para calcular los distintos caudales de diseño.

*Tabla 6. Porcentaje de fugas en función del nivel de servicio.*

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
la y lb	10%
lia y lib	20%

**Fuente:** (INEN, 2001)

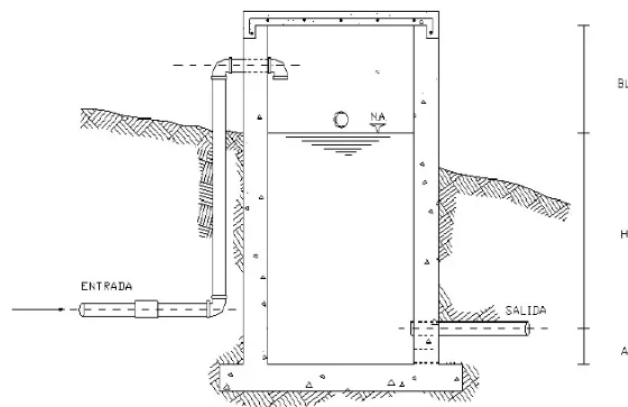
### 2.32. Cámaras rompe presión

Son pequeñas estructuras cuya función principal es reducir la presión hidrostática en la atmósfera local a cero, crear un nuevo nivel de agua y crear una zona de presión en el área de trabajo de la tubería, existen 2 tipos: líneas de transmisión y líneas de distribución de energía. Si hay una gran diferencia en el nivel del líquido entre el punto de recolección y ciertos puntos de la tubería, pueden ocurrir presiones que excedan la presión máxima que

la tubería puede soportar. En este caso, la cámara de despresurización debe diseñarse de manera que la energía pueda disiparse y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica) para evitar daños en la tubería. Estos diseños permiten el uso de tuberías de menor calidad, lo que reduce significativamente el costo de los proyectos de suministro de agua potable (Calderón, 2018).

### Figura 7

Cámara rompe presión.



Fuente: (Suárez J, 2018)

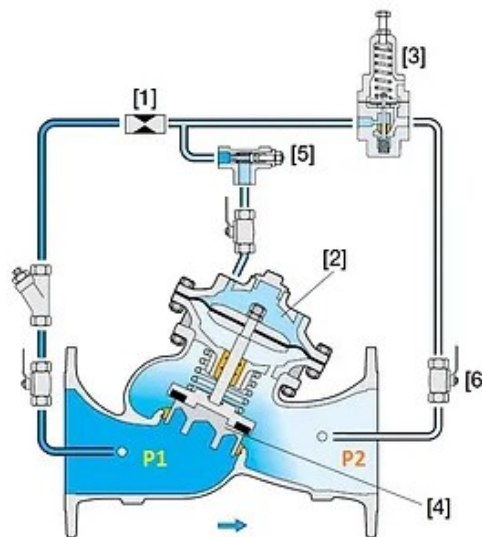
### 2.33. Válvulas reductoras de presión

Una válvula de alivio de presión, a veces llamada regulador de presión (ver válvula de control de presión), es una válvula de control hidráulico cuyo propósito es reducir una presión alta aguas arriba de la válvula a un valor inferior constante aguas abajo, independientemente de los cambios en la presión y el flujo o la línea de cambios en la demanda. La siguiente figura muestra la parte de la válvula de alivio de presión y sus diversas partes, donde (1) es la restricción cuya función es facilitar la apertura de la válvula, (2) es la presión hidráulica de la cámara superior como ya hemos explicado. en la parte de la válvula de control (3) hay una válvula de control que controla el funcionamiento de la

válvula, (4) hay un disco con un asiento de válvula que se usa para cerrar la válvula, (5) hay una válvula de aguja que acelera o ralentiza el cierre de la válvula, limitando el flujo de agua a la cámara superior (no restringe la dirección opuesta del flujo de agua) y (6) la válvula de cierre manual está ubicada después de la válvula que, cuando está cerrada, controla la válvula principal. Cerrar (Ingeniería de Fluidos, 2016).

### Figura 8

Válvulas reductoras de presión.



Fuente: (Ingeniería de fluidos, 2016).

### 2.34. Línea de conducción

La línea de conducción es un sistema de tuberías, válvulas, accesorios y obras de arte que se utiliza para conducir agua desde la recolección hasta el depósito en un sistema de suministro de agua potable por gravedad. Para conseguir el gasto deseado es necesario aprovechar al máximo la energía disponible, lo que en la mayoría de los casos obliga a elegir el diámetro más pequeño que permita presiones iguales o inferiores a la resistencia física que soporta el material de la tubería.

Excepto cuando existen afloramientos rocosos intransitables, cruces de barrancos, terreno erosionable, etc. a lo largo del recorrido donde se deben instalar las tuberías, las tuberías suelen seguir el perfil del terreno que exigen estructuras singulares. Se utilizan válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras de alivio de presión y otros componentes para mejorar el rendimiento del sistema a lo largo de la línea de conducción, puede ser necesario. Cada uno de estos componentes requiere un diseño que tenga en cuenta requisitos específicos. El diseño y definición de los diámetros de las tuberías y el posicionamiento de las cámaras rompe-presión se basará en todos estos factores, que se desarrollarán en detalle en este capítulo (Agüero, 2014).

### **2.35. Tanque de almacenamiento**

Es el depósito cerrado destinado a mantener una cantidad de agua suficiente para cubrir las variaciones horarias de consumo. Un tanque de almacenamiento de agua la recoge y la conserva para su uso posterior. Este tiene una entrada conectada a la tubería de la conducción y una salida conectada a la red de distribución pública en lados opuestos. De esta forma, el agua se dirige a través de las tuberías desde el tanque hacia la red de distribución. (Rotoplas Agroindustria, 2021).

### **2.36. Redes de distribución mallado, ramificado**

Una red de distribución es aquella que traslada agua desde una instalación de tratamiento o tanque de almacenamiento hasta una conexión de servicio, también conocida como sistema de agua comunitario o conexión domiciliaria, donde el usuario puede acceder a ella. Con la ayuda de estos sistemas, se deben preservar la calidad, la cantidad y las presiones de distribución del agua. En esencia, consta de una red de tuberías, válvulas y otras piezas (Gur, 2018).

Cuando una arteria que alimenta a una población se divide en dos o más tuberías, que luego se dividen en aún más tuberías, y así sucesivamente, es cuando comienza la red ramificada. La característica de esta red es que tiene una gran cantidad de cabeceras, o puntos terminales, cada uno de los cuales tiene o puede tener una toma o conexión de agua. A diferencia de una red ramificada, donde el agua sólo puede viajar a lo largo de un camino, una red de malla tiene todos sus puntos conectados entre sí de tal manera que el agua puede viajar a un punto determinado a lo largo de múltiples caminos. Dado que esa zona quedaría cortada y el agua tendría que recorrer otras zonas para llegar al resto de la población, la red de malla asegura el suministro en caso de rotura. Cortar el agua a los usuarios aguas abajo resulta en una interrupción en una red ramificada (Gur, 2018).

### **2.37. Configuración de la red**

La red principal, o configuración de red, controla cómo funciona la red. Podría haber casos en los que se formen tuberías secundarias en redes abiertas, circuitos, pero la red se considera abierta. Una red que conduce agua desde una planta de tratamiento o tanque de almacenamiento hasta un punto de conexión al servicio, donde los usuarios pueden utilizarla, ya sea de suministro comunitario o domiciliario. Estos sistemas están diseñados para mantener la calidad y cantidad del agua y mantener una presión adecuada durante su distribución, es básicamente una red de tuberías, válvulas y otros componentes (CONAGUA, 2011).

### **2.38. Golpe de Ariete**

Es el aumento parcial de la presión en un sistema de agua ocurre cuando existe cambio repentino de la dirección o velocidad del fluido, un claro ejemplo tenemos al mencionar el cierre rápido de una válvula, aquí se detiene el paso del agua que fluye en las



tuberías, transfiriendo la energía de presión a las válvulas y de forma simultánea a las paredes de las tuberías, esto provoca ondas expansivas dentro del sistema viajando hasta encontrarse con el siguiente obstáculo sólido, luego continúan hacia adelante y luego hacia atrás (Lahlou, 2002).

### **CAPITULO III**

#### **3. Marco metodológico**

##### **3.1. Estudio topográfico**

El presente estudio se realizó en la parte alta de la Parroquia de Honorato Vásquez, comunidad Buena Esperanza perteneciente al cantón Cañar-Provincia del Cañar donde se procedió con la delimitación del proyecto considerando el plan territorial emitido por el G.A.D. M. Cañar, utilizándose los siguientes equipos y personal:

<b>Equipo</b>	<b>Personal</b>	<b>Materiales</b>
GPS Estación total (Topcon WGT-230) Flexómetro de 5m Cinta Libreta de campo Computador 2 bastones con prisma de 2.75m Radios de comunicación	Investigador 1 operador 2 cadeneros	Estacas Pintura roja Clavos Martillo

Se procedió con el levantamiento topográfico desde la posible nueva ubicación del tanque de almacenamiento, observando por donde se puede tender la red de distribución de la forma más viable sin afectar la comodidad de los usuarios, con este estudio se obtuvo un área total de trabajo de 195 ha aproximadamente. El resultado del estudio se lo visualizaran en el plano 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en la sección de planos

### **3.2. Descripción actual de la red de distribución existente**

En la actualidad la comunidad cuenta con una red de tubería abierta, de manguera negra de polietileno, este sistema maneja la junta de agua de la comunidad Buena Esperanza la misma que solicito el estudio técnico de rediseño de sistema del abastecimiento de agua potable, puesto que las condiciones en las que se encuentran las tuberías es regular, pero existe una deficiencia de cobertura así como de suministro esto se debe a la falta de presión proveniente desde el tanque de almacenamiento se debe a que el tanque se encuentra muy bajo para la ubicación de los domicilios de ciertos usuarios.

### **3.3. Descripción de las vías existentes**

La comunidad Buena Esperanza cuenta con una vía de acceso de tercer orden la misma nos servirá de guía para el tendido de la matriz 2 en la mayoría de los tramos ya que está va paralela a la vía.

### **3.4. Cálculo y diseño del proyecto**

#### **3.4.1. Área de diseño**

El área se obtuvo mediante levantamiento topográfico y se determina así mediante planos, teniendo en cuenta áreas de proyecciones a futuro, el número de usuarios que requieren el servicio y la dispersión o la ubicación de estas, el área de estudio se delimito de acuerdo a las necesidades y al plan de ordenamiento territorial del cantón Cañar, de acuerdo con la información recabada en el levantamiento tenemos como resultado 195 ha

#### **3.4.2. Periodo de diseño**

Según El Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C) para áreas rurales nos dice que las obras civiles dentro de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se debe diseñar para un periodo de 20 años el cual es nuestro caso debido a que

nuestra población es menor a mil habitantes.

## **Capitulo IV**

### **4. Resultados**

#### **4.1.1. Población de diseño**

##### **4.1.1.1. Encuestas**

Para el presente estudio se realizó encuestas para el sondeo de la población actual y de alguna manera medir la calidad de vida de cada usuario según los resultados se compararon de acuerdo con la población establecida por la entidad reguladora del Agua. En este proyecto se realizaron encuestas socio económicas dirigida a cada usuario, esta etapa es de fundamental importancia ya que este desempeña un papel muy importante en la planificación y ejecución del estudio teniendo en cuenta así de la población actual, para poder tomar decisiones informadas, garantizar la equidad en el acceso al recurso y responder a las necesidades de la población de manera efectiva, así como también equiparar los resultados con la información existente.

La población de diseño es importante para el presente proyecto y para determinarlo se realizó una socialización con la comunidad para que colaboren con el desarrollo de las encuestas socioeconómicas, de acuerdo con la acogida por los moradores se pudo levantar información del número de habitantes actuales que es de 120 hab.

#### 4.1.1.2. Tabulación de encuestas socio económicas

##### 1. La vivienda es propia

Gráfico 1



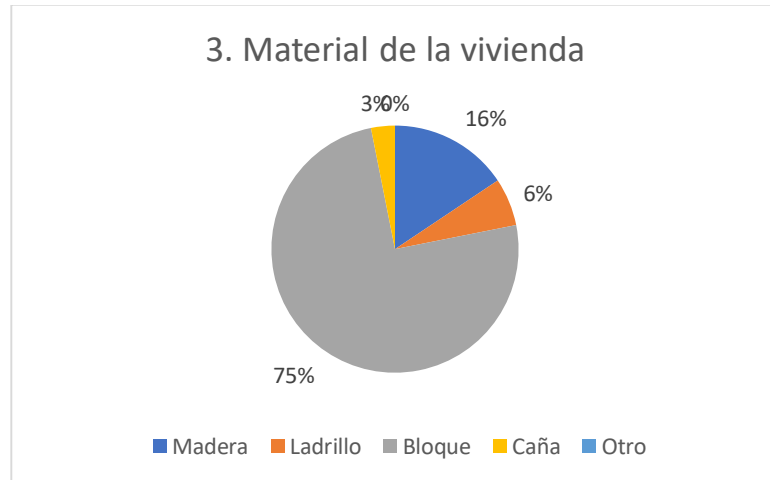
##### 2. Uso de la vivienda

Gráfico 2



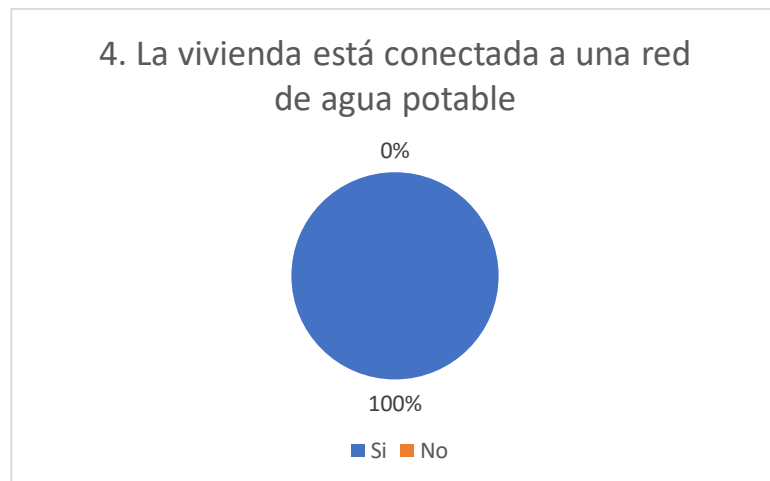
### 3. Material de la vivienda

**Gráfico 3**



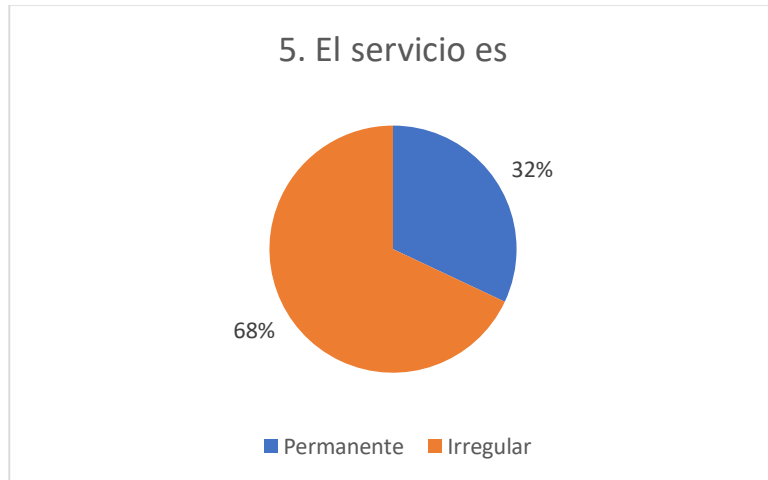
### 4. La vivienda está conectada a una red de agua potable

**Gráfico 4**



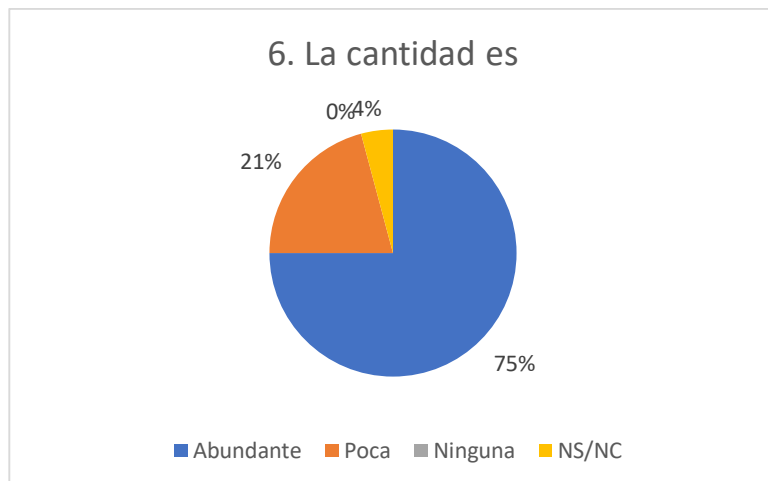
5. El servicio es

Gráfico 5



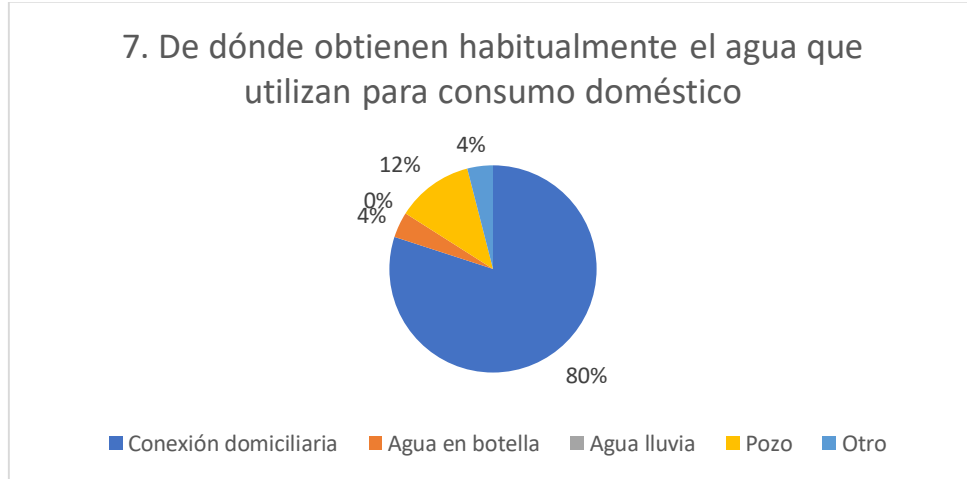
6. La cantidad es

Gráfico 6



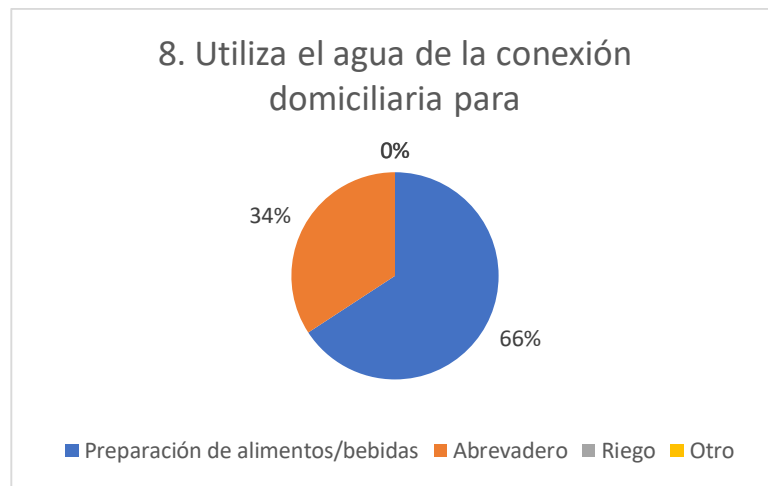
7. De dónde obtienen habitualmente el agua que utilizan para consumo doméstico

Gráfico 7



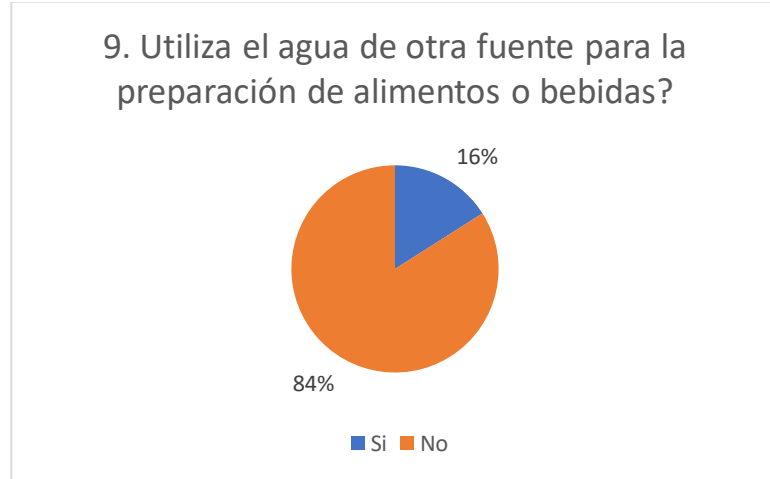
8. Utiliza el agua de la conexión domiciliaria para

Gráfico 8



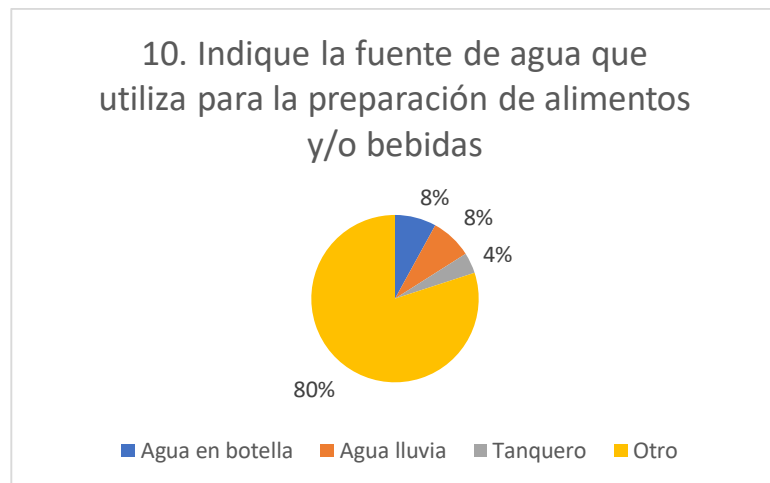
9. ¿Utiliza el agua de otra fuente para la preparación de alimentos o bebidas?

Gráfico 9



10. Indique la fuente de agua que utiliza para la preparación de alimentos y/o bebidas

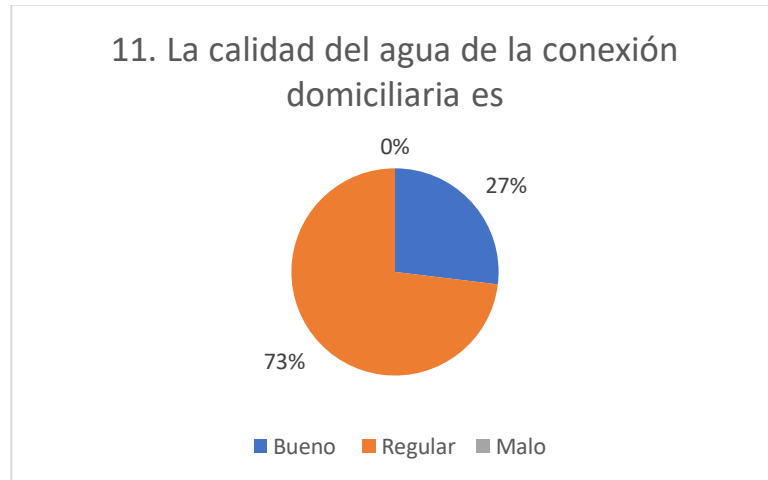
Gráfico 10





11. La calidad del agua de la conexión domiciliar es

Gráfico 11



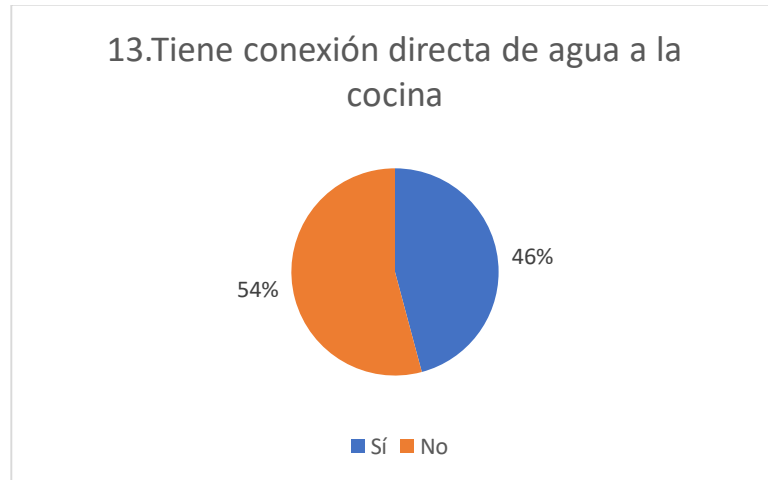
12. Tiene tanque de reserva o cisterna

Gráfico 12



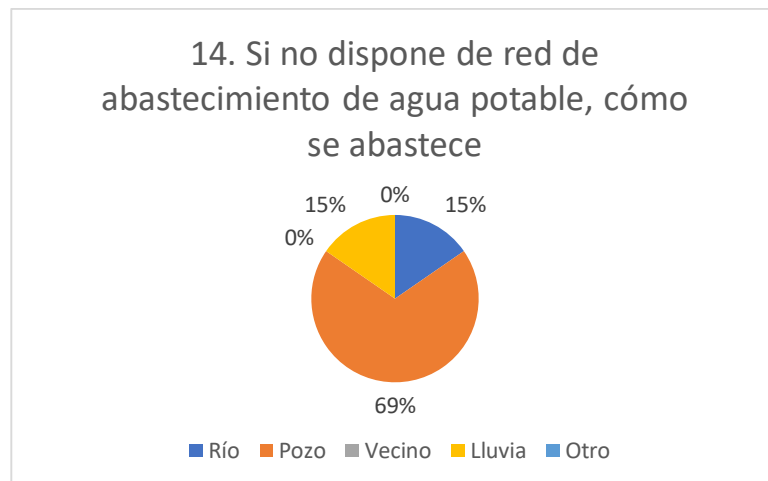
### 13. Tiene conexión directa de agua a la cocina

Gráfico 13



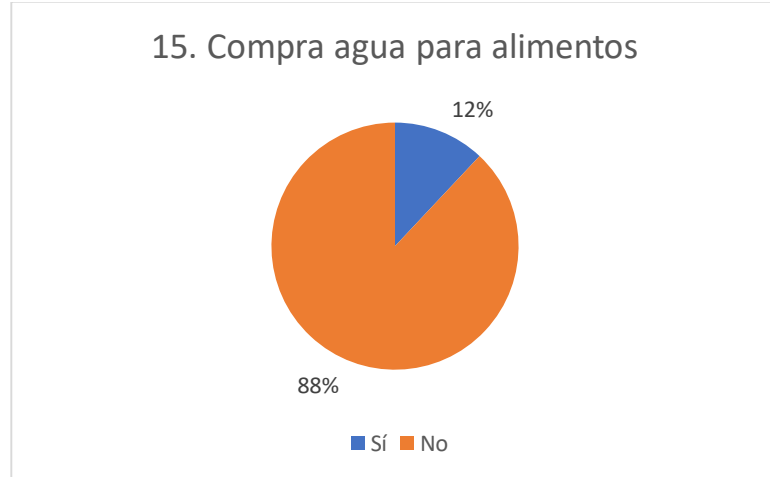
### 14. Si no dispone de red de abastecimiento de agua potable, cómo se abastece

Gráfico 14



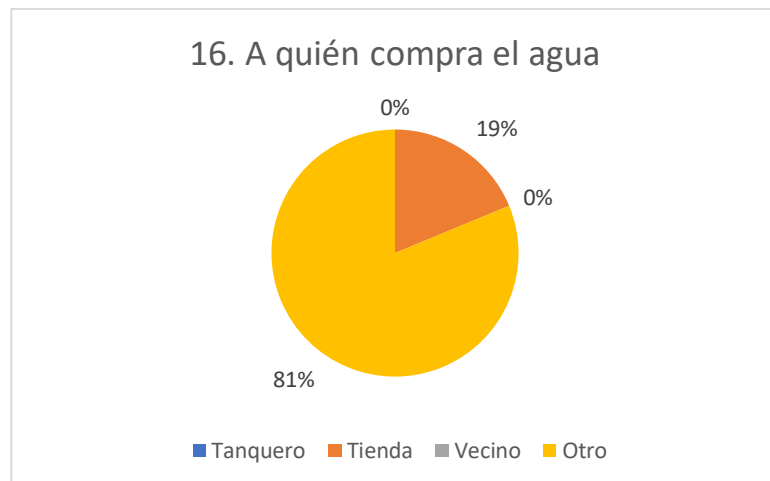
## 15. Compra agua para alimentos

Gráfico 15



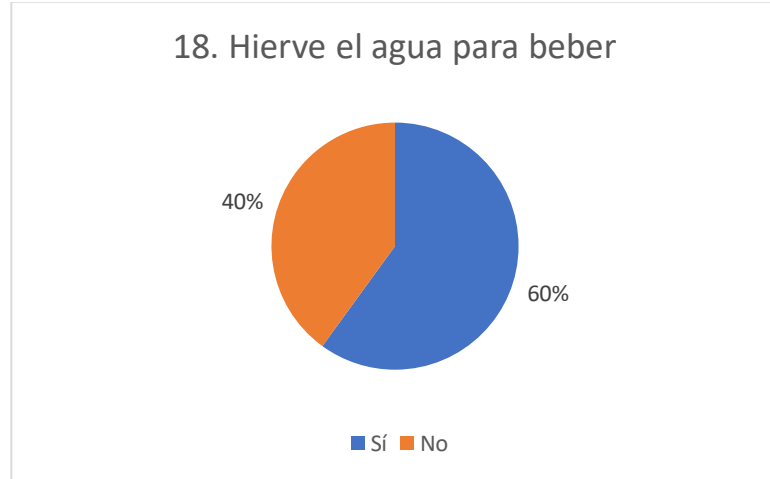
## 16. A quién compra el agua

Gráfico 16



## 17. Hierve el agua para beber

**Gráfico 17**



### 4.1.1.3. Tasa de crecimiento

Según la normativa vigente del código ecuatoriano de la construcción en la tabla 4 dice que la tasa de crecimiento se tomara en base a los datos estadísticos obtenidos en recuentos sanitarios o censos nacionales, pero a falta de datos se adoptara para la proyección geométrica, el índice del 1% según la región demográfica en la que se encuentra la zona de estudio.

### 4.1.1.4. Método geométrico

Este es el método utilizado para el cálculo de la población futura con la tasa de crecimiento tomada de la tabla 4, debido a la inexistencia de datos de censos poblacionales.

$$Pf = P_1 * (1 + r)^n \quad (9)$$

$$Pf = 120 * (1 + 1\%)^{20} \quad (10)$$

$$Pf = 147 \text{ hab} \quad (11)$$

#### 4.1.1.5. Población actual

Como mencionamos en el ítem 4.3.1 el dato de la población actual se obtuvo a través de las encuestas socioeconómicas realizadas el día veinte de noviembre del 2023, del total de encuestas realizadas se obtuvo una media del número de habitantes por hogar para cotejar con el número de usuarios y así obtener la población actual.

$$\bar{x} \frac{\# hab}{hogar} = 3 hab \quad (12)$$

$$número de usuarios = 40 \quad (13)$$

$$Pact = 3 * 40 = 120 hab \quad (14)$$

#### 4.1.1.6. Población flotante

De acuerdo con la norma de C.E.C-INEN 5 que está redactada para comunidades rurales, dice que la población flotante no se debe considerar, por lo tanto, el proceso de cálculo se omite.

#### 4.1.1.7. Dotación

Para la dotación nos regimos al código ecuatoriano de la construcción donde nos indica las dotaciones para comunidades rurales en función de la población de diseño y de la región en la que se encuentre el proyecto, en este caso escogemos una dotación de 75 L/hab/día el dato lo podemos corroborar en la tabla 5.

#### 4.1.1.8. Caudal medio

De la misma forma el Qm nos regimos en la normativa Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, la misma que nos detona la formula.

$$Q_m = \frac{f * P * D}{86400} \quad (15)$$

$$Q_m = \frac{0.20 * 147 * 75}{86400} \quad (16)$$

$$Q_m = 0.0255 \text{ L/s} \quad (17)$$

#### 4.1.1.9. Caudal máximo diario

Esta variación de consumo es obtenida de un año de registro de consumo máximo diario.

$$QMD = KMD * Q_m \quad (18)$$

$$QMD = 1.25 * 0.0255 \quad (19)$$

$$QMD = 0.0319 \text{ L/s} \quad (20)$$

#### 4.1.1.10. Caudal máximo horario

El caudal máximo diario se calculará con la siguiente ecuación:

$$QMH = KMH * Q_m \quad (21)$$

$$QMH = 3 * 0.0319 \quad (22)$$

$$QMH = 0.0765 \text{ L/s} \quad (23)$$

#### 4.1.1.11. Caudal de diseño

Para este proyecto no se considera el caudal contra incendios según la normativa vigente por lo tanto nuestro caudal de diseño el caudal máximo horario (QMH).

$$Q_d = QMH + \text{Caudal contra incendios} \quad (24)$$

$$Q_d = 0.0765 + 0 \quad (25)$$

$$Q_d = 0.0765 \text{ L/s} \quad (26)$$

#### 4.1.1.12. Volumen de reserva de la comunidad Buena Esperanza

Para el cálculo del volumen de reserva de presente estudio necesitamos los siguientes datos:

Población futura= 147 hab

Dotación= 75 L/hab/día

Periodo de diseño= 20 años

QMD= 0.0319 L/s

#### 4.1.1.13. Volumen de almacenamiento

El volumen de almacenamiento debe ser el 50% del volumen medio diario futuro, en ninguna ocasión este volumen no podrá ser inferior a 10 m<sup>3</sup> de acuerdo con la normativa vigente.

$$Vol. reserva = 50\% * 0.0319 \frac{L}{s} * 86400s \quad (27)$$

$$Vol. reserva = 1378.125l = 1.378 m^3 \quad (28)$$

#### 4.1.1.14. Volumen de regulación

De acuerdo con la normativa el volumen de regulación hace referencia al 30% del volumen consumido en un día del Qm, por lo tanto, viene a expresarse de la siguiente manera:

$$Vol. regulacion = 30\% * 0.0319 \frac{L}{s} * 86400s \quad (29)$$

$$Vol. regulacion = 826.875l = 0.8268m^3 \quad (30)$$

#### 4.1.1.15. Volumen total

Para obtener el volumen total se suma los volúmenes que tenemos disponibles en este caso el de almacenamiento y el de regulación.

$$Vol.Total = Va + Vr \quad (31)$$

$$Vol.Total = 1.3781 + 0.8268 \quad (32)$$

$$Vol.Total = 2.205 \text{ m}^3 \quad (33)$$

#### 4.1.1.16. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*h}} \quad (34)$$

$$D = \sqrt{\frac{4*2.205}{\pi*0.6}} = 2.163\text{m} \quad (35)$$

#### 4.1.1.17. Parámetros de control de calidad del agua

Según la norma NTE INEN 5 PRIMERA REVISION establece los siguientes parámetros para el cumplimiento de control de calidad del agua:

### 4.1.2. Cálculo de diámetro de la tubería

#### 4.1.2.1. Cálculo de la pendiente:

##### Tramo 1-2

Cota del tanque repartidor nudo 1= 3608 msnm

Cota de llegada al nudo 2= 3606 msnm

Cálculo de la pendiente topográfica S=J

$$S = J = \frac{COTA SUPERIOR - COTA INFERIOR}{LONGITUD DE TRAMO} \quad (36)$$

$$S = J = \frac{3608 - 3606}{7.13} \quad (37)$$

$$S = J = 0.28 \text{ m/m} \quad (38)$$



### Cálculo del diámetro

$$D_{cal} = \sqrt[2.63]{\left(\frac{Q*10^{-3}}{0.28*C*S^{0.54}}\right)} \quad (39)$$

$$D_{cal} = \sqrt[2.63]{\left(\frac{0.459*10^{-3}}{0.28*150*0.28^{0.54}}\right)} \quad (40)$$

$$D_{cal} = 0.017m = 17mm \quad (41)$$

La normativa nos indica un diámetro nominal mínimo de 19 mm, pero por temas de desempeño de parámetros hidráulicos para las matrices principales 1 y 2 estas las podemos ubicar en la figura 2, se optó por un diámetro nominal de 50 mm con un diámetro interno de 45.2 de 1.25 Mpa de presión de trabajo, de la misma forma se realizó el cálculo de los ramales secundarios de cada matriz y se obtuvo un diámetro de nominal de 25 mm con un diámetro interno de 22 mm con la misma presión de trabajo de 1.25 Mpa.

## 4.2. MODELACION DE LA RED DE DISTRIBUCION

El modelamiento de la red se realizó con el software Epanet 2.2 con el fin de facilitar el diseño hidráulico de la red.

### 4.2.1. Reporte de velocidad de la modelación

En el siguiente reporte tenemos las velocidades de nuestro diseño emitidas por el software Epanet, podemos observar velocidades inferiores a la velocidad mínima establecida en la norma, pero estas variaciones se omiten por diversos escenarios debido a la topografía irregular del lugar, también interviene el tema de la presión estática.

Link ID	Length m	Diameter mm	Velocity m/s
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-13	2.09910717	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-28	2.5589589	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-22	2.56349203	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-24	2.57900262	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-23	2.62466352	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-15	2.6966061	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-17	2.8017548	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-27	2.81619442	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-19	2.86577189	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-294	2.90724587	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-20	3.04727984	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-14	3.04882049	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-293	3.33174997	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-21	3.39832141	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-230	3.65117375	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-12	3.74201184	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-231	3.76947891	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-18	3.80540516	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-236	3.96595837	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-257	4.00081074	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-232	4.123577	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-233	4.123577	45.2	0.4

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-48	4.14502199	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-235	4.17119965	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-252	4.24419491	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-253	4.24419491	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-49	4.31133317	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-36	4.33818054	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-291	4.34116519	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-37	4.35811878	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-355	4.45956224	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-44	4.54014483	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-100	4.55399046	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-11	4.63926074	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-185	4.69089108	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-184	4.69089108	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-51	4.93814422	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-52	4.97302425	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-218	5.14410661	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-29	5.16219352	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-16	5.20955935	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-319	5.21338016	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-72	5.28329245	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-71	5.28329245	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-43	5.28985097	45.2	0.12

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-25	5.31718861	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-227	5.34053311	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-153	5.34335282	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-82	5.59250136	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-226	5.61169927	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-99	5.61605342	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-32	5.68077907	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-344	5.73740241	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-63	5.87214743	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-81	6.02351316	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-295	6.0483357	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-254	6.13752408	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-292	6.16558732	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-102	6.19851855	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-393	6.20035976	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-77	6.24952157	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-249	6.2512317	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-394	6.29108741	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-151	6.30298781	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-64	6.3303572	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-340	6.33664112	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-10	6.395869	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-222	6.47835856	45.2	0.41

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-221	6.47835856	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-255	6.47938691	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-174	6.51048336	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-9	6.56403778	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-33	6.6108497	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-30	6.62522568	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-103	6.62536955	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-246	6.66357016	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-343	6.84833421	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-357	6.88474598	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-136	7.02567791	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-85	7.02752339	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-74	7.0958954	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-61	7.10275716	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-62	7.10275717	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-73	7.11426467	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-34	7.12744056	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-123	7.13825489	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-88	7.252381	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-75	7.26158669	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-76	7.28803278	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-69	7.30023623	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-70	7.30023623	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-298	7.34332404	45.2	0.31

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-251	7.34676455	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-40	7.41168585	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-330	7.42856784	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-329	7.42856784	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-87	7.434146	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-444	7.46372268	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-358	7.52075075	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-297	7.55391376	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-284	7.56352913	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-250	7.58095798	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-445	7.64610905	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-188	7.69612768	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-31	7.72746238	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-256	7.75336881	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-149	7.78222651	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-150	7.81095763	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-441	7.85233577	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-202	7.87918045	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-146	7.95699933	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-449	7.97846754	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-234	7.99672075	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-50	8.03707354	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-318	8.05207854	45.2	0.29

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-189	8.21561791	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-237	8.23055176	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-83	8.25093726	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-201	8.3	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-356	8.34796968	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-411	8.37416626	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-286	8.41601773	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-285	8.41601773	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-60	8.5335465	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-331	8.59596545	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-203	8.75112848	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-332	8.75528922	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-304	8.77989854	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-305	8.77989853	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-339	8.84545056	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-179	8.8607714	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-84	8.86715522	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-399	8.88984171	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-104	8.95804662	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-105	8.95804662	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-447	8.22	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-47	9.01509852	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-5	9.01781919	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-42	9.05322316	45.2	0.12

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-208	9.0766352	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-391	9.08811756	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-338	9.10145451	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-348	9.16	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-172	9.18	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-66	9.1999414	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-67	9.1999414	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-365	9.20123995	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-364	9.20123995	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-152	9.20372475	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-446	9.22101188	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-4	9.22833059	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-57	9.22881334	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-59	9.24026296	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-58	9.28867324	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-126	9.30896305	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-412	9.33613713	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-336	9.48075956	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-427	9.55628047	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-217	9.66480114	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-78	9.6757353	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-175	9.6827944	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-244	9.76213019	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-386	9.76584454	45.2	0.23



Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-392	9.85357017	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-373	9.88302279	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-371	9.89002316	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-186	9.94469982	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-320	9.96733888	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-35	10.1138158	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-180	10.167393	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-118	10.2979194	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-144	10.3148058	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-243	10.3566019	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-38	10.4281846	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-345	10.45107	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-65	10.4702442	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-80	10.5081079	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-504	10.6527676	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-321	10.7654214	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-349	10.86	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-145	10.8599515	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-341	10.8921128	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-423	10.902866	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-372	10.9162606	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-147	10.9197154	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-148	10.9197154	45.2	0.08

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-209	10.9415486	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-182	10.9815194	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-322	11.017254	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-183	11.0571715	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-335	11.1238317	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-450	11.1248701	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-229	11.1858906	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-428	11.2011306	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-220	11.2039844	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-300	11.2094672	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-56	11.2106845	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-228	11.2623221	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-360	11.3972482	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-39	11.449132	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-387	11.5087303	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-266	11.5297039	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-337	11.5738642	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-290	11.7198488	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-471	11.7421436	22	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-46	11.8675401	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-119	11.8892507	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-375	12.0268705	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-276	12.031858	45.2	0.32

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-45	12.0786235	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-125	12.1017888	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-116	12.1062809	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-296	12.2626501	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-239	12.3669717	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-79	12.4770301	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-434	12.5615402	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-359	12.570112	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-112	12.5866552	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-273	12.67	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-301	12.687434	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-101	12.7025427	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-265	12.7359436	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-241	12.7995835	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-308	12.8051377	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-313	12.895538	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-312	12.8966769	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-368	12.978632	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-223	12.9910955	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-472	13.1475808	22	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-424	13.1730618	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-299	13.1815052	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-98	13.4290921	45.2	0.1

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-501	13.4517787	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-277	13.4916661	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-216	13.5511175	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-346	13.56	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-26	13.6609269	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-92	13.7067568	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-502	13.8089231	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-91	13.8256603	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-435	13.964707	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-367	14.04	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-124	14.0522737	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-436	14.1566702	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-224	14.2217059	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-316	14.3769637	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-238	14.4617054	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-402	14.5501106	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-215	14.78618	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-310	14.8434431	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-89	14.8446958	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-438	14.8830918	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-262	14.8913459	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-443	14.9402496	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-407	14.9619639	45.2	0.22

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-442	15.007574	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-413	15.0163733	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-96	15.1382667	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-400	15.156245	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-448	16.22	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-107	15.251223	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-499	15.3894236	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-500	15.3894236	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-143	15.4339398	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-418	15.4810886	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-114	15.4950319	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-245	15.5704043	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-350	15.6	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-437	15.6327403	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-6	15.6473144	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-493	15.67	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-433	15.711036	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-353	15.7201431	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-315	15.7321217	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-417	15.7463208	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-376	15.85	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-408	16.0213029	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-94	16.0761931	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-374	16.0825081	45.2	0.25

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-3	16.0850575	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-396	16.16647	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-328	16.2059819	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-432	16.2476444	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-93	16.2894178	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-306	16.322916	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-173	16.38	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-54	16.3819628	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-53	16.3924749	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-225	16.5353121	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-352	16.5595946	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-397	16.9754836	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-240	16.9771708	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-181	16.9855212	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-178	16.9973618	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-351	17.0199938	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-505	17.0803884	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-451	17.1015394	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-410	17.1232655	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-2	17.1822764	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-212	17.2047124	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-86	17.2103661	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-279	17.2241175	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-323	17.2938709	45.2	0.29

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-190	17.4653567	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-207	17.5856235	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-403	17.617012	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-414	17.6712468	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-354	17.6732692	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-127	17.6979164	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-162	17.724502	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-309	17.8609798	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-420	17.9726965	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-333	18.0611837	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-363	18.0684167	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-317	18.1149265	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-429	18.2417619	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-109	18.2555893	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-120	18.2938535	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-68	18.3759005	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-390	18.4971464	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-210	18.5493214	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-211	18.561007	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-115	18.634309	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-205	18.9705307	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-177	19.037801	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-419	19.1175866	45.2	0.22

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-425	19.1236131	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-154	19.2253996	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-287	19.3534846	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-426	19.3742705	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-111	19.3807437	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-195	19.5025414	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-196	19.5092794	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-381	19.5309885	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-506	19.536253	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-258	19.7233596	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-307	19.7268355	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-106	19.7447014	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-440	19.76	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-382	19.9249799	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-395	19.9382226	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-194	19.9410612	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-503	20.081951	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-204	20.524068	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-278	20.5517227	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-198	20.65	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-389	20.699642	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-110	20.7175061	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-200	20.72	45.2	0.42



Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-199	20.7789526	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-401	20.7879979	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-409	20.8138201	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-275	20.8346878	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-214	20.8848022	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-128	20.9176368	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-260	21.01	45.2	0.39
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-362	21.0366534	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-288	21.0503467	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-324	21.17	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-155	21.2547592	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-303	21.32	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-140	21.4627974	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-219	21.501539	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-398	21.5495921	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-325	21.6	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-269	21.8569805	45.2	0.33
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-361	21.9634502	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-171	21.9910295	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-474	22.2329146	22	0.03
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-388	22.4026035	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-379	22.4252673	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-247	22.6227322	45.2	0.4

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-302	22.85	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-268	22.9	45.2	0.33
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-267	22.98	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-8	23.0088701	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-281	23.29	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-492	23.3560292	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-95	23.3721375	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-259	23.38	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-264	23.8851194	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-242	23.9609694	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-463	24.17	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-461	24.343134	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-460	24.290874	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-380	24.4755967	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-462	24.5133993	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-511	24.7130395	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-369	24.7531415	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-129	24.9319956	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-248	24.9822069	45.2	0.4
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-470	25.150351	22	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-520	25.3530879	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-521	25.3530879	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-272	25.45	45.2	0.33
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-55	25.4863286	45.2	0.12

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-415	25.8324429	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-97	26.0727985	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-191	26.086555	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-512	26.1	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-509	26.1337429	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-366	26.31	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-431	26.4724164	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-491	26.6196893	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-430	26.6944313	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-90	26.9236188	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-334	27.0924322	45.2	0.27
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-510	27.2730505	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-176	27.4599392	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-192	27.4602238	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-280	27.53	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-421	27.9551291	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-422	28.0042683	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-206	28.49164	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-385	28.6215704	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-7	28.7535634	45.2	0.12
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-342	28.9716723	45.2	0.26
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-477	29.3891495	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-465	29.443446	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-41	30.0193826	45.2	0.12

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-168	30.4541625	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-416	30.507272	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-453	30.5393926	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-454	30.54	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-456	30.57	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-270	30.666595	45.2	0.33
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-121	30.6708677	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-507	30.9010933	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-193	31.0166986	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-167	31.21	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-141	31.5342174	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-489	31.5617033	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-170	31.6588299	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-406	31.7282203	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-213	31.8198027	45.2	0.41
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-160	31.8313171	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-405	31.936214	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-404	32.0024698	45.2	0.22
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-311	32.106087	45.2	0.3
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-132	32.552259	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-117	32.8324873	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-289	32.8903884	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-314	32.9142811	45.2	0.3

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-495	33.1847138	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-163	33.8106801	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-197	34	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-473	34.2100171	22	0.03
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-475	34.2882091	22	0.03
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-166	34.6	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-326	34.68	45.2	0.29
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-494	34.87	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-497	34.9321747	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-496	35.1838303	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-263	35.8419012	45.2	0.34
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-468	35.99	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-498	36.4183604	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-131	36.5500078	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-156	36.7470718	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-108	36.8089634	45.2	0.1
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-139	37.1477683	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-370	38.5191806	45.2	0.25
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-113	38.7484344	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-130	38.9982892	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-157	39.4342333	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-466	40.62	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-161	39.8353297	45.2	0.08

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-378	40.18	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-525	40.29	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-271	40.5857163	45.2	0.33
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-459	41.66	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-187	43.4221569	45.2	0.42
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-169	43.6513925	45.2	0.44
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-384	43.708196	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-138	43.7711967	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-135	44.7187888	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-490	44.8445677	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-377	45.7	45.2	0.24
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-274	47.0484104	45.2	0.32
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-508	47.0515114	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-482	47.69	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-517	47.94	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-514	49.14	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-137	49.8318635	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-452	49.85	36.2	0.01
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-522	50.7061757	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-478	51.6939014	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-134	55.2555469	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-518	55.37	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-283	55.4867635	45.2	0.31

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-282	55.9590204	45.2	0.31
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-524	56.116042	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-383	56.4477278	45.2	0.23
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-523	56.9339127	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-455	57.25	36.2	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-164	57.35	45.2	0.06
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-122	58.6863964	45.2	0.09
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-133	61.4419457	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-142	61.7470044	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-516	62.13	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-159	74.7859271	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-488	81.1312852	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-458	82.74	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-527	88.6586975	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-529	89.7539379	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-526	94.35	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-528	96.8233964	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-486	99.8537261	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-158	105.971706	45.2	0.08
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-483	116.48	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-487	118.684154	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-439	125.15	45.2	0.2
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-485	132.238924	22	0.02

Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-481	141.13	22	0.05
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-484	144.39	22	0.02
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-480	204.06	22	0.07
Pipe Proy-Horizontal(Polyline)-479	289.085451	22	0.1

#### 4.2.2. Reporte de presiones de la modelación

Node ID	Head m	Pressure m
Junc J-1	3607.92	3.89
Junc J-2	3607.92	3.9
Junc J-3	3607.89	4.19
Junc J-4	3607.89	4.07
Junc J-5	3607.9	4.1
Junc J-6	3607.9	4.13
Junc J-7	3607.9	4.07
Junc J-8	3607.9	3.99
Junc J-9	3607.91	3.91
Junc J-10	3607.91	3.91
Junc J-11	3607.91	3.9
Junc J-12	3607.91	3.9
Junc J-13	3607.89	4.11
Junc J-14	3607.91	4.11
Junc J-15	3607.91	4.17
Junc J-16	3577.5	15.02
Junc J-17	3577.49	15.09
Junc J-18	3607.9	4.13
Junc J-19	3577.51	14.99
Junc J-20	3602.76	29.77
Junc J-21	3602.75	29.83
Junc J-22	3607.92	4.07
Junc J-23	3602.73	29.89
Junc J-24	3602.64	29.97
Junc J-25	3602.63	29.97
Junc J-26	3601.63	31.24
Junc J-27	3601.61	31.4
Junc J-28	3602.71	29.86
Junc J-29	3602.7	29.94



Junc J-30	3607.81	4.57
Junc J-31	3607.8	4.43
Junc J-32	3602.66	29.89
Junc J-33	3601.76	31.14
Junc J-34	3601.74	31.17
Junc J-35	3601.72	31.25
Junc J-36	3607.8	4.42
Junc J-37	3607.86	3.71
Junc J-38	3607.86	4.01
Junc J-39	3577.54	15
Junc J-40	3577.53	15.01
Junc J-41	3607.86	4.06
Junc J-42	3564.38	10.81
Junc J-43	3564.37	11.01
Junc J-44	3607.82	4.41
Junc J-45	3607.82	4.32
Junc J-46	3607.57	5.91
Junc J-47	3607.57	6.02
Junc J-48	3607.92	3.71
Junc J-49	3606.17	25.76
Junc J-50	3606.15	25.86
Junc J-51	3606.19	25.91
Junc J-52	3607.8	4.52
Junc J-53	3607.8	4.54
Junc J-54	3607.79	4.61
Junc J-55	3603.33	29.06
Junc J-56	3603.31	29.14
Junc J-57	3607.89	4.15
Junc J-58	3576.57	17.75
Junc J-59	3576.56	17.74
Junc J-60	3607.7	4.95
Junc J-61	3607.69	5.25
Junc J-62	3607.7	5.13
Junc J-63	3607.83	4.34
Junc J-64	3607.9	3.89
Junc J-65	3602.88	29.57
Junc J-66	3602.86	29.66
Junc J-67	3607.28	9.26
Junc J-68	3607.28	9.26
Junc J-69	3607.66	5.32
Junc J-70	3607.66	5.28
Junc J-71	3602.91	29.61
Junc J-72	3607.58	5.88

Junc J-73	3607.88	4.04
Junc J-74	3607.88	4.1
Junc J-75	3575.77	20.57
Junc J-76	3575.76	20.72
Junc J-77	3607.73	4.73
Junc J-78	3607.73	4.72
Junc J-79	3607.66	5.23
Junc J-80	3577.48	15.09
Junc J-81	3601.69	31.32
Junc J-82	3607.57	6.08
Junc J-83	3607.57	6.16
Junc J-84	3563.16	16.86
Junc J-85	3563.16	16.95
Junc J-86	3607.68	5.03
Junc J-87	3607.68	5.14
Junc J-88	3601.85	30.79
Junc J-89	3601.82	31.2
Junc J-90	3563.15	16.91
Junc J-91	3607.28	9.26
Junc J-92	3607.28	9.26
Junc J-93	3607.73	4.83
Junc J-94	3575.88	20.33
Junc J-95	3575.87	20.33
Junc J-96	3607.92	2.9
Junc J-97	3603.13	29.28
Junc J-98	3603.1	29.42
Junc J-99	3603.16	29.38
Junc J-100	3601.67	31.16
Junc J-101	3606.86	25.06
Junc J-102	3606.83	25.39
Junc J-103	3607.93	2.35
Junc J-104	3607.87	4.1
Junc J-105	3607.88	4.17
Junc J-106	3607.56	6.17
Junc J-107	3602.08	30.61
Junc J-108	3602.06	30.58
Junc J-109	3575.79	20.24
Junc J-110	3564.36	10.9
Junc J-111	3564.34	10.91
Junc J-112	3607.36	7.34
Junc J-113	3607.36	7.34
Junc J-114	3607.65	5.39
Junc J-115	3607.64	5.32

Junc J-116	3607.69	5.23
Junc J-117	3607.69	5.3
Junc J-118	3607.74	4.73
Junc J-119	3607.74	4.66
Junc J-120	3607.87	4.04
Junc J-122	3607.96	1.96
Junc J-123	3607.45	7.44
Junc J-124	3607.44	7.43
Junc J-125	3607.64	5.3
Junc J-126	3607.63	5.35
Junc J-127	3607.68	5
Junc J-128	3607.71	5.05
Junc J-129	3607.7	5.21
Junc J-130	3577.42	15.15
Junc J-131	3577.4	15.24
Junc J-132	3601.79	31.07
Junc J-133	3607.85	4.09
Junc J-134	3607.85	4.24
Junc J-135	3576.13	19.26
Junc J-136	3576.11	19.39
Junc J-137	3576.14	19.1
Junc J-138	3607.64	5.23
Junc J-139	3606.93	34.5
Junc J-140	3606.93	34.86
Junc J-141	3564.33	11.1
Junc J-142	3577.44	14.96
Junc J-143	3577.83	14.26
Junc J-144	3577.81	14.45
Junc J-145	3606.93	34.86
Junc J-146	3605.89	26
Junc J-147	3605.85	26.01
Junc J-148	3607.29	9.27
Junc J-149	3607.28	9.27
Junc J-150	3606.94	30.42
Junc J-151	3606.94	31.87
Junc J-152	3604.56	27.57
Junc J-153	3604.52	27.58
Junc J-154	3607.29	9.28
Junc J-155	3607.29	9.27
Junc J-156	3606.93	35.31
Junc J-157	3606.93	35.41
Junc J-158	3576.59	17.66
Junc J-159	3605.81	26.28

Junc J-160	3602.59	29.93
Junc J-161	3607.65	5.37
Junc J-162	3604.6	27.38
Junc J-163	3562.67	20.07
Junc J-164	3562.66	20.12
Junc J-165	3577.79	13.96
Junc J-166	3577.77	14.19
Junc J-167	3607.75	4.74
Junc J-168	3576.09	19.47
Junc J-169	3604.48	27.74
Junc J-170	3576.08	19.38
Junc J-171	3577.19	15.8
Junc J-172	3577.16	15.89
Junc J-173	3577.14	15.71
Junc J-174	3575.9	19.86
Junc J-175	3606.47	25.5
Junc J-176	3606.43	25.56
Junc J-177	3563.03	18
Junc J-178	3563.02	18
Junc J-179	3607.56	6.16
Junc J-180	3607.56	6.25
Junc J-181	3606.93	34.87
Junc J-182	3606.93	35.29
Junc J-183	3607.81	4.54
Junc J-184	3607.96	0.97
Junc J-185	3607.96	0.96
Junc J-186	3607.83	4.32
Junc J-187	3604.09	28.22
Junc J-188	3604.05	28.35
Junc J-189	3563.19	16.58
Junc J-190	3563.18	16.77
Junc J-191	3575.92	20.33
Junc J-192	3564.57	10
Junc J-193	3564.55	10
Junc J-194	3606.98	24.93
Junc J-195	3606.94	24.89
Junc J-196	3607.72	4.92
Junc J-197	3607.72	4.88
Junc J-198	3607.71	4.86
Junc J-199	3564.16	11.67
Junc J-200	3564.14	11.8
Junc J-201	3564.17	11.69
Junc J-202	3607.97	0.97

Junc J-203	3607.76	4.75
Junc J-204	3607.75	4.75
Junc J-205	3607.75	4.74
Junc J-206	3607.44	7.42
Junc J-207	3607.44	7.42
Junc J-208	3562.65	20
Junc J-209	3575.96	19.96
Junc J-210	3575.94	19.9
Junc J-211	3562.27	22.43
Junc J-212	3562.26	22.82
Junc J-213	3603.38	29.14
Junc J-214	3607.67	5.1
Junc J-215	3606.78	25.26
Junc J-216	3602.19	30.44
Junc J-217	3602.15	30.59
Junc J-218	3563.32	16.29
Junc J-219	3563.31	16.18
Junc J-220	3563.9	13.37
Junc J-221	3563.88	13.26
Junc J-222	3563.93	12.91
Junc J-223	3563.92	12.89
Junc J-224	3606.1	25.92
Junc J-225	3576.53	18.24
Junc J-226	3606.38	25.33
Junc J-227	3607.48	6.47
Junc J-228	3607.48	6.46
Junc J-229	3607.3	9.28
Junc J-230	3607.3	9.28
Junc J-231	3602.24	30.48
Junc J-232	3607.85	4.21
Junc J-233	3575.74	20.7
Junc J-234	3607.67	5.24
Junc J-235	3606.99	36.5
Junc J-236	3606.99	36.5
Junc J-237	3576.51	17.8
Junc J-238	3564.53	10.13
Junc J-239	3575.85	20.33
Junc J-240	3562.35	22.06
Junc J-241	3562.34	22.29
Junc J-242	3607.29	9.36
Junc J-243	3604	28.24
Junc J-244	3606.3	26.01
Junc J-245	3606.25	25.75

Junc J-246	3576.48	17.93
Junc J-247	3575.98	19.6
Junc J-248	3606.93	35.86
Junc J-249	3602.81	29.74
Junc J-250	3562.24	22.83
Junc J-251	3603.21	29.24
Junc J-252	3577.37	15.34
Junc J-253	3577.34	15.43
Junc J-254	3607.76	4.8
Junc J-255	3564.31	10.99
Junc J-256	3564.28	11.26
Junc J-257	3563.29	16.05
Junc J-258	3579.23	10.21
Junc J-259	3579.19	10.78
Junc J-260	3577.57	14.54
Junc J-261	3562.27	29.69
Junc J-262	3562.26	31.15
Junc J-263	3607.82	4.37
Junc J-264	3607.47	6.46
Junc J-265	3563.85	13.18
Junc J-266	3563.83	13.27
Junc J-267	3578.46	12.42
Junc J-268	3578.42	12.4
Junc J-269	3607.44	7.43
Junc J-270	3607.49	6.48
Junc J-271	3607.49	6.46
Junc J-272	3602.53	30.1
Junc J-273	3602.47	30.2
Junc J-274	3562.12	24.07
Junc J-275	3562.11	24.06
Junc J-276	3607.52	6.5
Junc J-277	3607.51	6.5
Junc J-278	3578.69	12.01
Junc J-279	3578.65	11.91
Junc J-280	3577.3	15.56
Junc J-281	3579.27	10.3
Junc J-282	3602.4	30.23
Junc J-283	3602.34	30.28
Junc J-284	3577.05	16.33
Junc J-285	3577.02	16.4
Junc J-286	3576.82	16.99
Junc J-287	3576.79	17
Junc J-288	3576.85	16.82

Junc J-289	3564.07	11.89
Junc J-290	3564.04	12.16
Junc J-291	3603.04	29.32
Junc J-292	3562.26	31.86
Junc J-293	3562.32	22.27
Junc J-294	3607.58	5.69
Junc J-295	3607	36.08
Junc J-296	3606.99	36.34
Junc J-297	3578.38	12.56
Junc J-298	3603.44	28.95
Junc J-299	3575.71	20.67
Junc J-300	3607.62	5.6
Junc J-301	3607.61	5.5
Junc J-303	3578.51	16.48
Junc J-304	3606.99	36.51
Junc J-305	3607.62	5.47
Junc J-306	3562.09	23.56
Junc J-307	3564.09	11.83
Junc J-308	3562.07	24.03
Junc J-309	3602.98	29.53
Junc J-310	3576.67	17.43
Junc J-311	3576.63	17.6
Junc J-312	3562.96	18.25
Junc J-313	3562.94	18.48
Junc J-314	3603.51	28.77
Junc J-315	3576.97	16.53
Junc J-316	3576.94	16.64
Junc J-317	3607.63	5.41
Junc J-318	3562.05	24.24
Junc J-319	3562.04	24.31
Junc J-320	3579.51	10
Junc J-321	3579.46	10.1
Junc J-322	3606.93	34.15
Junc J-323	3562.78	19.32
Junc J-324	3562.75	19.43
Junc J-325	3562.63	20.43
Junc J-326	3607.59	5.64
Junc J-327	3607.59	5.63
Junc J-328	3562.99	17.96
Junc J-329	3607.55	6.21
Junc J-330	3607.55	6.06
Junc J-331	3607	35.93
Junc J-332	3607	36.59

Junc J-333	3607.3	9.28
Junc J-334	3562.5	21.03
Junc J-335	3562.48	21.17
Junc J-336	3607.5	6.49
Junc J-337	3607.5	6.48
Junc J-338	3564.5	10.25
Junc J-340	3562.28	25.69
Junc J-341	3607.95	1.2
Junc J-342	3607.05	30.99
Junc J-343	3607.04	31.25
Junc J-344	3562.14	24.09
Junc J-345	3564.44	10.42
Junc J-346	3564.41	10.72
Junc J-347	3576.71	17.42
Junc J-348	3562.52	20.88
Junc J-349	3563.8	13.35
Junc J-350	3562.73	19.69
Junc J-351	3607.61	5.54
Junc J-352	3607.6	5.59
Junc J-353	3607.98	0.95
Junc J-354	3563.11	17.49
Junc J-355	3563.09	17.53
Junc J-356	3576.18	19.01
Junc J-357	3562.16	24.11
Junc J-358	3577.1	16.07
Junc J-359	3607.78	4.46
Junc J-360	3607.78	4.51
Junc J-361	3601.34	31.71
Junc J-362	3564.47	10.45
Junc J-363	3563.06	17.73
Junc J-364	3606.55	25.38
Junc J-365	3606.98	36.94
Junc J-366	3606.93	35.86
Junc J-367	3562.7	19.66
Junc J-368	3607.99	-0.01
Junc J-369	3603.83	28.42
Junc J-370	3603.75	28.69
Junc J-371	3578.33	12.78
Junc J-372	3578.28	12.86
Junc J-373	3576.44	18.18
Junc J-374	3605.73	26.01
Junc J-375	3604.17	28.11
Junc J-376	3562.91	18.51



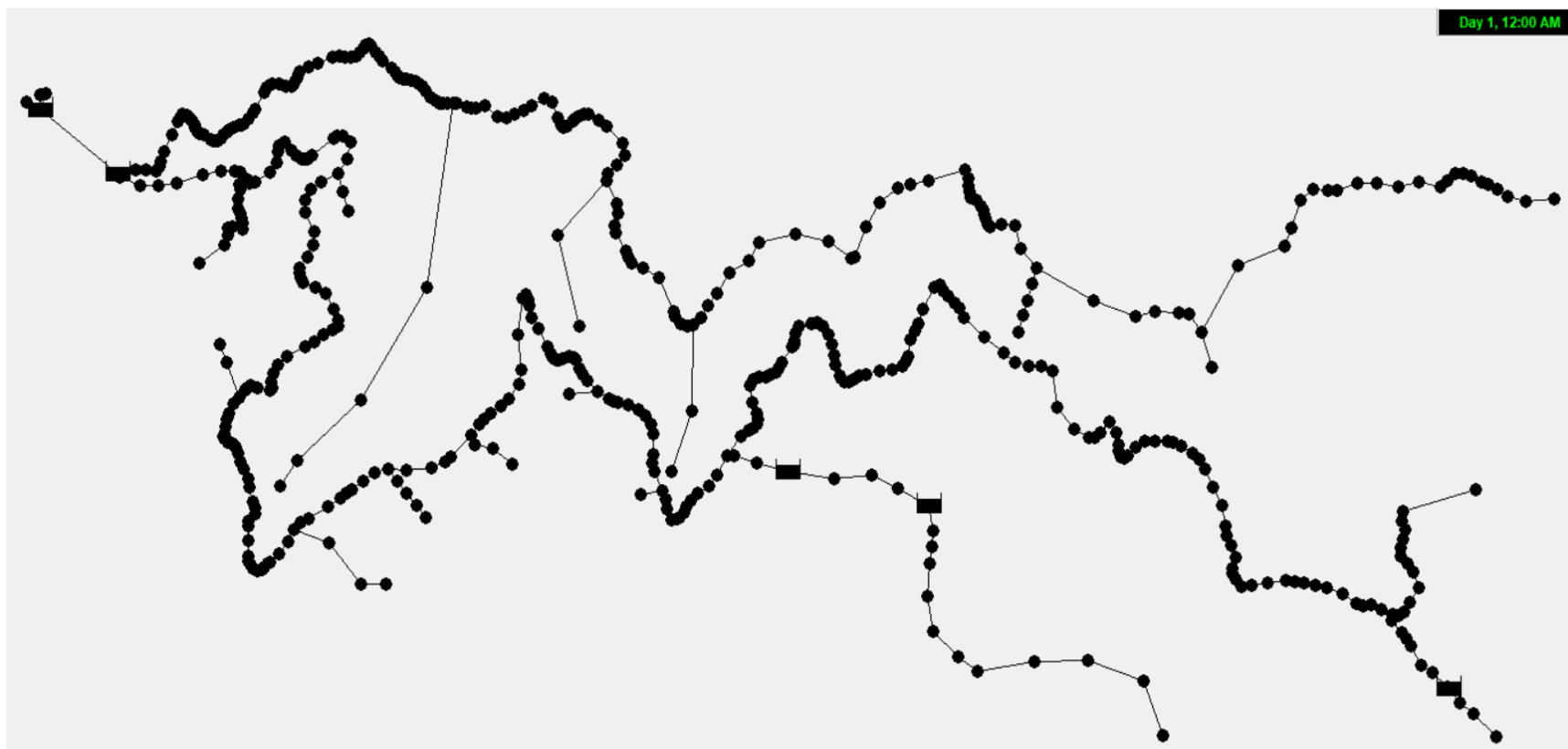
Junc J-377	3562.6	20.19
Junc J-378	3607.43	7.42
Junc J-379	3607.2	10.18
Junc J-380	3607.2	11.17
Junc J-381	3562.45	21.41
Junc J-382	3562.43	21.39
Junc J-383	3576.04	19.56
Junc J-384	3564.21	11.54
Junc J-385	3562.22	22.72
Junc J-386	3607.53	6.3
Junc J-387	3607.53	6.26
Junc J-388	3607.47	6.46
Junc J-389	3563.22	16.19
Junc J-390	3603.91	28.42
Junc J-391	3604.39	27.77
Junc J-392	3604.3	27.85
Junc J-393	3606.65	25.33
Junc J-394	3562.29	22.68
Junc J-395	3607.27	9.25
Junc J-396	3577.72	14.4
Junc J-397	3607.52	6.03
Junc J-398	3605.23	27.05
Junc J-399	3605.14	26.94
Junc J-400	3605.05	26.99
Junc J-401	3563.58	14.56
Junc J-402	3563.55	14.52
Junc J-403	3606.98	38.9
Junc J-404	3601.53	31.56
Junc J-405	3563.52	14.49
Junc J-406	3605.32	26.63
Junc J-407	3604.89	27.06
Junc J-408	3604.79	27.28
Junc J-409	3563.25	16.22
Junc J-410	3604.69	27.4
Junc J-411	3578.51	12.32
Junc J-412	3603.6	28.83
Junc J-413	3607.43	7.41
Junc J-414	3601.43	31.57
Junc J-415	3564.24	11.22
Junc J-416	3577.66	14.63
Junc J-417	3576.39	18.35
Junc J-418	3607.27	9.25
Junc J-419	3577.24	15.74

Junc J-420	3607.33	9.3
Junc J-421	3607.32	9.3
Junc J-422	3576.33	18.3
Junc J-423	3579.04	11.02
Junc J-424	3578.98	10.95
Junc J-425	3607.09	23.44
Junc J-426	3562.26	32.19
Junc J-427	3562.25	32.19
Junc J-428	3563.66	13.91
Junc J-429	3563.62	14.35
Junc J-430	3601.96	30.9
Junc J-431	3579.12	10.64
Junc J-432	3607.94	1.93
Junc J-433	3578.2	13.17
Junc J-434	3578.14	13.22
Junc J-435	3607.06	31.45
Junc J-436	3579.34	10.32
Junc J-437	3578.98	28.85
Junc J-438	3578.98	32.91
Junc J-439	3578.98	15.73
Junc J-440	3578.98	22.05
Junc J-441	3607.25	29.19
Junc J-442	3607.25	37.17
Junc J-443	3564	12.46
Junc J-444	3607.42	7.41
Junc J-445	3479	1.99
Junc J-446	3478.99	3.42
Junc J-447	3478.99	3.08
Junc J-448	3578.76	11.74
Junc J-449	3562.57	20.53
Junc J-450	3605.6	26.55
Junc J-451	3607.25	44.16
Junc J-452	3607.25	9.23
Junc J-453	3607.25	20.21
Junc J-454	3562.19	24.23
Junc J-455	3607.07	29.09
Junc J-456	3605.47	26.42
Junc J-457	3562.39	21.74
Junc J-458	3563.36	15.33
Junc J-459	3521	6.98
Junc J-460	3521	12.97
Junc J-461	3578.51	25.46
Junc J-462	3562.25	41.17

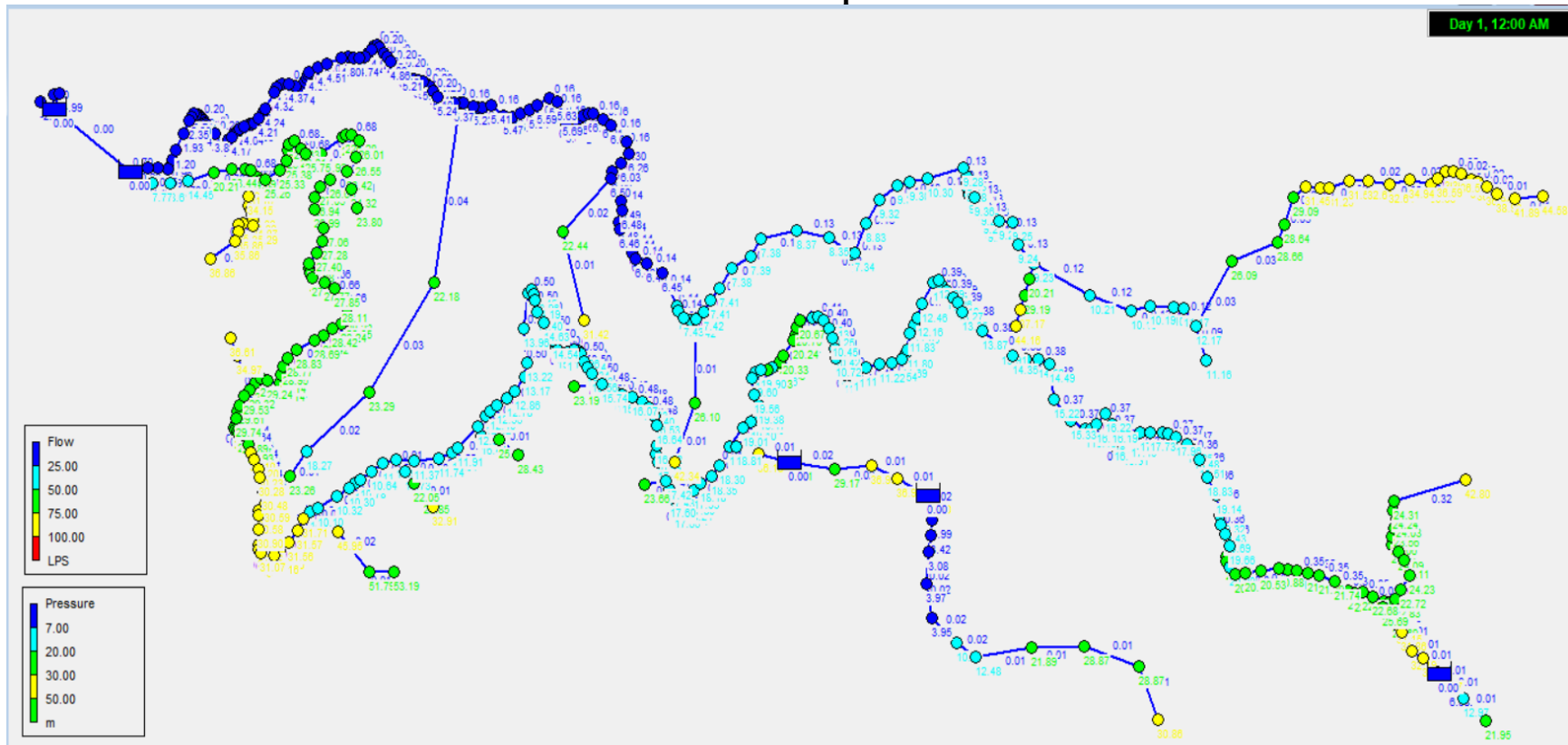
Junc J-463	3607.63	8.61
Junc J-464	3607.48	14.45
Junc J-465	3605.47	24.32
Junc J-466	3605.47	23.8
Junc J-467	3603.04	34.97
Junc J-468	3603.04	36.61
Junc J-469	3578.89	11.37
Junc J-470	3607.46	6.45
Junc J-471	3606.98	41.89
Junc J-472	3607.79	7.77
Junc J-473	3607.32	10.3
Junc J-474	3607.1	28.66
Junc J-475	3607.09	28.64
Junc J-476	3607.25	20.21
Junc J-477	3562.82	19.14
Junc J-478	3607.22	10.19
Junc J-479	3607.21	10.19
Junc J-480	3562.87	18.83
Junc J-481	3607.4	7.39
Junc J-482	3607.4	7.38
Junc J-483	3607.03	31.53
Junc J-484	3607.03	32.6
Junc J-485	3607.19	12.17
Junc J-486	3576.25	18.81
Junc J-487	3607.02	32.64
Junc J-488	3607.01	34.94
Junc J-489	3576.71	23.66
Junc J-490	3607.41	7.38
Junc J-491	3607.26	9.24
Junc J-492	3607.34	9.32
Junc J-493	3525	45.9
Junc J-494	3578.51	28.43
Junc J-495	3563.72	13.87
Junc J-496	3478.95	10.91
Junc J-497	3478.94	12.48
Junc J-498	3601.29	51.79
Junc J-499	3601.29	53.19
Junc J-500	3563.43	15.22
Junc J-501	3607.35	8.83
Junc J-502	3607.37	8.35
Junc J-503	3606.97	44.58
Junc J-504	3607.31	18.27
Junc J-505	3607.31	23.26

Junc J-507	3576.25	36.18
Junc J-508	3525.01	36.93
Junc J-509	3525	36.93
Junc J-510	3576.25	51.11
Junc J-512	3577.24	23.19
Junc J-513	3606.93	36.86
Junc J-514	3478.97	3.97
Junc J-515	3520.99	21.95
Junc J-516	3607.38	8.37
Junc J-517	3577.99	13.96
Junc J-518	3478.96	3.95
Junc J-519	3607.18	11.16
Junc J-520	3601.31	45.95
Junc J-521	3525.02	29.17
Junc J-522	3607.23	10.21
Junc J-523	3607.14	26.09
Junc J-524	3478.94	21.89
Junc J-525	3478.93	28.87
Junc J-526	3478.93	28.87
Junc J-527	3478.92	30.86
Junc J-528	3607.43	26.1
Junc J-529	3607.42	42.34
Junc J-530	3607.49	22.44
Junc J-531	3561.89	42.8
Junc J-532	3607.34	23.29
Junc J-533	3607.48	31.42
Junc J-534	3607.43	22.18

### 4.2.3. Resultados de la modelación de presión estática en Epanet

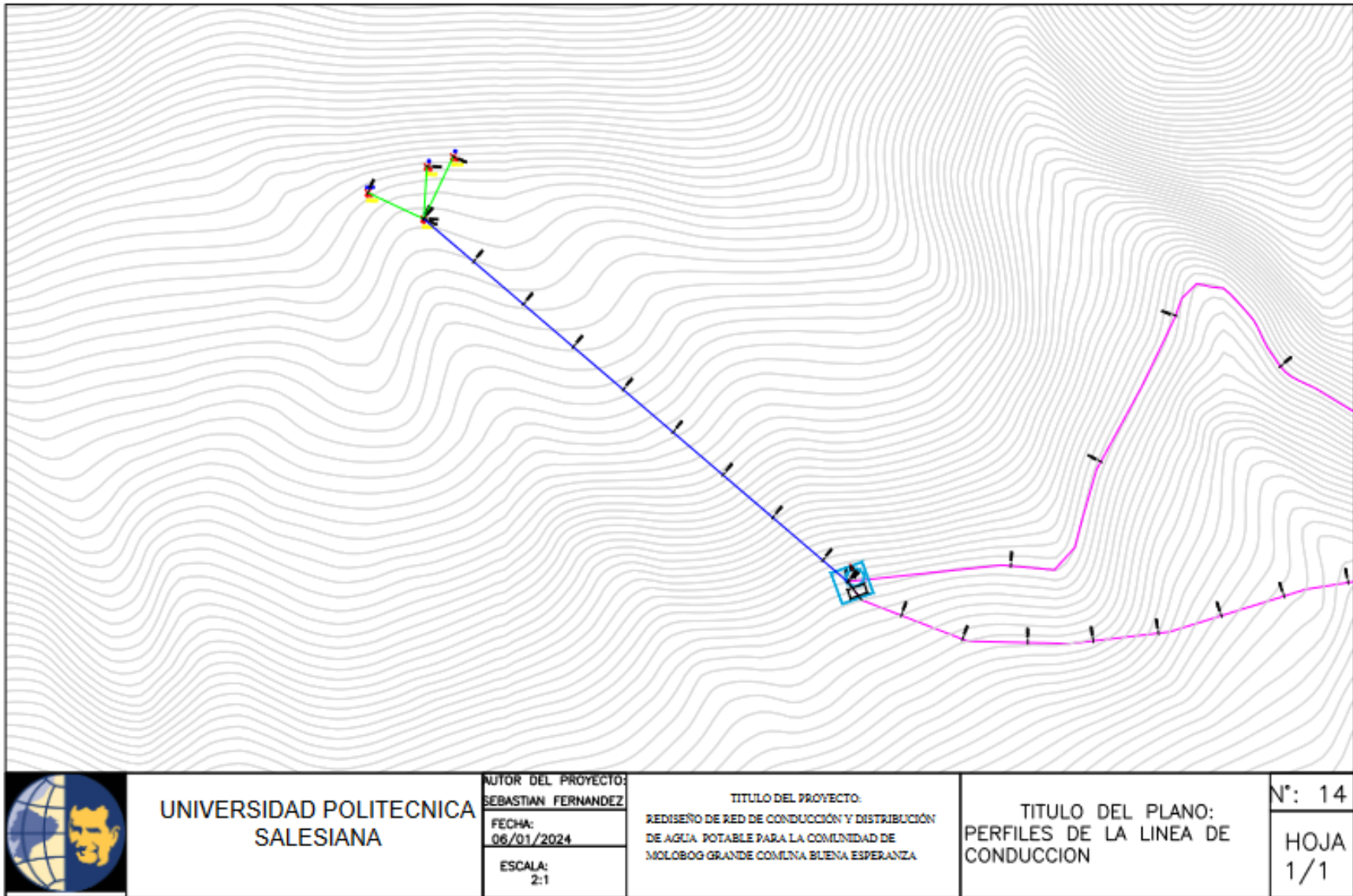


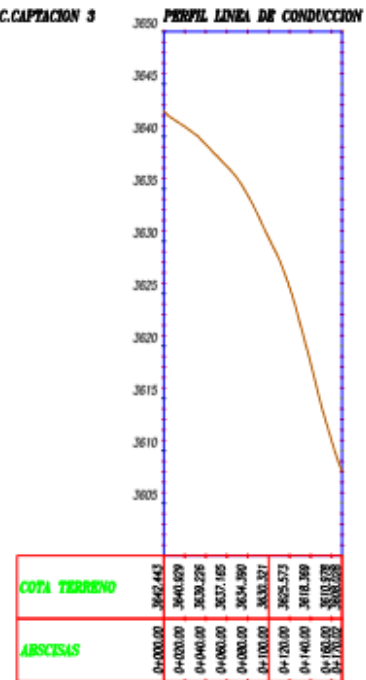
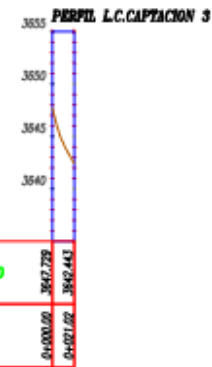
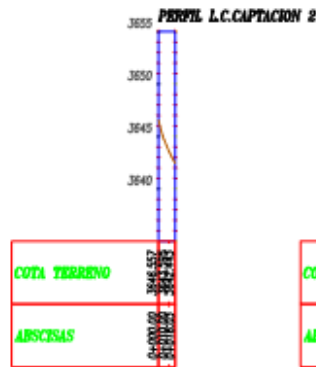
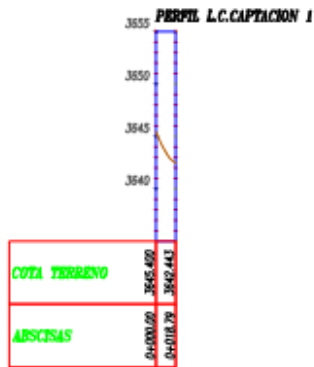
#### 4.2.4. Resultados de la modelación hidráulica en Epanet



### 4.3. PLANOS

#### 4.3.1. Planos de la conducción





UNIVERSIDAD POLITECNICA  
SALESIANA

AUTOR DEL PROYECTO:  
SEBASTIAN FERNANDEZ  
FECHA:  
06/01/2024  
ESCALA:  
1:2000

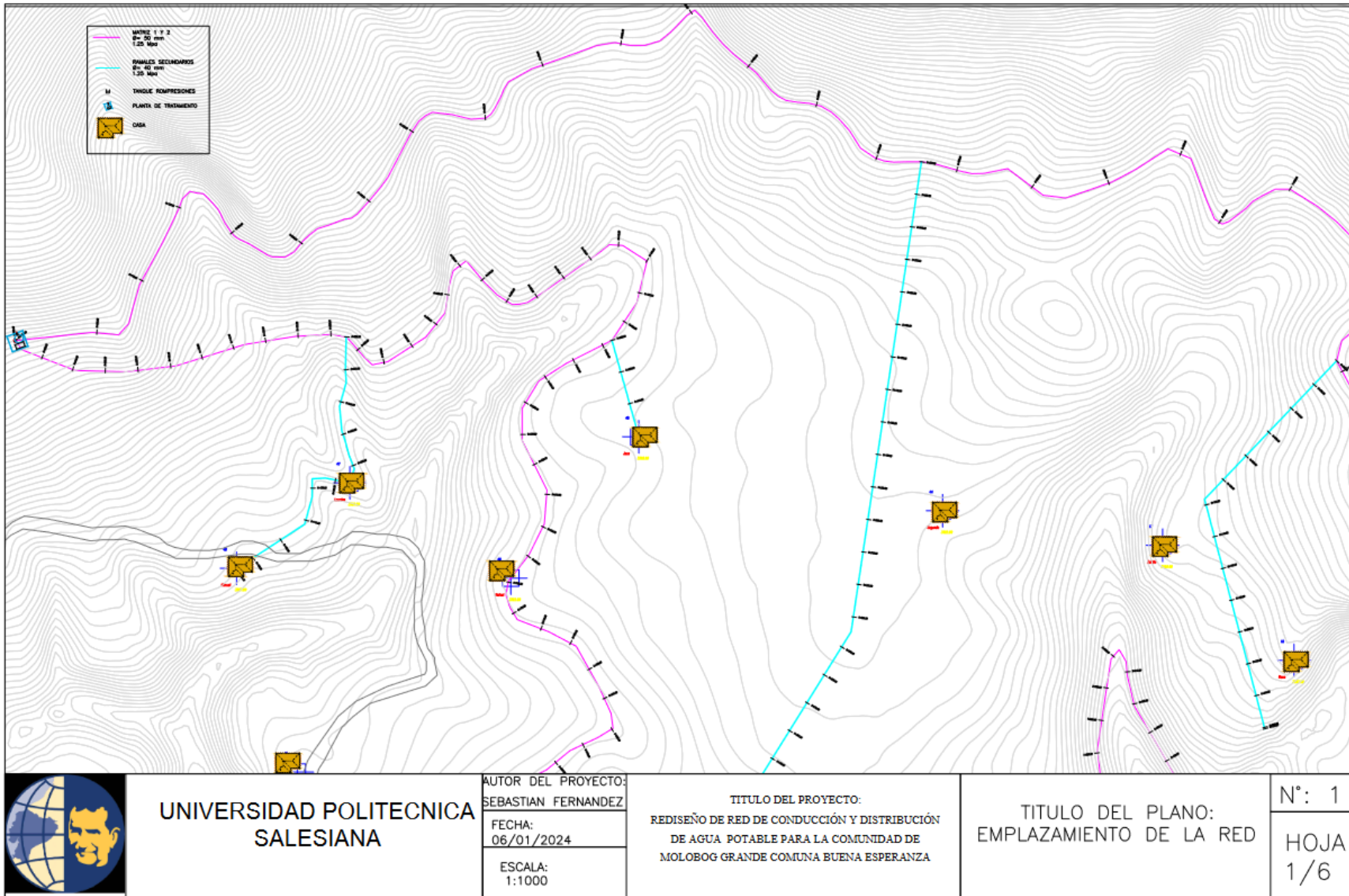
TITULO DEL PROYECTO:  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

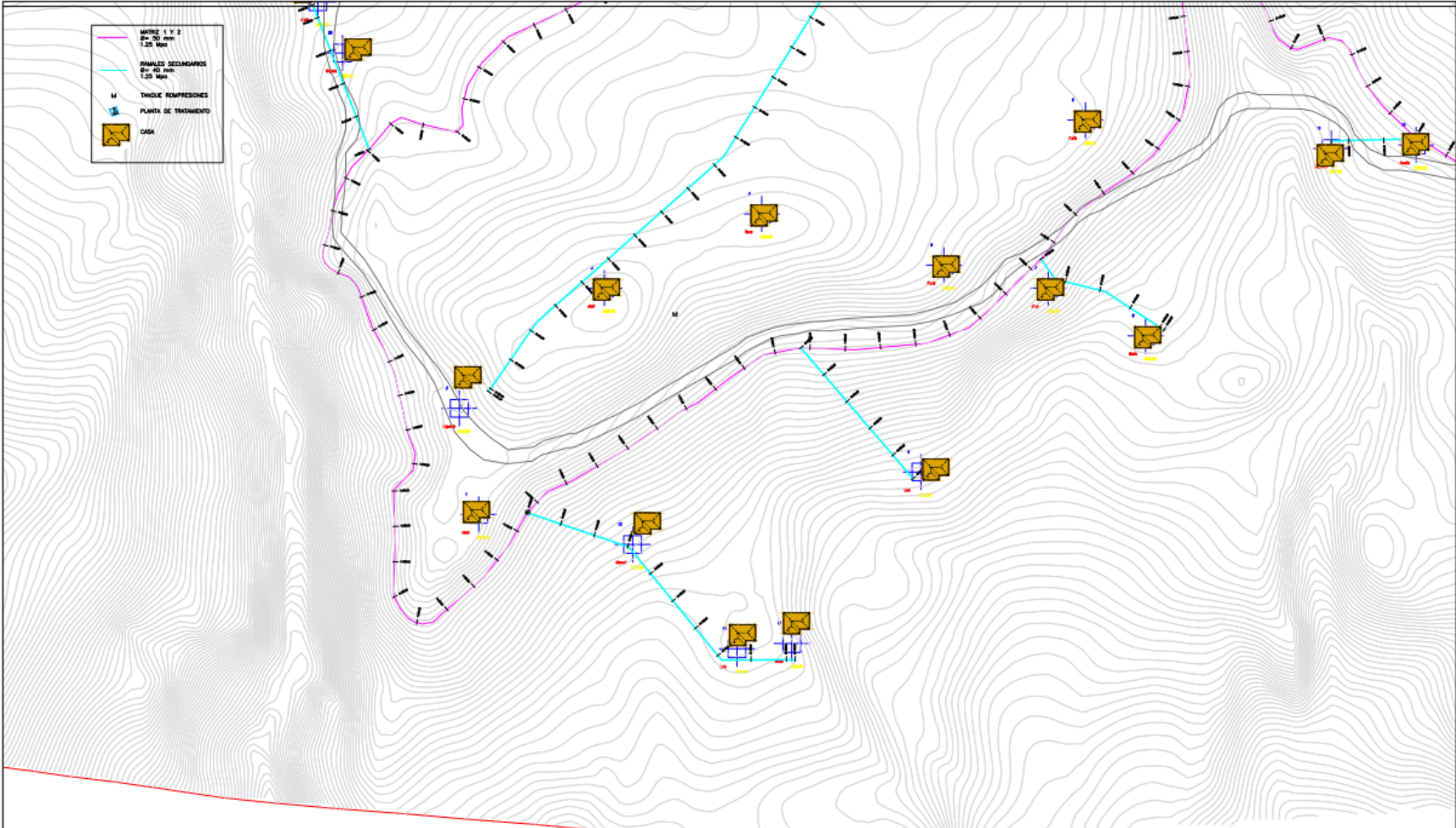
TITULO DEL PLANO:  
PERFILES DE LA LINEA DE  
CONDUCCION

N°: 13  
HOJA  
1/1



### 4.3.2. Planos de red de distribución





**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
SALESIANA**

**AUTOR DEL PROYECTO:**  
SEBASTIAN FERNANDEZ

**FECHA:**  
06/01/2024

**ESCALA:**  
1:1000

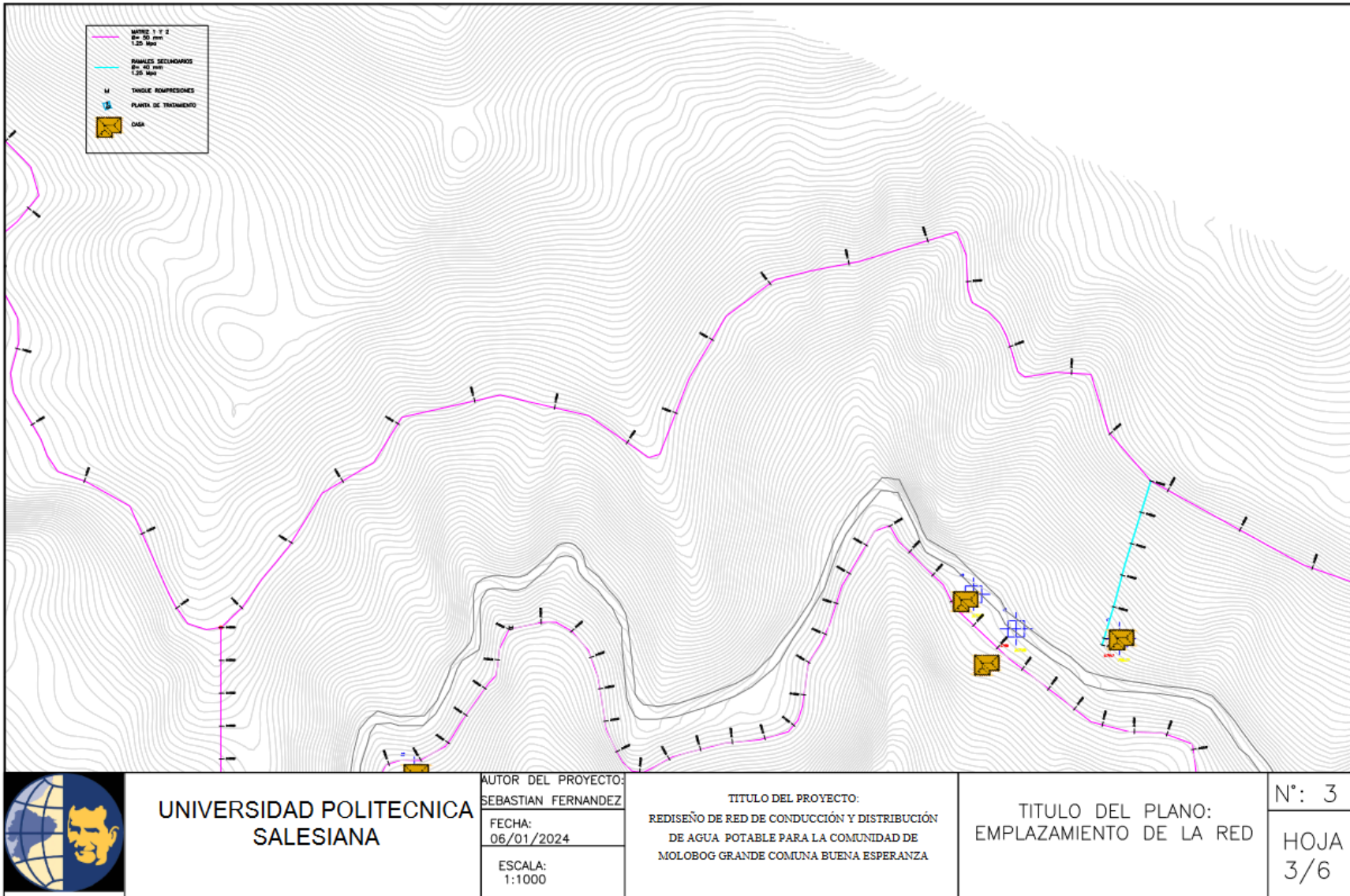
**TITULO DEL PROYECTO:**  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

**TITULO DEL PLANO:**  
EMPLAZAMIENTO DE LA RED

**N°: 2**

**HOJA  
2/6**





**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
SALESIANA**

**AUTOR DEL PROYECTO:**  
SEBASTIAN FERNANDEZ

**FECHA:**  
06/01/2024

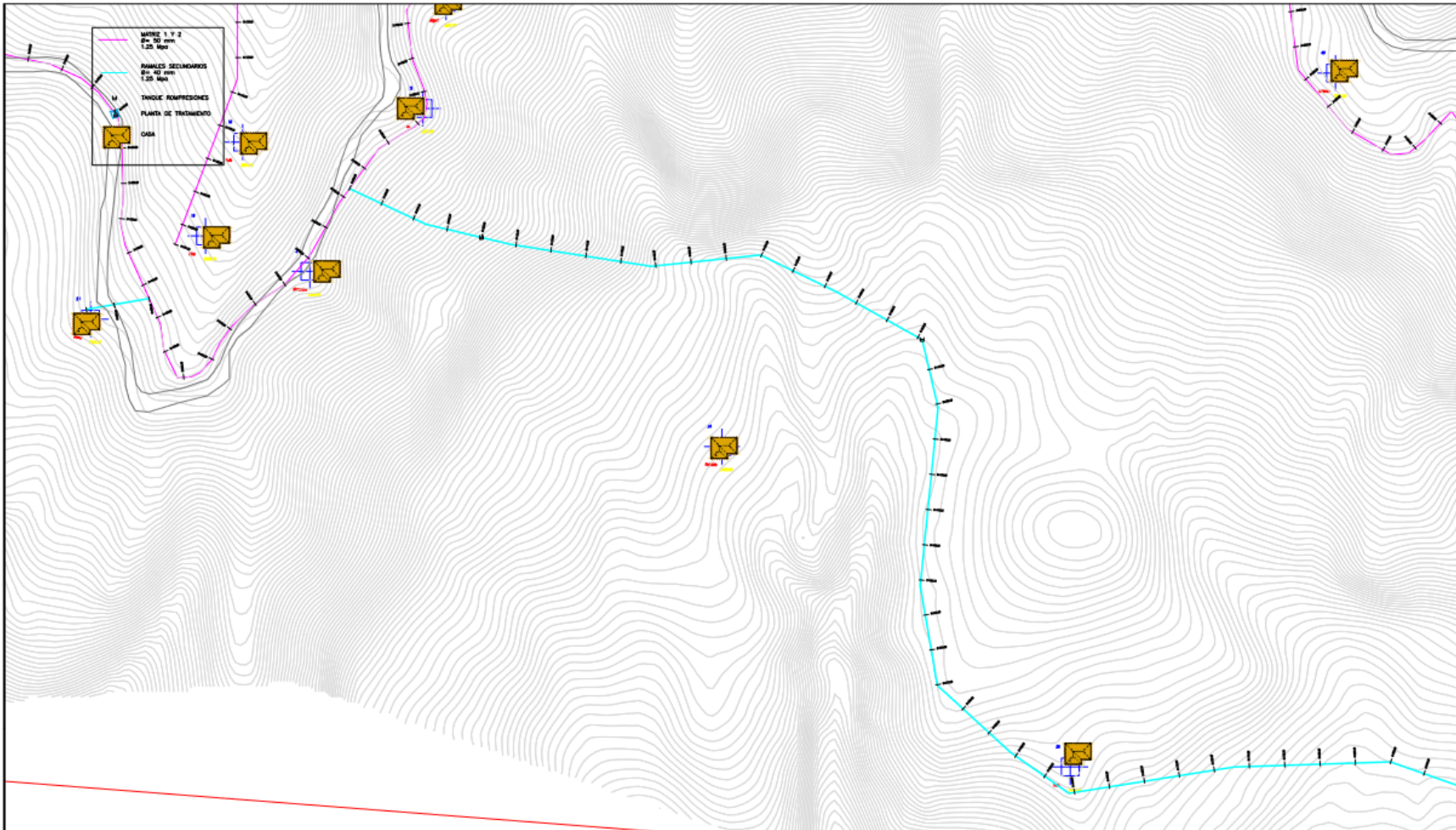
**ESCALA:**  
1:1000


**TITULO DEL PROYECTO:**  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

**TITULO DEL PLANO:**  
EMPLAZAMIENTO DE LA RED

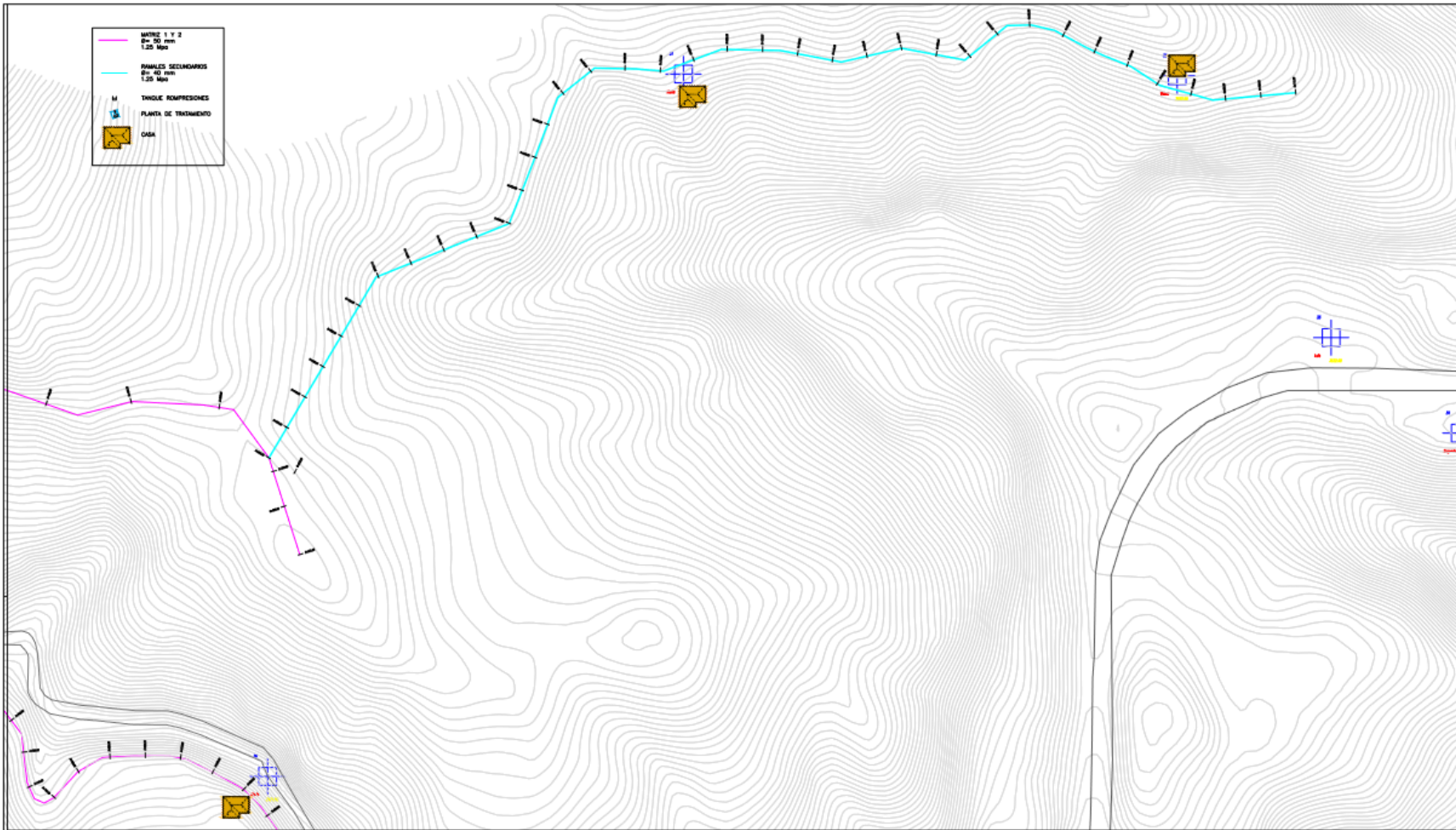
N°: 3


HOJA  
3/6

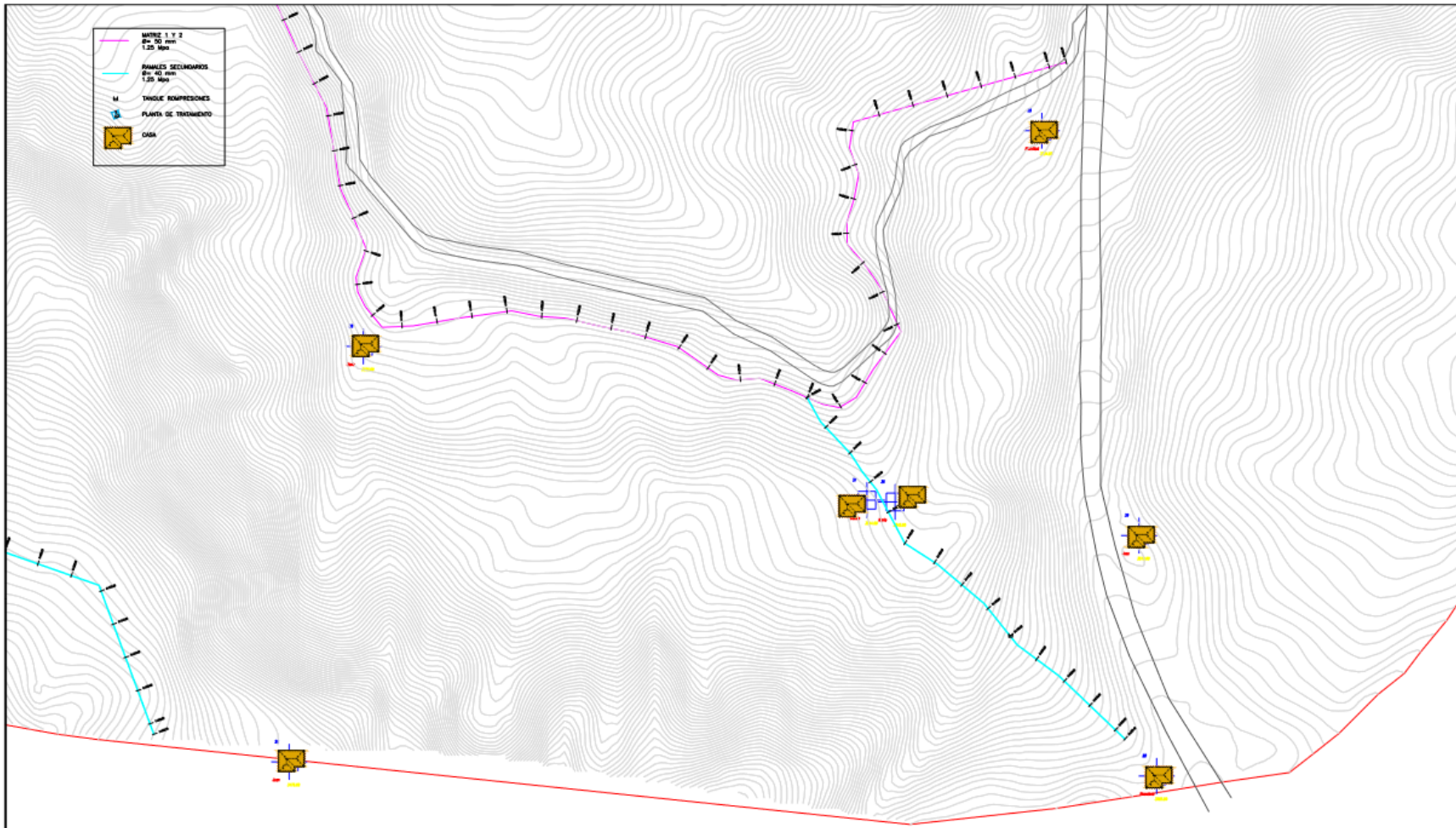


	<b>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</b>	AUTOR DEL PROYECTO: SEBASTIAN FERNANDEZ	TITULO DEL PROYECTO: REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA	TITULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO DE LA RED	N°: 4
		FECHA: 06/01/2024			ESCALA: 1:1000





	<b>UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</b>	AUTOR DEL PROYECTO: SEBASTIAN FERNANDEZ	TITULO DEL PROYECTO: REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA	TITULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO DE LA RED	N°: 5
		FECHA: 06/01/2024			ESCALA: 1:1000



**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
 SALESIANA**

AUTOR DEL PROYECTO:  
 SEBASTIAN FERNANDEZ

FECHA:  
 06/01/2024

ESCALA:  
 1:1000

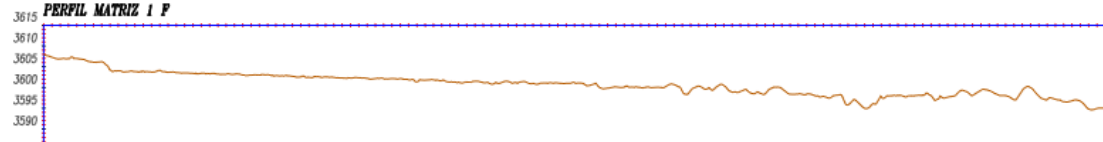
TITULO DEL PROYECTO:  
 REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN  
 DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
 MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

TITULO DEL PLANO:  
 EMPLAZAMIENTO DE LA RED

N°: 6

HOJA  
 6/6

**PERFIL MATRIZ 1 F**



<b>COTA TERRENO</b>	0+000.00	3608.028	0+050.00	3606.979	0+100.00	3606.626	0+150.00	3605.485	0+200.00	3603.796	0+250.00	3603.811	0+300.00	3603.664	0+350.00	3603.463	0+400.00	3603.240	0+450.00	3603.209	0+500.00	3602.990	0+550.00	3602.855	0+600.00	3602.795	0+650.00	3602.488	0+700.00	3602.431	0+750.00	3602.421	0+800.00	3602.162	0+850.00	3602.075	0+900.00	3601.376	0+950.00	3601.774	1+000.00	3601.288	1+050.00	3601.428	1+100.00	3601.026	1+150.00	3601.356	1+200.00	3601.039	1+250.00	3600.979	1+300.00	3601.006	1+350.00	3599.667	1+400.00	3600.121	1+450.00	3599.894	1+500.00	3600.228	1+550.00	3598.324	1+600.00	3599.636	1+650.00	3599.525	1+700.00	3598.977	1+750.00	3599.600	1+800.00	3598.381	1+850.00	3598.368	1+900.00	3597.688	1+950.00	3596.722	2+000.00	3596.100	2+050.00	3598.073	2+100.00	3598.016	2+150.00	3596.921	2+200.00	3598.183	2+250.00	3598.716	2+300.00	3598.292	2+350.00	3597.782	2+400.00	3597.968	2+450.00	3596.994	2+500.00	3596.686	2+550.00	3596.068	2+599.35	3596.000
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00		0+050.00		0+100.00		0+150.00		0+200.00		0+250.00		0+300.00		0+350.00		0+400.00		0+450.00		0+500.00		0+550.00		0+600.00		0+650.00		0+700.00		0+750.00		0+800.00		0+850.00		0+900.00		0+950.00		1+000.00		1+050.00		1+100.00		1+150.00		1+200.00		1+250.00		1+300.00		1+350.00		1+400.00		1+450.00		1+500.00		1+550.00		1+600.00		1+650.00		1+700.00		1+750.00		1+800.00		1+850.00		1+900.00		1+950.00		2+000.00		2+050.00		2+100.00		2+150.00		2+200.00		2+250.00		2+300.00		2+350.00		2+400.00		2+450.00		2+500.00		2+550.00		2+599.35	



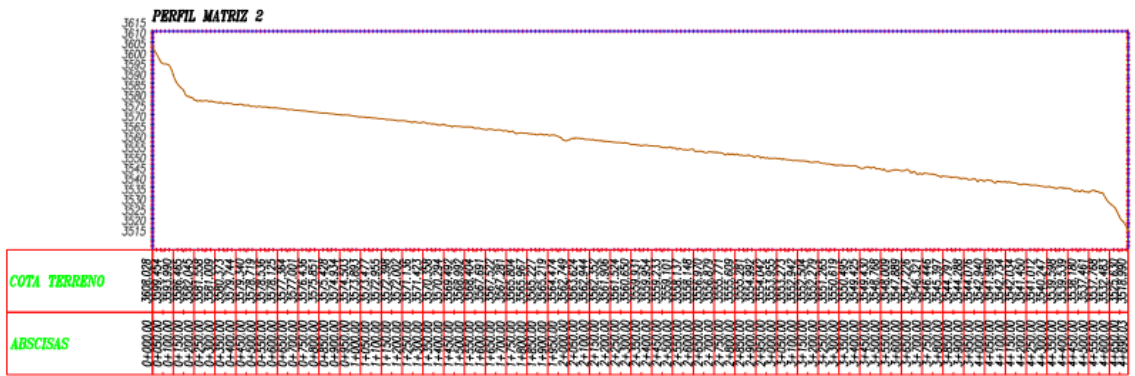
**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

<b>AUTOR DEL PROYECTO:</b> SEBASTIAN FERNANDEZ
<b>FECHA:</b> 06/01/2024
<b>ESCALA:</b> 1:5000

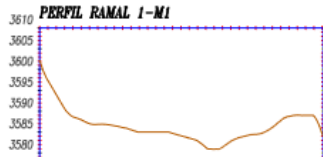
**TITULO DEL PROYECTO:**  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

**TITULO DEL PLANO:**  
PERFIL MATRIZ 1

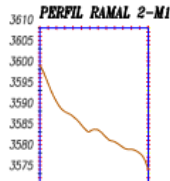
**N°: 7**  
**HOJA 1/6**



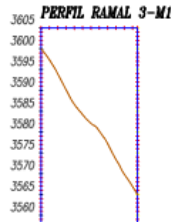




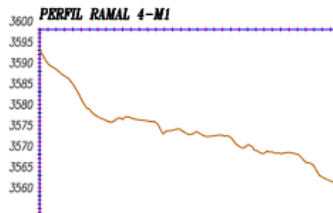
<b>COTA TERRENO</b>	3602.245	3592.203	3587.550	3586.888	3586.048	3585.007	3585.001	3583.821	3581.289	3582.074	3584.176	3585.454	3588.754	3589.010	3583.983
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+681.87



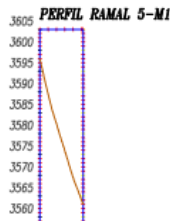
<b>COTA TERRENO</b>	3601.001	3590.794	3586.702	3584.745	3581.283
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00



<b>COTA TERRENO</b>	3599.998	3592.085	3584.178	3578.831	3569.877	3564.983
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+231.86



<b>COTA TERRENO</b>	3595.000	3589.564	3583.350	3578.588	3578.395	3575.091	3575.228	3574.382	3574.483	3572.213	3570.672	3570.461	3567.914	3563.560
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+700.00



<b>COTA TERRENO</b>	3597.970	3579.012	3563.681
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+50.00	0+100.00



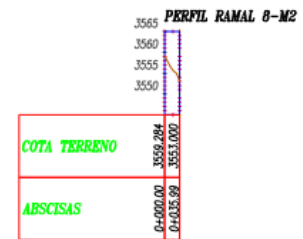
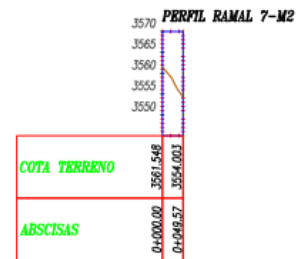
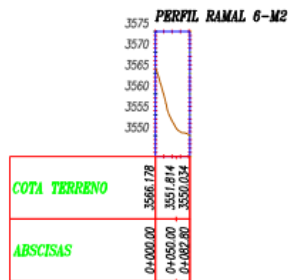
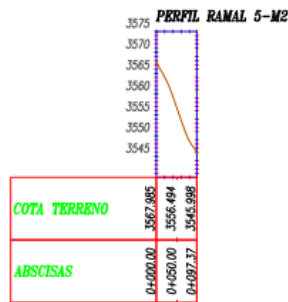
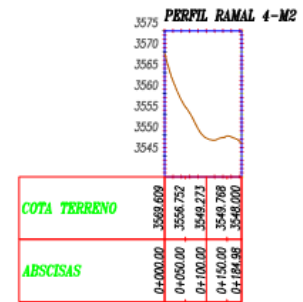
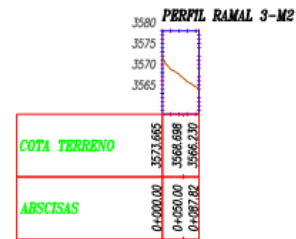
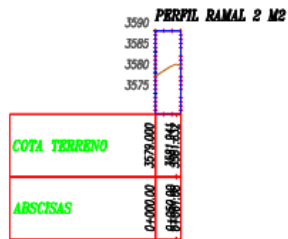
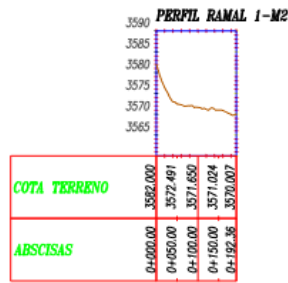
**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

AUTOR DEL PROYECTO:  
SEBASTIAN FERNANDEZ  
FECHA:  
06/01/2024  
ESCALA:  
1:5000

TITULO DEL PROYECTO:  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

TITULO DEL PLANO:  
PERFILES DE LOS RAMALES DE LAMATRIZ 1

N°: 9  
HOJA 1/1



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

AUTOR DEL PROYECTO:  
SEBASTIAN FERNANDEZ

FECHA:  
06/01/2024

ESCALA:  
1:5000

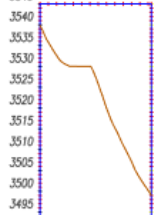
TITULO DEL PROYECTO:  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

TITULO DEL PLANO:  
PERFILES DE LOS RAMALES DE LA MATRIZ 2

N°: 10

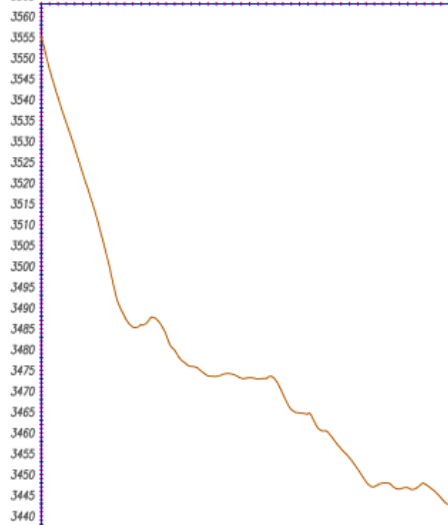
HOJA  
1/2

**PERFIL RAMAL 9-M2**



<b>COTA TERRENO</b>	3538.836	3537.265	3530.004	3522.830	3495.662
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00

**PERFIL RAMAL 10-M2**



<b>COTA TERRENO</b>	3557.128	3539.346	3524.157	3507.292	3489.926	3488.161	3485.429	3478.373	3475.695	3476.257	3475.220	3475.588	3467.629	3465.819	3460.665	3454.691	3449.106	3448.740	3448.683	3447.463	3442.444
<b>ABSCISAS</b>	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+400.00	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0+600.00	0+650.00	0+700.00	0+750.00	0+800.00	0+850.00	0+900.00	0+950.00	1+000.00



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
SALESIANA**

**AUTOR DEL PROYECTO:**  
SEBASTIAN FERNANDEZ

**FECHA:**  
06/01/2024

**ESCALA:**  
1:5000

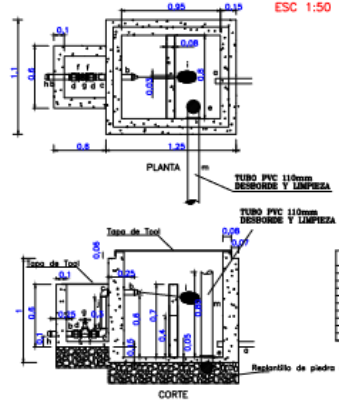
**TITULO DEL PROYECTO:**  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE  
MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

**TITULO DEL PLANO:**  
PERFILES DE LOS RAMALES  
DE LA MATRIZ 2

**N°: 11**

**HOJA  
2/2**

## ROMPE-PRESIÓN SOLO 1 SALIDA



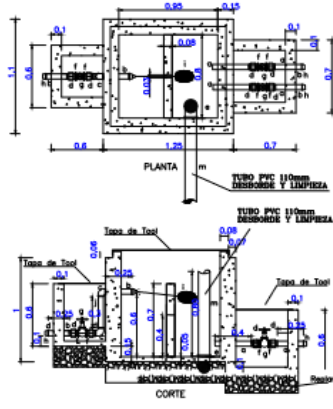
LISTA DE ACCESORIOS

SERNO	CANT.	LONG. (m)	DESCRIPCION
1	1		TUBERIA PVC 110mm DE AGUA
2	2		8/8" MEMBR. PVC RESISTENTE
3	2		8/8" MEMBR. PVC RESISTENTE
4	1	4"	CONEX. DE 8" DE PVC RESISTENTE
5	1		VALVULA DE CERRAMIENTO 8/8" (MORSA)
6	2	4"	TUBERIA PVC 40mm
7	1		APERTURAS 8/8" PVC
8	1		VALVULA AUTOMATICA
9	1	0.3	MEMBR. PVC RESISTENTE
10	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
11	2		8/8" MEMBR. PVC RESISTENTE
12	2		MEMBR. PVC RESISTENTE

LISTA DE RUBROS

DESCRIPCION	U	CANTIDAD
CONCRETO	m <sup>2</sup>	10
ACERVO DE CEMENTO	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA POTABLE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5

## ROMPE-PRESIÓN 2 o MAS SALIDAS



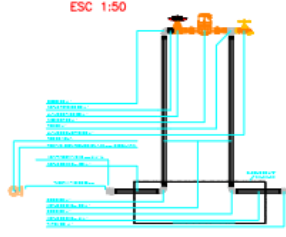
LISTA DE ACCESORIOS

SERNO	CANT.	LONG. (m)	DESCRIPCION
1	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
2	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
3	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
4	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
5	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
6	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
7	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
8	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
9	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
10	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
11	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
12	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
13	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
14	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
15	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
16	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
17	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
18	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
19	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE
20	1	0.8	MEMBR. PVC RESISTENTE

LISTA DE RUBROS

DESCRIPCION	U	CANTIDAD
CONCRETO	m <sup>2</sup>	10
ACERVO DE CEMENTO	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA POTABLE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5
ACERVO DE AGUA RESISTENTE	m <sup>3</sup>	0.5

## DOMICILIARIA PROPUESTA



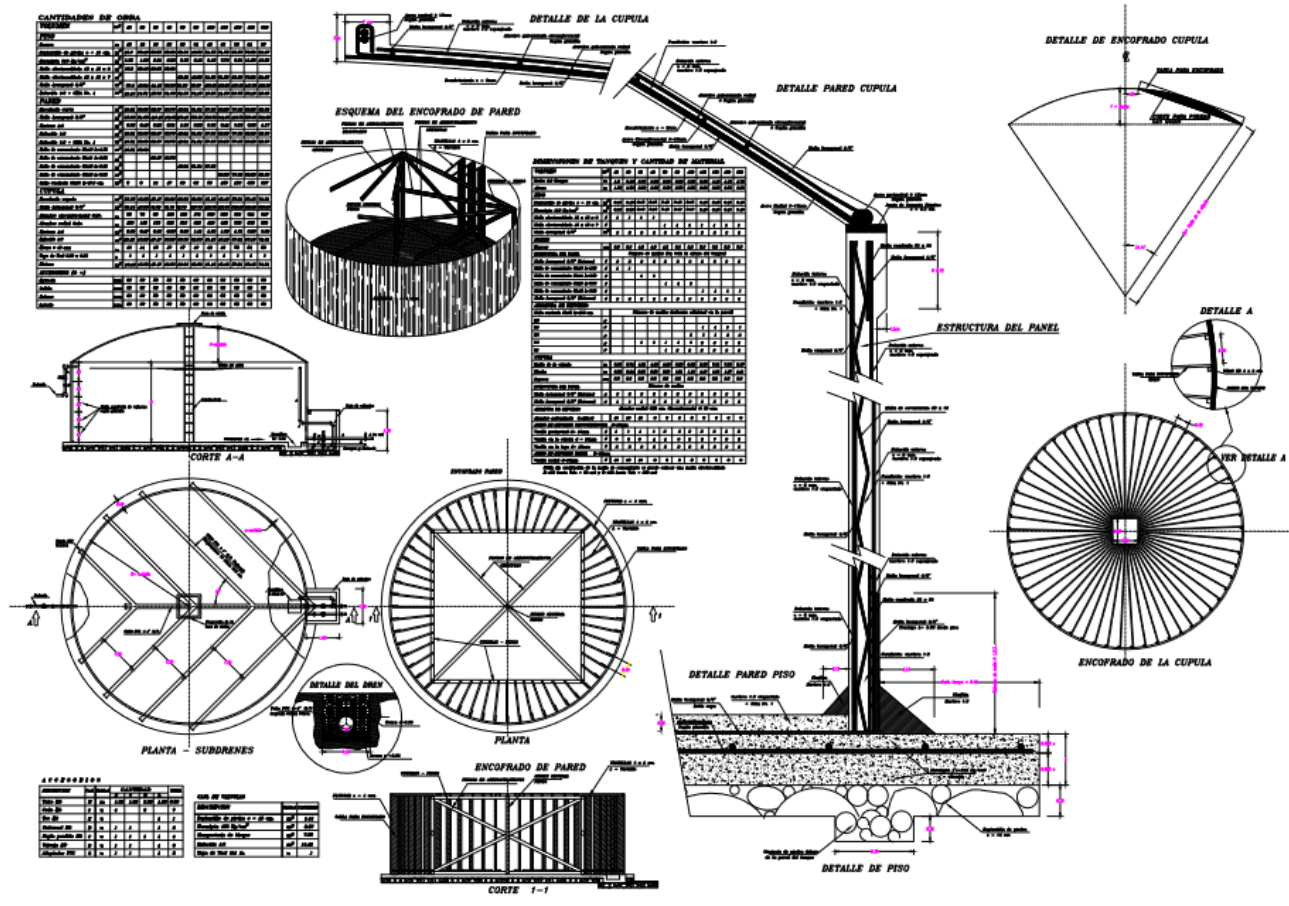
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

AUTOR DEL PROYECTO:  
SEBASTIAN FERNANDEZ  
FECHA:  
06/01/2024  
ESCALA:  
1:10000

TITULO DEL PROYECTO:  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

TITULO DEL PLANO:  
TANQUE ROMPEPRESIONES

N°: 12  
HOJA 1/1



EL diseño propuesto en este palno debe verificarse por un calculista estructural ya que este modelo es una propuesta sin verificación.



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

AUTOR DEL PROYECTO:  
SEBASTIAN FERNANDEZ  
FECHA:  
06/01/2024  
ESCALA:  
ninguna

TITULO DEL PROYECTO:  
REDISEÑO DE RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE MOLOBOG GRANDE COMUNA BUENA ESPERANZA

TITULO DEL PLANO:  
Tanque de almacenamiento

Nº: 15  
HOJA  
1/1

#### 4.4. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>		<b>CONDUCCION</b>				<b>1,121.00</b>
<b>1.1</b>		<b>TUBERIA</b>				<b>219.80</b>
1.1.1	500594	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC E/C 50MM 1,25MPA	U	20.00	10.99	219.80
<b>1.2</b>		<b>CAJA RECOLECTORA</b>				<b>901.20</b>
1.2.1	500596	ACCESORIOS PVC 50 MM - 1 1/2" ENTRADA TRP DISTRIBUCIÓN	GL	1.00	175.51	175.51
1.2.2	500003	HORMIGÓN SIMPLE F´C = 210 KG/CM2	M³	1.15	152.28	175.12
1.2.3	500007	ENCOFRADO RECTO PARA ESTRUCTURAS (CAPTACION, TANQUES: ROMPEPRESION, AIRE, LIMPIEZA)	M²	9.25	14.95	138.29
1.2.4	500005	ENLUCIDO 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	M²	3.50	13.87	48.55
1.2.5	500167	REPLANTILLO DE PIEDRA H=15 CM	M²	1.00	8.54	8.54
1.2.6	500102	PINTURA DE CAUCHO PARA INTERIOR Y EXTERIOR	M²	3.50	5.38	18.83
1.2.7	500301	SUM. E INS. DE TAPA METÁLICA DE TOOL DE 1.10m X 0.95m	U	1.00	155.89	155.89
1.2.8	500718	SUM. E INS. DE TAPA METÁLICA DE TOOL DE 0.55mX0.55m	U	1.00	94.51	94.51
1.2.9	500008	ENLUCIDO 1:2	M²	7.00	12.28	85.96
<b>2</b>		<b>TANQUE</b>				<b>5,743.63</b>
<b>2.1</b>		<b>TANQUE DE RESERVA</b>				<b>5,743.63</b>
<b>2.1.1</b>		<b>PISO</b>				<b>1,194.31</b>
2.1.1.1	500701	DRENES PVC 110 MM	M	18.00	6.49	116.82
2.1.1.2	500167	REPLANTILLO DE PIEDRA H=15 CM	M²	22.46	8.54	191.81
2.1.1.3	500118	Hº SIMPLE F´C=210 KG/CM²	M³	2.25	171.70	386.33
2.1.1.4	500045	SUM E INSTALACION MALLA HEXAGONAL 5/8 " H=1.50m	M²	89.83	2.08	186.85
2.1.1.5	500005	ENLUCIDO 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	M²	15.90	13.87	220.53
2.1.1.6	500588	MALLA ELECTROSOLDADA 15 X 15 X 6	U	1.00	91.97	91.97
<b>2.1.2</b>		<b>PARED</b>				<b>2,269.60</b>
2.1.2.1	500046	ENCOFRADO CURVO	M²	28.27	20.23	571.90
2.1.2.2	500033	MORTERO 1:2	M³	1.13	199.32	225.23
2.1.2.3	500008	ENLUCIDO 1:2	M²	28.27	12.28	347.16
2.1.2.4	500742	ENLUCIDO 1:2 + IMPERMEABILIZANTE SIKA 1	M²	28.27	13.51	381.93
2.1.2.5	500065	SUM. E INSTALACIÓN DE MALLA DE CERRAMIENTO 50/11 H = 2.00 M	M²	28.27	8.98	253.86
2.1.2.6	500045	SUM E INSTALACION MALLA HEXAGONAL 5/8 " H=1.50m	M²	113.10	2.08	235.25
2.1.2.7	500720	ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM², EN VARILLAS D= 10mm	KG	74.04	1.38	102.18
2.1.2.8	500102	PINTURA DE CAUCHO PARA INTERIOR Y EXTERIOR	M²	28.27	5.38	152.09
<b>2.1.3</b>		<b>CUPULA</b>				<b>1,150.26</b>
2.1.3.1	500048	ENCOFRADO PARA CUPULA	M²	17.90	19.31	345.65
2.1.3.2	500045	SUM E INSTALACION MALLA HEXAGONAL 5/8 " H=1.50m	M²	47.71	2.08	99.24
2.1.3.3	500033	MORTERO 1:2	M³	0.63	199.32	125.57
2.1.3.4	500008	ENLUCIDO 1:2	M²	17.90	12.28	219.81
2.1.3.5	500719	ACERO DE REFUERZO FY=4,200 KG/CM², EN VARILLAS D= 12mm	KG	84.82	1.94	164.55
2.1.3.6	500721	SUM. E INS. DE TAPA CIRCULAR DE TOOL DE D=060m	U	1.00	99.14	99.14

2.1.3.7	500102	PINTURA DE CAUCHO PARA INTERIOR Y EXTERIOR	M <sup>2</sup>	17.90	5.38	96.30
<b>2.1.4</b>		<b>CAJA DE SALIDA DE VALVULAS</b>				<b>1,129.46</b>
2.1.4.1	500003	HORMIGÓN SIMPLE F' C = 210 KG/CM2	M <sup>3</sup>	0.70	152.28	106.60
2.1.4.2	500167	REPLANTILLO DE PIEDRA H=15 CM	M <sup>2</sup>	1.44	8.54	12.30
2.1.4.3	500102	PINTURA DE CAUCHO PARA INTERIOR Y EXTERIOR	M <sup>2</sup>	8.20	5.38	44.12
2.1.4.4	500008	ENLUCIDO 1:2	M <sup>2</sup>	14.40	12.28	176.83
2.1.4.5	500057	MAMPOSTERIA DE LADRILLO PANELON 28X14X9CM CON MORTERO 1:3	M <sup>2</sup>	7.20	34.90	251.28
2.1.4.6	500035	ACCESORIOS PVC 63 MM PARA LIMPIEZA Y REBOSE DEL TANQUE DE RESERVA	GL	1.00	221.88	221.88
2.1.4.7	500622	ACCESORIOS PVC 50 MM - 1 1/2" SALIDA TANQUE DE RESERVA O TANQUE RECOLECTOR	GL	2.00	80.28	160.56
2.1.4.8	500301	SUM. E INS. DE TAPA METÁLICA DE TOOL DE 1.10m X 0.95m	U	1.00	155.89	155.89
<b>3</b>		<b>DISTRIBUCION RED 1</b>				<b>19,089.54</b>
<b>3.1</b>		<b>TUBERIA DE DISTRIBUCION RED</b>				<b>16,078.60</b>
3.1.1	500594	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC E/C 50MM 1.25MPA	U	1,200.00	10.99	13,188.00
3.1.2	500039	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC E/C 25MM 1.60MPA	U	540.00	3.13	1,690.20
3.1.3	500062	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC E/C 20MM 2.00 MPA	U	160.00	2.89	462.40
3.1.4	500098	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC E/C 40MM 1.25MPA	U	100.00	7.38	738.00
<b>3.2</b>		<b>TANQUES ROMPE PRESIÓN DISTRIBUCIÓN (3 TRP)</b>				<b>3,010.94</b>
3.2.1	500636	ACCESORIOS PVC 25 MM - 3/4" ENTRADA TRP DISTRIBUCIÓN	GL	3.00	76.19	228.57
3.2.2	500003	HORMIGÓN SIMPLE F' C = 210 KG/CM2	M <sup>3</sup>	3.64	152.28	554.30
3.2.3	500167	REPLANTILLO DE PIEDRA H=15 CM	M <sup>2</sup>	5.50	8.54	46.97
3.2.4	500007	ENCOFRADO RECTO PARA ESTRUCTURAS (CAPTACION, TANQUES: ROMPEPRESION, AIRE, LIMPIEZA)	M <sup>2</sup>	38.56	14.95	576.47
3.2.5	500742	ENLUCIDO 1:2 + IMPERMEABILIZANTE SIKA 1	M <sup>2</sup>	25.00	13.51	337.75
3.2.6	500008	ENLUCIDO 1:2	M <sup>2</sup>	29.20	12.28	358.58
3.2.7	500102	PINTURA DE CAUCHO PARA INTERIOR Y EXTERIOR	M <sup>2</sup>	29.20	5.38	157.10
3.2.8	500301	SUM. E INS. DE TAPA METÁLICA DE TOOL DE 1.10m X 0.95m	U	3.00	155.89	467.67
3.2.9	500718	SUM. E INS. DE TAPA METÁLICA DE TOOL DE 0.55mX0.55m	U	3.00	94.51	283.53
<b>4</b>		<b>EXCAVACIONES</b>				<b>18282.65</b>
4.1	500126	DESBROCE Y LIMPIEZA	M <sup>2</sup>	4,362.98	1.32	5,759.13
4.2	500001	EXCAVACIÓN A MANO (COMUNIDAD)	M <sup>3</sup>	3,403.13	3.68	12,523.52
<b>5</b>		<b>RELLENOS</b>				<b>1,910.99</b>
5.1	500177	RELLENO COMPACTADO A MÁQUINA	M <sup>3</sup>	523.56	3.65	1,910.99
<b>6</b>		<b>VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN</b>				<b>543.76</b>
6.1	500795	VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN D= 50mm	U	1.00	543.76	543.76
<b>SUBTOTAL</b>						46691.57
<b>IVA</b>						12 %
<b>TOTAL</b>						5602.988208
						52294.55661

Son: CINCUENTA Y DOS MIL DOCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON 556/1000 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Como conclusión podemos decir que se diseñó la red de abastecimiento de agua potable para la comunidad Buena esperanza, con una longitud de 10.91 km, en función de la normativa INEN 5 “CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL”. Asegurando así el abastecimiento del liquido vital a toda la comunidad de forma eficiente. También decimos que el estudio topográfico que se realizó para la comunidad Buena esperanza en el cantón Cañar fue crucial para el trazado eficiente de la red de distribución de agua potable. Utilizando el software Civil 3D, se logró trazado optimo considerando las características geográficas y topográficas del lugar.

De la misma manera se diseñó la conducción desde las tres captaciones existentes e denominadas como captación 1, 2 y 3, cuya ubicación se encuentran en las cotas 3645 msnm. 3646 msnm y 3647 msnm respectivamente, hacia un tanque recolector ubicado en la cota 3642 msnm para posteriormente conectarlo hacia un tanque de almacenamiento proyectado.

Así también se concluye con que el tanque de almacenamiento debe tener 13.20 m<sup>3</sup> y deberá ubicarse en la cota 3608 msnm para asegurar la distribución en los puntos más alejados de la red.

#### **5.2. RECOMEDACIONES**

Se recomienda proceder con la implementación del diseño propuesto, asegurando la supervisión técnica continua para adaptar el proyecto a cualquier cambio imprevisto en las condiciones topográficas o de consumo.



Fomentar programas de educación y concienciación en la comunidad sobre el uso y conservación del agua potable. Esto incluye la participación activa de los habitantes en el mantenimiento y gestión del sistema de agua

Así como también realizar evaluaciones periódicas del sistema para garantizar su funcionamiento óptimo y realizar ajustes o mejoras según sea necesario.

Considerar la sostenibilidad del sistema a largo plazo, incluyendo la posibilidad de expansión o actualización de la red para atender el crecimiento potencial de la población o las necesidades cambiantes de la comunidad.

## **6. Bibliografía**

1. Agüero, R. (1997). Agua Potable Para Poblaciones Rurales.
2. Agüero, R. (2014). Agua Potable Para Poblaciones Rurales.
3. Alvarado, E. (n.d.). Manual de Medición de Caudales. 2017.
4. Birch, E., & Wachter, S. (2008). Global Urbanization. University of Pennsylvania Press.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=JSdl2d3KJvMC&oi=fnd&pg=PP2&dq=+\(Birch,+E.+L.,+%26+Wachter,+2008\).+&ots=7dcpUWtElO&sig=Ylr1cRK\\_LSJKqwnuTYXDSILHrdE#v=onepage&q=\(Birch%2C%20E.%20L.%2C%20%26%20Wachter%2C%202008\).&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=JSdl2d3KJvMC&oi=fnd&pg=PP2&dq=+(Birch,+E.+L.,+%26+Wachter,+2008).+&ots=7dcpUWtElO&sig=Ylr1cRK_LSJKqwnuTYXDSILHrdE#v=onepage&q=(Birch%2C%20E.%20L.%2C%20%26%20Wachter%2C%202008).&f=false)
5. Brière, F. G. (2005). Distribución de agua potable y colecta de desagües y de agua de lluvia.
6. Brière, F. G., & Pizarro, Humberto. (2005). Distribución de Agua Potable y Colecta de Desagües y de Agua de Lluvia. Presses internationals Polytechnique.
7. Calderón, C. (2018). CAMARAS DE ROMPE PRESION.  
[https://www.academia.edu/37627825/CAMARAS\\_DE\\_ROMPE\\_PRESION](https://www.academia.edu/37627825/CAMARAS_DE_ROMPE_PRESION)
8. Clark, D. (2003). Urban world, global city. 235.
9. CONAGUA. (2011). Manual De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento (CONAGUA, Ed.; Vol. 12).
10. Corcho, F., & Duque, J. (1993). Acueductos y Teoría de Diseño.
11. Gur, E. (2018). Sustainable Sanitation and Water Management.
12. Hall, P. (2002). Urban and Regional Planning.
13. INEN. (2001). Código de Practica Para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos líquidos en el Área Rural.
14. Ingeniería de Fluidos. (2016). Válvula Reductora de Presión.  
<https://www.ingenieriadefluidos.com/valvula-reductora-de-presion>

15. Krochin, S. (1986). *Diseño Hidráulico* (Tercera edición). Escuela Politécnica Nacional.
16. Lahlou, M. (2002). *Golpe de Ariete*.
17. Lynch, K. (1960). *THE IMAGE OF THE CITY* Kevin Lynch.
18. Moncayo, C. (2022). *Agua potable y servicio público de acueducto* (Primera edición).
19. Nass, S. J., & Levit, L. A. Gostin, O. L. (2009). The value, importance, and oversight of health research. *Beyond the HIPAA Privacy Rule: Enhancing Privacy, Improving Health Through Research*, 1–320. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9571/> accessed 01/08/2016
20. Ortiz, N. (2021, August 4). *Diseño de redes de agua potable - C-Ingeniería*. Centro Especializado de Ingeniería y Tecnología. <https://www.cingenieria.pe/articulos/disenio-de-redes-de-agua-potable/>
21. -Rotoplas Agroindustria. (2021). ¿Qué es un tanque de almacenamiento de agua? . <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/que-es-un-tanque-de-almacenamiento-de-agua/#:~:text=Un%20tanque%20de%20almacenamiento%20de%20agua%20es%20un%20contenedor%20que,cocinar%2C%20regar%20entre%20otras%20actividades>
22. Sakarya, A. B. A., & Mays, L. W. (2000). Optimal Operation of Water Distribution Pumps Considering Water Quality. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 126(4), 210–220. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2000\)126:4\(210\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2000)126:4(210))
23. Sánchez, N. (2011). *El Modelo de Gestión y su Incidencia en la Provisión de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en la Municipalidad de Tena*. Universidad Técnica de Ambato.
24. Suárez, R. (2015). *Caracterización Técnica y Diseño de la Red de Distribución del Acueducto Veredal de Agua Cruda Puente Tabla Vereda Río Frío Municipio de Zipaquirá*

Departamento de Cundinamarca [Corporación Universitaria Minuto de Dios]. moz-extension://1e99a7d9-c8e7-4167-a892-d09b4a3b5010/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Frepository.uniminuto.edu%2Fbitstream%2F10656%2F3459%2F1%2FTIC\_SuarezSierraRicardo\_2015.pdf%3Ffbclid%3DIwAR2IxUVy7AmcjKPArjSHhV2MYe\_F06Cv3S5bBuPTAf8-j45Rn2qmM4zgw30