ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD GUADUAL EN COJIMÍES - MANABÍ

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE LOS TÍTULOS DE TECNÓLOGOS EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

Luis Miguel Chacón Jara
luis.chacon@epn.edu.ec

Josselyn Catalina Dávila Moreno
josselyn.davila@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. EDUARDO MAURICIO VÁSQUEZ FALCONES, MSc.
eduardo.vasquez@epn.edu.ec

CODIRECTORA: ING. PATRICIA LORENA HARO RUIZ, MSc. PhD
patricia.haro@epn.edu.ec

Quito, julio 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Chacón Jara Luis Miguel y la Srta. Dávila Moreno Josselyn Catalina como requerimiento parcial a la obtención de los títulos de Tecnólogos en Agua y Saneamiento Ambiental, bajo nuestra supervisión:

Ing. Eduardo Mauricio Vásquez Falcones MSc.	**Ing. Patricia Lorena Haro Ruiz MSc. PhD.**
DIRECTOR DEL PROYECTO	CODIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros Chacón Jara Luis Miguel con CI: 1750371963 y Dávila Moreno Josselyn Catalina con CI: 1753377512 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin prejuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

Luis Miguel Chacón Jara

Josselyn Catalina Dávila Moreno

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

A DIOS, quien siempre me ayudado en los momentos más difíciles de mi vida, guiándome por el buen camino de la vida y siempre cuidándome a donde quiera que vaya.

A mi madre ANTONIA JARA y mi padre MIGUEL CHACÓN que con el sudor de su frente se esforzaron para traer dinero a la casa y de esa forma pueda continuar con mis estudios, que siempre me motivaron a alcanzar mis metas enseñándome como con trabajo duro y dedicación podría llegar a conseguir todo lo que me propusiera enseñándome el don de la humildad cuando me encuentre en lo más alto.

A mi hermana, Patricia por el apoyo incondicional que siempre ha tenido conmigo motivándome a cumplir metas demostrándome mucho cariño y siempre deseándome lo mejor, A mi novia Josselyn que siempre me apoyo durante gran parte de mi carrera estudiantil ayudándome a sacar lo mejor de mi aceptándome tal como soy y siempre estando conmigo en las amargas decepciones y en las alegrías de mi vida. A la familia Chacón Simbaña que siempre me trataron como un miembro más brindándome mucho cariño y motivándome a salir adelante brindándome su apoyo incondicional.

A todos los profesores que formaron parte de mi formación estudiantil tratando de compartir de la mejor manera el conocimiento necesario para que pueda desempeñarme como un gran profesional.

Finalmente, A todos mis amigos con los que compartí muchas travesuras y experiencias de vida a lo largo de mi formación

LUIS CHACÓN

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a las autoridades de la Comunidad Guadual que nos recibieron en y nos facilitaron los datos para el desarrollo del proyecto además al Ingeniero Manuel Escobar quien nos brindó la información topográfica y datos hidráulicos necesarios para el diseño del sistema de abastecimiento.

De igual Manera a la Escuela Politécnica Nacional, especialmente a la Escuela de Formación de Tecnólogos, a sus Autoridades y Profesores, quienes me brindaron el conocimiento necesario para poder formarme como un profesional apoyándome en mi crecimiento estudiantil y personal.

Agradezco a las autoridades del proyecto AICCA quienes me dieron la oportunidad de realizar mis horas de prácticas Pre profesionales ayudándome a poner en práctica los conocimientos obtenidos durante mi vida estudiantil y ayudándome a crecer como profesional.

Finalmente, un gran y caluroso agradecimiento a mi director de tesis el Ing. Eduardo Vásquez, quien nos brindó su apoyo y colaboración siendo una guía y fuente de conocimiento en el desarrollo de este trabajo.

LUIS CHACÓN

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a:

A DIOS, que me ha permitido alcanzar mis metas, guiándome por el buen camino a lo largo de mi vida, brindándome fortaleza y paciencia en los momentos difíciles sin permitirme que me dé por vencida fácilmente y cuidándome en todo momento.

A mi madre NANCY MORENO y mi padre MARCELO DÁVILA, quienes con su esfuerzo diario han logrado sacarme adelante y permitirme continuar con mis estudios, me han motivado a ser cada vez mejor y alcanzar mis metas, a ser alguien fuerte e independiente, me han demostrado y educado con mucho cariño y amor, me han inculcado varios valores como respeto, generosidad, honestidad y sobretodo humildad.

A mis hermanas GABRIELA, PAOLA y mi hermano DIEGO por ser un gran apoyo en mi vida, por estar conmigo en la buenas y malas, por hacerme distraer con sus bromas y anécdotas, por ser mis ejemplos a seguir. A mis sobrinos ELIANA y MATHIAS por hacerme reír con sus locuras y enseñarme que siempre puedo aprender algo nuevo ya sea grande o pequeño. A mi novio LUIS que ha sido un gran amigo y compañero, que siempre me alienta a alcanzar mis metas y seguir mis sueños, por estar conmigo en los momentos alegres y en los momentos de dificultad.

A mis profesores que han sido una excelente guía a lo largo de mi crecimiento estudiantil, que han compartido sus conocimientos para llegar a ser una excelente profesional y por los consejos y la dedicación para impartir clases.

Finalmente, a mis amigos que siempre me han apoyado tanto en el ámbito estudiantil, como en el ámbito personal, por compartir conmigo momentos inolvidables y llenos de locura.

JOSSELYN DÁVILA

AGRADECIMIENTO

Quedo totalmente agradecida con la directiva de la comunidad Guadual por abrir sus puertas y ser un gran apoyo en este proyecto, entregando datos clave para el desarrollo del diseño del sistema. Un agradecimiento especial al Ingeniero Manuel Escobar por permitirme ser partícipe de este proyecto y ser una guía a lo largo de este trabajo.

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional y sobre todo a la Escuela de Formación de Tecnólogos por permitirme adquirir conocimientos y formarme como profesional mediante el uso de sus instalaciones, agradezco a sus profesores y autoridades por ser una guía dentro de la institución y compartir sus conocimientos en las aulas de clase.

Agradezco a los miembros del Proyecto AICCA por permitirme realizar mis practicas pre profesionales en sus proyectos y a través de ellos adquirir los conocimientos necesarios para mi carrera y que me facilitaron el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, un muy especial agradecimiento a mi director de tesis, el Ingeniero Eduardo Vásquez, quien con mucha paciencia nos ha brindado ayuda incondicional y nos ha guiado en la elaboración del presente trabajo.

JOSSELYN DÁVILA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Objetivo general 2
1.2 Objetivos específicos 2
1.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS 3
1.3.1 Levantamientos Topográficos 3
1.3.2 Fuentes de Abastecimiento de Agua Cruda 3
1.3.3 Agua Potable 3
1.3.4 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable 4
1.3.5 Captación 4
1.3.6 Conducción 4
1.3.7 Distribución de Agua Potable 5
1.3.8 Conexiones Domiciliarias 6
1.3.9 Tuberías 6
1.3.10 Accesorios 7
1.3.11 Programa EPANET 7
1.3.12 Criterios de Diseño 8
2 Metodología 12
2.1 Levantamiento de información 12
2.2 Proyección de la Población Futura y Cálculo de Caudales de Diseño 12
2.3 Diseño del Sistema de Abastecimiento en el Software EPANET 14
2.3.1 Modelado 1 (Simulación con Tanque elevado) 15
2.3.2 Modelado 2 (Simulación sin tanque elevado) 16
2.4 Elaboración de Planos y Presupuestos del Sistema 17
2.4.1 Elaboración de planos 17
2.4.2 Elaboración del presupuesto del sistema 18
2.4.3 Socialización del proyecto con la comunidad Guadual 18
3 Resultados y Discusión 19
3.1 Levantamiento de Información 19

3.1.1 Información demográfica, socioeconómica y topografía 19
3.1.2 Parámetros de Calidad del agua 20
3.2 Población y Caudal de Diseño 21
3.2.1 Proyección de la Población 21
3.2.2 Cálculo de caudales 24
3.3 Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable 26
3.3.1 Modelado 1 26
3.3.2 Modelado 2 30
3.4 Planos y Presupuestos del Sistema 32
3.4.1 Elaboración de planos 32
3.4.2 Presupuesto 32
3.5 Manual de Uso y Mantenimiento 34
4 Conclusiones y Recomendaciones 34
4.1 Conclusiones 34
4.2 Recomendaciones 35
5 Referencias Bibliográficas 36
ANEXOS 38
Anexo 1: NORMATIVA DE DISEÑO i
Anexo 2: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL SOFTWARE EPANET iv
ANEXO 3: PLANOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL i

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable 4
Figura 2. Esquema de un sistema de distribución 6
Figura 3. Tubería Plástica 7
Figura 4. Entrevista a moradores 12
Figura 5. Poligonal de la Comuna Guadual 18
Figura 6. Sistema de Abastecimiento. Comunidad Guadual 19
Figura 7. Sistema Completo. Modelado 1 26
Figura 8. Modelado 1. Conducción 27
Figura 9. Modelado 1. Distribución 29
Figura 10. Sistema Completo. Modelado 2 30
Figura 11. Coeficiente de rugosidad. Darcy Weisbach iii
Figura 12. Modelado 1. Conducción i
Figura 13. Modelado 1. Distribución ii
Figura 14. Modelado 2. Parte I iii
Figura 15. Modelado 2. Parte II iv

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas de la Proyección Poblacional 13
Tabla 2. Fórmulas de Consumo, pérdidas y caudales 14
Tabla 3. Puntos de la comunidad Guadual tomados con el GPS 19
Tabla 4. Análisis Físico 20
Tabla 5. Análisis Químico 20
Tabla 6. Análisis Microbiológico 21
Tabla 7. Pendiente de la recta. Método Lineal 22
Tabla 8 Proyección de la población. Método Lineal 22
Tabla 9. Tasa de Crecimiento. Método Geométrico 23
Tabla 10. Proyección de la Población. Método Geométrico 23
Tabla 11. Tasa de Crecimiento. Método Logarítmico 23
Tabla 12. Proyección de la Población. Método Logarítmico 24
Tabla 13. Consumo y Caudal de Diseño I 25
Tabla 14. Consumo y Caudal de Diseño II 25
Tabla 15. Datos Hidráulicos de la Conducción. Tuberías 27
Tabla 16. Datos Hidráulicos de la Conducción. Nodos 28
Tabla 17. Datos Hidráulicos de la Distribución. Nodos 29
Tabla 18. Datos Hidráulicos de la Distribución. Tuberías 29
Tabla 19. Datos Hidráulicos del Sistema. Nodos 30
Tabla 20. Datos Hidráulicos del Sistema. Tuberías 31
Tabla 21. Presupuesto del Proyecto 33
Tabla 22. Vida Útil ii
Tabla 23. Periodo de Diseño ii
Tabla 24. Dotación iii

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como finalidad el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Guadual, ya que, en la visita de campo realizada a la misma, se evidenció que los moradores no cuentan con acceso al recurso hídrico y que las fuentes de agua subterránea existentes en ese lugar se encuentran contaminadas debido a la infiltración de agua salada.

Para el diseño de este sistema, en primer lugar, se realizó el análisis de la población determinando el crecimiento demográfico hasta el 2050, con base en la información obtenida con este análisis, se puedo calcular la dotación de agua que necesitarán los miembros de la comunidad.

Como siguiente paso, se realizó el análisis del comportamiento hidráulico que tendría el sistema de abastecimiento, para esto se ejecutaron dos simulaciones con el programa EPANET. La primera llamada modelado uno en la cual, se simuló el sistema empleando un tanque elevado con la finalidad de presurizar el sistema y la segunda llamada modelado dos sin la presencia de un tanque. Además, se comparó la información hidráulica de cada simulación con el fin de facilitar la selección del diseño más acertado para el lugar.

Posteriormente, se realizó el trazo de planos del proyecto, colocando válvulas de aire y purga a lo largo del sistema destinadas para la operación y mantenimiento, además de incluir en los trazos información hidráulica y diferente tipo de simbología que ayudarán a que la comunidad gestione de manera adecuada la construcción del proyecto. Para finalizar se elaboró un presupuesto que engloba los trabajos y materiales necesarios para la implementación del sistema en la comunidad.

PALABRAS CLAVE:

Diseño, abastecimiento de agua potable, recurso hídrico, accesorios hidráulicos, conexiones domiciliarias, distribución de agua potable.

ABSTRACT

The purpose of this project was to design a potable water supply system in the Guadual community. In this place is easy to see lack of water and the limited access to the resource for the people who live there, that's because the groundwater sources are contaminated by the salt water infiltration.

To designing this system, as a first step, it was necessary made the population analysis through the calculation of the population growth until the year 2050, with the information from the population, it was possible determinate the water supply that the dwellers needs to their diary use.

As next step was analyzing the hydraulic behavior of the potable water supply system employing the software EPANET were realizing two simulations of the system, the first one had a storage tank placed at the beginning of the community and the second one, without the storage tank. Both simulations were compared specially in their hydraulic information and that helped to make a decision about which system is more successful for the community.

Finally, the drawings of the system were made with all the data from the simulation and the type of designed selected, also were placed all the accessories like drain valves and air valves throughout the project, destined to operation and maintenance works. In the template of the drawings were specified all the hydraulic data that is necessary to the suitable management and construction of the system. The last step was making a cost estimate of the jobs and materials necessary to implement the project in the community.

KEYWORDS:

Designing, potable water supply, hydric resource, hydraulic accessories, home connections, drinking water distribution

1. INTRODUCCIÓN

El agua es necesaria para desarrollar varias de las actividades cotidianas, por lo tanto, se debe custodiar por que se mantengan fuentes que provean este recurso y sea de buena calidad para toda la población a nivel mundial y al mismo tiempo preservar las funciones hidrológicas, biológicas y químicas que se efectúan en los ecosistemas (Gonzáles, 2006)

En Ecuador, especialmente en las zonas rurales, se puede notar la poca disponibilidad de agua para consumo humano. (Lucas & Carreño, 2018). La escasez de agua es alarmante en la costa de Manabí ya que los niveles de precipitación son en general bajos y las fuentes de aguas superficiales y subterráneas podrían estar altamente contaminadas. (Galárraga, 2004).

Es común que en las comunidades ubicadas en lugares costeros presenten una baja disponibilidad de fuentes de abastecimiento y al no contar con agua potable, los moradores se ven en la necesidad de utilizar vertientes naturales, ya sean superficiales o subterráneas. Los cauces naturales que rodean a las zonas costeras provienen de las cuencas altas ubicadas en la sierra, las cuales, por consecuencia de las actividades antropogénicas se encuentran contaminadas por descarga de aguas residuales e infiltración de agua originada en pozos sépticos afectando así directamente a la calidad del cuerpo hídrico. (Buckalew, James, Scott, & Reed, 1998).

El uso de agua contaminada ocasiona diversas afecciones a la salud como: giardiasis, salmonelosis, dengue, parásitos intestinales y cólera, causadas por microorganismos y sustancias químicas. (Gesellschaft, 2009).

La comuna Guadual que está ubicada en la parroquia de Cojimíes que pertenece al cantón Pedernales en la provincia de Manabí, cuenta con una población de 60 familias, las cuales actualmente no cuentan con el servicio de agua potable, por tal motivo surgió la necesidad de gestionar la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable para los moradores de la zona.

Una de las alternativas que emplean los moradores para abastecerse de agua es la construcción de pozos con el fin de captar agua subterránea, la cual presenta una alteración en su calidad debido a la infiltración de agua salada, por lo tanto, es imposible emplearla en actividades de consumo y aseo personal de manera que, las personas se ven obligadas a recorrer grandes distancias para obtener el recurso y que este sea apto para el consumo o

recurren a la compra de agua embotellada o de tanquero representando un mayor costo que aquella proveniente del abastecimiento de agua potable directamente de la red de distribución.

Los riesgos que están relacionados con el consumo de un agua no potable son diversos (ABC, 2004) y tenerlos en cuenta forma parte de la responsabilidad de las autoridades elegidas para ello (Méndez, 2013)

1.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de abastecimiento en la comunidad Guadual en Cojimíes - Manabí

1.2 Objetivos específicos

OBJ 1: Levantar información base para el diseño del sistema de abastecimiento

OBJ 2: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la población de Guadual.

OBJ 3: Elaborar los planos y presupuestos del sistema con el fin de que la comunidad gestione y planifique la implementación de este.

OBJ 4: Socializar el proyecto con la comunidad presentando los resultados del estudio a los usuarios y autoridades.

1.3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.3.1 Levantamientos Topográficos

Representan una gran importancia en los proyectos de abastecimiento de agua ya que determinan el diseño del sistema, además que mediante la medición de extensiones de terreno es capaz de determinar la posición y elevación de puntos que se encuentren ubicados sobre o por debajo del área del terreno, en distintas obras que conforman el sistema de abastecimiento como son las líneas de conducción, distribución y el tanque. (Medrano, 2011)

1.3.2 Fuentes de Abastecimiento de Agua Cruda

Son cauces superficiales y subterráneos que gracias al ciclo hidrológico se encuentran disponibles en la naturaleza. Su ubicación, tipo, calidad de agua y caudal será uno de los factores determinantes en el diseño del sistema. (Agüero, 2004)

Fuentes Superficiales

Son fuentes donde el agua se encuentra nivel superficial y están compuestas por dos tipos: El primer tipo son las animadas o denominadas corrientes de agua, se encuentran en movimiento permanente gracias a la gravedad, el líquido desciende desde puntos altos hasta el mar. Mientras que el segundo tipo son aquellas en donde el agua es detenida en depresiones naturales y se acumulan formando lagos, reservorios, lagunas y/o esteros. (Orellana, 2005)

Dichas fuentes representan desarrollo para los usuarios ya que este recurso es utilizado en diferentes aspectos sociales y económicos. Se debe de tener en cuenta que, debido al uso en las actividades mencionadas, el líquido sufre un deterioro en su calidad. De esta forma se puede decir que las fuentes superficiales sufren de contaminación por dos tipos: La primera de forma natural que es producida por el arrastre de sedimentos y la presencia de materia orgánica, y la segunda debido a las actividades antropogénicas. (Torres Patricia, 2009)

1.3.3 Agua Potable

Es aquella agua la cual ha sufrido modificaciones en sus características físico-químicas con la finalidad de que pueda ser considerada apta para el consumo humano y la población pueda desarrollar sus actividades sin inconvenientes. (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 2014). Esto quiere decir que se encuentra libre de microorganismos, especialmente patógenos, y sustancias tóxicas, además cumplen con los límites máximos permisibles impuestos por la normativa (Valdez, 1990)

1.3.4 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El sistema de abastecimiento facilita el transporte de agua desde el punto de captación hasta los domicilios de cada consumidor en condiciones óptimas y seguras, tanto en cantidad y calidad, para el consumo humano (Arístegui, 2016).

Un sistema de abastecimiento está conformado por obras de captación, conducción, planta de tratamiento de agua potable, tanque de almacenamiento y red de distribución. (Medrano, 2011)

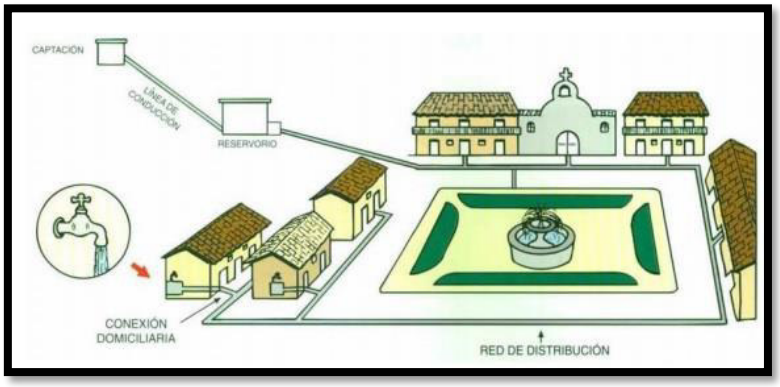


Figura 1. Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable

(Fuente: Minos Vivienda Perú)

1.3.5 Captación

Una vez que se ha identificado y seleccionado la fuente de abastecimiento, se implementa la captación la cual es una obra hidráulica que se encarga de la recolección de agua y de esta forma proveer del recurso a la población. (Medrano, 2011).

El agua que ha sido almacenada por esta obra hidráulica es transportada a través de una línea de conducción hasta la Planta de Potabilización. (Medrano, 2011)

Al momento de realizar el dimensionamiento y diseño hidráulico de la captación se debe tener en cuenta tres factores: la topografía del lugar, la textura del suelo y la clase de la fuente de abastecimiento, de forma que factores como calidad y temperatura del agua no sufran alteraciones. De igual manera, se debe evitar modificaciones tanto en la corriente como en su caudal natural, ya que, en caso de que exista obstrucciones el agua podría crear otro cauce provocando que esa fuente de abastecimiento desaparezca. (Medrano, 2011)

1.3.6 Conducción

Línea de Conducción

Es la etapa perteneciente al sistema de abastecimiento donde el recurso es conducido a partir de la captación hasta llegar a obras hidráulicas como tanques de almacenamiento, Plantas de Potabilización o el inicio de la red de distribución. El transporte del agua puede realizarse mediante bombeo o gravedad. (Pérez, 2018)

La capacidad con que contará la línea debe estimarse teniendo en cuenta el Caudal Máximo Diario.

Esquema de la Línea de Conducción por Gravedad

Este sistema está conformado por tuberías, cámaras reductoras de presión, válvulas de aire y de purga además de accesorios y obras complementarias, la tubería generalmente sigue el perfil del terreno excepto en ocasiones especiales como la presencia de zonas rocosas insalvables o la presencia de cruces de quebradas o terrenos que sufran de erosión. (Pérez, 2018)

En aquellos sitios donde exista un desnivel del terreno mayor a cincuenta metros necesariamente se debe colocar cámaras rompe presión las cuales se encargarán de evitar daños en tuberías o estructuras. Cuando el terreno es accidentado en las zonas altas se forman bolsas de aire las cuales tienden a acumularse en las tuberías, debido a esta razón es la que se colocan válvulas de aire con la finalidad de evacuar el aire que se encuentra en el interior de la línea. Mientras que en las zonas más bajas del terreno existe un alto riesgo de que exista acumulación de material particulado, razón por la cual se instalan válvulas de purga. Es vital la instalación de este tipo de válvulas ya que la acumulación de aire y la presencia de sedimento en la conducción producen una disminución en la cantidad de agua que transita en el sistema. (Pérez, 2018)

1.3.7 Distribución de Agua Potable

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, válvulas y otros accesorios trabajando a presión que permiten transportar el agua potable desde el tanque de distribución o directamente de la planta de tratamiento hasta el punto de abastecimiento a la población. (Chávez & Prado, 2020)

Las líneas de distribución se instalan en las vías principales del casco urbano. Según la forma del circuito y la población a servir, existen dos tipos básico de redes de distribución. Estas son: (Gur & Spuhler, 2018)

- **Red Ramificada o Abierta.** - Se emplea en poblaciones cuyas viviendas son demasiado dispersas o están a lo largo de una vía. Se caracteriza por contar con una

tubería principal desde la cual se originan pequeños ramales conocidos como líneas secundarias. (Gur & Spuhler, 2018)

- **Red Mallada o Cerrada.** - Este tipo de red se utiliza para poblaciones distribuidas en manzanas o cuadras. Su principal característica es que en su diseño el circuito forma mallas a través de la conexión de los distintos ramales. (Gur & Spuhler, 2018)

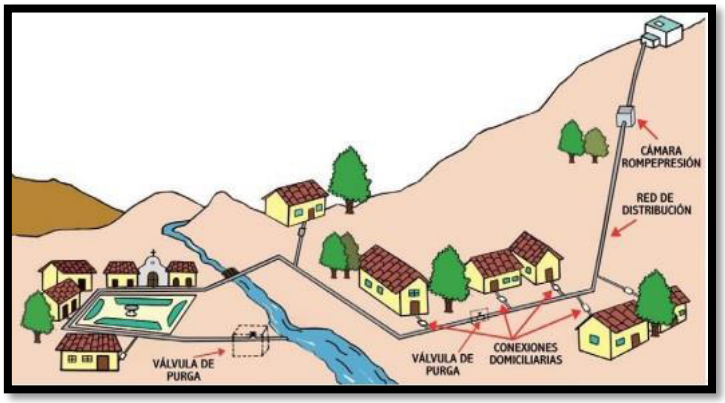


Figura 2. Esquema de un sistema de distribución

(Fuente: Minos Vivienda Perú)

1.3.8 Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias tienen como función transportar el agua potabilizada desde la tubería menor de la red de distribución hasta las instalaciones intradomiciliarias de las viviendas a servir. (CONAGUA, 2019) Consta de dos partes conocidas como:

- **Ramal. -** Esta sección abarca desde la derivación de la red de distribución hasta el codo inferior que conforma el cuadro.
- **Cuadro. -** Es un conjunto de tuberías y accesorios que juntos conforman una figura rectangular donde se aloja el medidor con el fin de que su lectura sea cómoda. Es una estructura que generalmente se encuentra dentro del domicilio. (CONAGUA, 2019)

1.3.9 Tuberías

Se define como sistema de tuberías al conjunto de tubos y los accesorios de unión entre ellos. Las tuberías pueden ser de diferentes materiales siempre y cuando no se pierda su funcionalidad, la cual es transportar fluidos de un lugar a otro. (Estrada, 2017)

Tuberías de plástico: Polietileno de alta densidad (PEAD), Polivinilo de cloruro (PVC). (Díaz, 2016)

Las tuberías fabricadas con este material son las más utilizadas en los sistemas de abastecimiento de agua debido a su ligereza, flexibilidad, bajas perdidas por fricción ya que

la superficie interior se la considera hidráulicamente lisa, es más resistente a daños por corrosión que las tuberías fabricadas con acero o hierro ducto, mientras que, en lo que se refiere al factor económico es más conveniente el uso de tuberías de PVC o PEAD debido a su bajo costo. (Díaz, 2016)

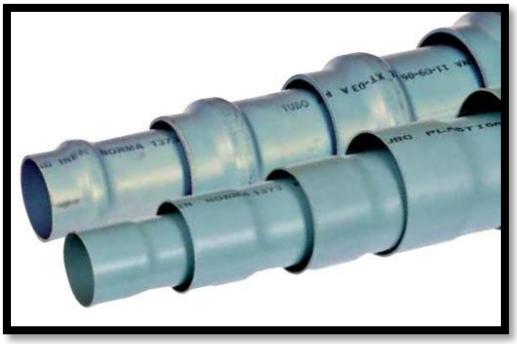


Figura 3. Tubería Plástica

(Fuente: Plastigama)

1.3.10 Accesorios

Válvulas

Son dispositivos mecánicos que se ubican en los sistemas de tuberías destinados para transportar agua potable con el fin de regular y controlar los parámetros como: caudal y presión en la red. Las válvulas operan manualmente a través de palancas o volantes. (Díaz, 2016)

Válvula de Aire

Son empleadas con la finalidad de permitir la entrada o salida de aire al sistema, estas acciones tendrán lugar en el momento de llenado o vaciado de la tubería. Son utilizados en tramos largos del sistema y en los puntos altos de este, ya que en estos lugares tiende a aglomerarse el aire bloqueando la circulación del agua provocando que la capacidad de conducción de se vea limitada. (CONAGUA, 2019)

Válvula de desagüe

Son empleadas en los puntos más bajos del sistema con el fin de que el agua pueda ser eliminada de la tubería ya sea para la desinfección de la red de distribución, si se tiene que hacer la reparación de la línea o con el fin de eliminar sedimentos. (S., 2018)

1.3.11 Programa EPANET

Es un programa de computadora utilizado para el desarrollo de simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución que trabajan a

presión. (Blog del Agua, 2021). El software se encarga de realizar el seguimiento de distintas variables como son la variación de caudales en las tuberías, la presión en cada nodo del sistema, el nivel que existe en los embalses o tanques de almacenamiento, y la concentración de especies químicas que existen en el recurso hídrico, durante todo el periodo de simulación. Este programa cuenta con mapas de la red diversificados por colores, tablas numéricas gráficas de evolución y mapas de isolíneas. (Manual de Epanet, 2015).

1.3.12 Criterios de Diseño

Población

- **Población Actual**

Se refiere a los datos censales pertenecientes al último año de levantamiento de información que ofrece el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Con la población actual se efectúa el cálculo de la población de diseño, se estima la demanda y el consumo del recurso. (CONAGUA, 2019)

- **Población de Diseño**

También llamada población del proyecto, es la población que se espera tener en la comunidad de acuerdo al periodo de diseño de la obra. Es el número de habitantes del lugar para los cuales se va a diseñar el sistema. (CONAGUA, 2019)

- **Proyección de la Población**

Para calcular la población futura se debe tener en cuenta los datos demográficos actuales proporcionados por el INEC, además es necesario emplear la tasa de crecimiento poblacional, la cual por lo general es variable en función del tiempo. (CONAGUA, 2019)

Existen varios métodos para realizar la determinación de la población final o futura. Entre los cuales se emplean los siguientes:

- **Método Lineal**

  Con este método se determina la población futura, suponiendo que su crecimiento es constante e independiente de su tamaño. (Ver Tabla 1 y Tabla 2.)

- **Método Geométrico**

  Este método consiste en suponer que la población tiene un crecimiento proporcional al tamaño de la misma como se indica en las Tablas 1 y 2.

- **Método Logarítmico**

Para efectuar este método es necesario conocer la información de al menos tres censos. Este procedimiento deduce que el crecimiento poblacional es de tipo exponencial. (Ver Tablas 1 y 2).

Vida Útil

Es el tiempo en el que se espera que una obra hidráulica funcione de forma efectiva sin altos costos de operación y mantenimiento. La duración de este período está determinada por los materiales de cada componente, por lo que se estima y espera que su tiempo de actividad sea mayor al del periodo de diseño de toda la obra en conjunto. (CONAGUA, 2019). El tiempo de vida útil también depende de varios factores como:

- ✓ El diseño del sistema
- ✓ Calidad de los equipos
- ✓ Operación y mantenimiento
- ✓ Calidad del agua
- ✓ Condiciones ambientales

  Se debe tener en cuenta los efectos que el medio ambiente produce en los distintos partes del sistema especialmente en los embalses y represas. Los factores que afectan a la vida útil sistema son ocasionados debido a: Al uso de la tierra, el uso del agua y otras actividades que se encuentran aguas arriba, causando problemas como un aumento en la acumulación de limos y ocasionando que exista variaciones en la calidad del agua del embalse.

En la Tabla 22. Anexo 1 se detalla la vida útil sugerida para cada componente de un sistema de agua potable.

Periodo de Diseño

Es el espacio de tiempo en el que la obra cumplirá la función para la que fue diseñada de acuerdo con los parámetros establecidos sin necesidad de adecuaciones o ampliaciones. (Ver Tabla 23. Anexo 1) Esta etapa de funcionamiento depende de la inversión económica y de la vida útil de la estructura. (CONAGUA, 2019)

Para las estructuras hidráulicas de menor tamaño y fácil ampliación se puede proyectar periodos de diseño más cortos que las obras de mayor dimensión.

En ninguno de los casos se permitirá una obra definitiva que tenga un periodo de diseño menor a 15 años. (SENAGUA & IEOS, 2014)

Dotación

Es el caudal de agua promedio que cada habitante consume diariamente. Se incluye el consumo doméstico, comercial, industrial y público. (Ver Tabla 24. Anexo 1)

Para la producción del recurso del que se va a abastecer a la población es necesario tener presente las condiciones respectivas de la población, se debe considerar los siguiente:

- Condiciones climáticas
- Dotaciones para limpieza de mercados, camales, plazas, piletas y calles.
- Dotación de agua para la industria.
- Dotación de riego para jardines.
- Volumen de agua para la prevención de incendios.

Consumo Total

Para el consumo total proyectado al periodo de diseño se debe tener en cuenta el incremento en el consumo neto y la disminución en el índice de pérdidas.

Pérdidas y Desperdicios

La pérdida del agua en el sistema es la resta del volumen de agua producido y el volumen de agua que consume la población. (López, 1995) Se debe tener en cuenta aspectos como:

- Fugas en la red
- Fugas en tanques de almacenamiento
- Errores en la medición
- Conexiones clandestinas
- Diferencia en la cobertura de la medición

En sistemas con baja capacidad técnica y económica las pérdidas deben ser de máximo 40%, mientras que, en los sistemas con una alta capacidad técnica y económica el máximo de pérdidas debe ser del 20%. El porcentaje máximo de pérdidas en cualquier tipo de sistema es de 10 y 15%.

Caudal de Diseño

Es el caudal que requiere la población para desempeñar sus actividades diarias. Normalmente se utilizan tres tipos de caudales. (SENAGUA & IEOS, 2014) (Ver Tabla 2).

- **Caudal Medio Diario (QMedio)**
  Es el caudal promedio obtenido de un año de registro. El caudal medio es la base para la estimación del caudal máximo horario y el caudal máximo diario. (López, 1995).

- **Caudal Máximo Diario (QMax)**
  Es la demanda máxima en un día del año, representa el día de mayor consumo en el año (López, 1995).

- **Caudal Máximo Horario (QMH)**

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo (López, 1995).

Perdidas Locales

A lo largo de las líneas de conducción y distribución se producen perdidas de carga debido al paso del fluido en puntos específicos de la tubería (Ingeniería Rural, 2018) donde existe obstrucciones, variaciones locales de la sección, codos, juntas, perturbaciones bruscas de la dirección del flujo, evitando que el fluido que se transporta circule en línea recta (Jiménez, 2017).

Coeficiente de Perdidas Locales

Es de carácter adimensional y depende de diferentes factores adicionales como el número de Reynolds, rugosidad relativa, y la clase de accesorio hidráulico que va a ser objeto de análisis. (Jiménez, 2017)

Cálculo de la pérdida de carga. Fórmula de Darcy Weisbach

En la Figura 11 del Anexo 1 se presentan los distintos valores del coeficiente de rugosidad absoluta ks en líneas de transmisión que emplean diferentes tipos de material en su construcción teniendo en cuenta si se trata de estudios factibilidad o diseños detallados (EMAAPQ, 2009).

Método de Longitudes Equivalentes

Se emplea para calcular el caudal real y el diámetro de un sistema de tuberías. El principio del método se basa en reemplazar la red de tuberías existente por una red que hidráulicamente sea más sencilla con el fin de determinar el caudal, mientras que, para establecer el diámetro correspondiente a las tuberías del sistema es necesario regresar a la red real. (López, 2000)

2 METODOLOGÍA

2.1 Levantamiento de información

Se tenía planificado realizar encuestas a los habitantes del lugar y a través de ese medio recopilar información socioeconómica y demográfica de Guadual, pero debido a las condiciones de salud actuales (COVID 19), el proceso fue complicado. Afortunadamente a través de los diferentes medios de comunicación se pudo contactar a la directiva de la comunidad y a los miembros de la junta de agua quienes proporcionaron datos como el número de habitantes, la situación socioeconómica y parámetros de calidad de agua de la fuente de abastecimiento que pertenece al sistema de agua potable del cantón Pedernales; el mencionado sistema será el encargado de proveer el recurso a la comunidad. Mientras que, la referencia topográfica de la línea de conducción y distribución fue gestionada y proporcionada con anterioridad por parte de la comunidad.

Se realizó una visita de campo con los miembros de la junta de agua con la finalidad de conocer y recorrer la zona del proyecto, para esto se empleó un GPS. Se identificó el punto de derivación de la línea Jama – Cojimíes, sus coordenadas, su presión dinámica con un valor de 60 m.c.a (metros de columna de agua), el caudal de agua potable que transporta fue de 63 litros por segundo y el diámetro de la tubería siendo este de 315 milímetros. Al momento de transitar el lugar los miembros de la junta informaron la presencia de una industria camaronera ubicada en los alrededores de la vía de ingreso a la comunidad.

Figura 4. Entrevista a moradores

2.2 Proyección de la Población Futura y Cálculo de Caudales de Diseño

La proyección de la población al año 2050 para la comunidad de Guadual se la realizó empleando los datos demográficos de los censos correspondientes a los años 1990, 2001 y

2010 de la parroquia de Cojimíes, con este dato se determinó el coeficiente poblacional a partir de los años mencionados y se obtuvo un valor promedio de acuerdo con cada método de cálculo. Con base en estos valores promedio se realizó la proyección de crecimiento teniendo en cuenta la población procedente del año 2019 de Guadual.

La proyección se realizó hasta el año 2050 teniendo en cuenta un periodo de diseño para la obra de treinta años, los métodos de cálculo que se emplearon fueron: lineal, logarítmico y geométrico.

Para la proyección de la población empleando el método lineal, primero se calculó el valor promedio de la inclinación de la recta (k) con la fórmula de la Tabla 1, una vez obtenido el valor de k se realizó la determinación de la población futura utilizando la fórmula que indica la Tabla 1.

En la evaluación de la población futura mediante el método geométrico, como primer paso se calculó el valor promedio de la tasa de crecimiento (r), mientras que, para la población futura se utilizó la fórmula de población final como se muestra en la Tabla 1.

El mismo procedimiento se realizó empleando el método logarítmico, se determinó el valor promedio de la tasa de crecimiento (kg) con la fórmula detallada en la Tabla 1 y con este resultado se calculó la población futura.

Tabla 1. Fórmulas de la Proyección Poblacional

Fuente: (López, 1995)

PROYECCIÓN POBLACIONAL		
Método Lineal	$Inclinación\ de\ la\ recta \rightarrow k = \frac{P_{UC} - P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}}$ $Población\ Final \rightarrow P_F = P_{UC} + k(T_F - T_{UC})$	$Puc = Población\ del\ ultimo\ censo$ $Pci = Población\ del\ censo\ inicial$ $Tuc = Tiempo\ del\ último\ censo$ $Tci = Tiempo\ del\ censo\ inicial$ $Pf = Población\ final$ $Tf = Tiempo\ final$
Método Geométrico	$Tasa\ de\ crecimiento \rightarrow r = \left[\left(\frac{P_{UC}}{P_{CI}}\right)^{\frac{1}{T_{UC}-T_{CI}}} - 1\right]$ $Población\ Final \rightarrow P_F = P_{UC}(1+r)^{T_F - T_{UC}}$	
Método Logarítmico	$Tasa\ de\ crecimiento \rightarrow kg = \frac{\ln(P_{UC}) - \ln(P_{CI})}{T_{UC} - T_{CI}}$ $Población\ Final \rightarrow P_F = P_{UC} * e^{kg(T_F - T_{UC})}$	

De acuerdo con lo que indica el texto “Elementos para acueductos y alcantarillado” del autor Ricardo López, con los resultados obtenidos en la proyección poblacional mediante el método geométrico se determinó el incremento de la población para de esa manera calcular el consumo neto de la población y pérdidas que se pueden generar en el sistema, además se emplearon los valores de dotación para clima cálido y con un límite poblacional de hasta 5000 habitantes como se indica en la Tabla 22 Del Anexo 1. Con estos datos se procedió a determinar los valores para los caudales medio diario, máximo diario y horario a través de las fórmulas presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Fórmulas de Consumo, pérdidas y caudales

Fuente: (López, 1995)

CONSUMO Y PÉRDIDAS	
Consumo Total	$Consumo\ Total = \frac{Consumo\ Neto}{1 - \%P}$
Pérdidas y Desperdicios	$\%P = \frac{Volumen\ Producido - Volumen\ Consumido}{Volumen\ Producido}$
CAUDAL DE DISEÑO	
Caudal Medio Diario	$QMedio = \frac{Consumo\ Total * Población}{86400}$
Caudal Máximo Diario	$QMax = k_1 * QMedio$
Caudal Máximo Horario	$QMH = QMax * k_2$ $QMH = k_1 * k_2 * QMedio$

2.3 Diseño del Sistema de Abastecimiento en el Software EPANET

Para ejecutar el diseño del sistema fue necesario realizar dos modelados, el primero fue para conocer el comportamiento hidráulico del sistema a través de la implementación de un tanque elevado que dividía el proyecto en conducción y distribución, mientras que, en el segundo modelado se eliminó dicha estructura y se analizó el comportamiento hidráulico del sistema como una red de distribución, con el fin de conseguir la opción más viable y accesible para la

comunidad. El análisis de cada modelado se ejecutó de acuerdo al método de cálculo de Darcy – Weisbach.

2.3.1 Modelado 1 (Simulación con Tanque elevado)

Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal se elaboró empleando los puntos provenientes de los levantamientos topográficos proporcionados por la comunidad, los cuales, representan quiebres importantes en las vías de acceso al lugar del proyecto. Los puntos mencionados anteriormente se encontraban en formato DWG perteneciente al programa AutoCAD, estos fueron importados a un libro de Excel donde se los separó en sus coordenadas x, y, z. Posteriormente se los guardo en formato txt (bloc de notas) para que de esta manera pueda ser procesado por el programa CivilCAD, destinado a realizar la planimetría y el trazado del perfil longitudinal. Fue necesario realizarlo en tres tramos, el primero, comprende los puntos desde la línea principal Jama – Cojimíes, hasta el punto donde se determinó la posible ubicación de un tanque elevado, el segundo y tercer tramo pertenecen a línea de distribución que comprende los puntos desde el tanque elevado hasta la comunidad.

Una vez realizados los perfiles longitudinales se trazó una línea piezométrica en cada perfil con el fin de evaluar la presión disponible en el proyecto, identificando los puntos altos y bajos en los que se colocaron válvulas de aire y de desagüe para el tramo de distribución, mientras que, para la línea de conducción, además de colocar las válvulas ya mencionadas, se ubicaron válvulas de control al inicio, final y cada quinientos metros, conjuntamente se efectuaron cortes en el perfil de acuerdo a la ubicación de cada válvula.

Para la simulación de este modelado se ocupó el programa EpaCAD donde se importaron los trazados con los cortes correspondientes a cada válvula de acuerdo con los resultados de los perfiles, creándose un archivo que puede ser reconocido por el programa EPANET y facilitando la generación de la red. Una vez ingresada la red, se colocaron dos embalses con su respectiva elevación, en el caso del embalse uno se aprovechó la carga de presión dinámica proveniente de la línea principal y el embalse dos representa al tanque elevado, en el diseño de la conducción se tomó como base el caudal medio diario. En la información de cada nodo y del embalse dos, se colocó la elevación correspondiente a cada punto, mientras que, en los datos de las tuberías se detalló el coeficiente de rugosidad, la longitud y el diámetro de cada sección.

En la determinación del diámetro para cada segmento de tubería se realizó una variación de los valores de acuerdo con los catálogos de los fabricantes con el fin de obtener valores de

velocidad que se encuentren en un rango de 0.45 m/s a 1 m/s como se detalla en la Norma de diseño de sistemas de agua potable de la EMAAP – Q.

En los nodos del sistema se pretendió alcanzar valores de presión dinámica de 10 a 15 m.c.a. (metros de columna de agua) en el tramo de distribución, mientras que, en el tramo de la conducción fueron de 5 m.c.a y en lo que se refiere a valores de presión estática no deben ser mayores a 60 m.c.a., como se indica en la Norma de diseño de sistemas de agua potable de la EMAAP – Q.

Para la línea de distribución que comprende el trayecto a partir del tanque elevado hasta la población a servir, se empleó el método de longitudes equivalentes (Ver Fundamentos Teóricos. Criterios de Diseño), el cual consistió en cortar la línea cada 100 metros y aplicar una demanda base en cada nodo, mediante el cálculo de un caudal unitario donde se tomó como base el caudal máximo horario.

En la determinación del diámetro de las tuberías, se efectuó un procedimiento similar al de la línea de conducción.

2.3.2 Modelado 2 (Simulación sin tanque elevado)

En el diseño de este modelado se generó la red utilizando todos los puntos del proyecto y siguiendo los mismos pasos del modelado 1. En los nodos del sistema se colocaron los valores de cota y demanda base correspondiente y en las tuberías se ingresó información relacionada al coeficiente de rugosidad, diámetro y longitud de cada sección.

Este modelado se ejecutó bajo el método de longitudes equivalentes en toda la zona del proyecto, se realizó cortes de la línea cada quinientos metros en las zonas con menos viviendas, pero para los cálculos de la demanda base correspondiente a cada nodo se empleó una longitud equivalente de cincuenta metros y tomando como base el caudal máximo horario, mientras que, en las zonas con mayor número de viviendas se efectuó el mismo procedimiento aplicado en la distribución del Modelado 1.

El valor del coeficiente k para perdidas locales se determinó de acuerdo con lo establecido en la Norma de diseño de sistemas de agua potable de la EMAAP – Q.

Se propuso colocar una válvula reductora de presión al inicio del sistema con el fin de alcanzar los valores de presión establecidos en la normativa mencionada, pero después de analizar con más detenimiento los datos hidráulicos, se descartó la presencia de este accesorio en el proyecto.

En el análisis de la presión dinámica se ejecutó la simulación con la demanda base determinada en cada nodo, mientras que, para evaluar la presión estática del proyecto se

ejecutó la simulación del programa con una demanda base de cero ya que, esto permite conocer el comportamiento hidráulico del sistema cuando existe poco consumo de agua. El diagnóstico de la presión estática se lo realizó de la misma manera en ambos modelados.

2.4 Elaboración de Planos y Presupuestos del Sistema

Se eligió el modelado dos como el diseño más viable y accesible para la comunidad y con los resultados del proceso anterior, se procedió a realizar el trazado de los planos correspondientes a la vista en planta y perfil del proyecto.

2.4.1 Elaboración de planos

Plano del Proyecto visto en planta.

En la ejecución de este plano se identificaron y trazaron los principales componentes que se deben tener en cuenta en el diseño de un sistema de abastecimiento, como son; el punto de captación, la delimitación de las carreteras y los terrenos aledaños a esta y la ubicación de la tubería. Posteriormente, se realizó el abscisado de la tubería en intervalos de veinte metros y se procedió a la ubicación del proyecto, a través de la elaboración de una malla que contiene coordenadas UTM del lugar.

El laminado de este plano se lo elaboró en formato ISO A3 para lo cual, se realizó la plantilla respectiva donde se detalla la institución, contenido del proyecto, por quien fue elaborado, escala, fecha, número de lámina e información que permite entender los planos como son leyendas, simbologías y datos hidráulicos. Además, se menciona la escala del dibujo, la cual en este caso es de 1:1000. (Ver Anexo 3)

Plano del perfil del sistema de abastecimiento de agua potable comunidad Guadual

Con base en los perfiles longitudinales previamente realizados (Modelado 1), los cuales comprenden diferentes segmentos del proyecto como: El punto de derivación hasta el inicio de la comunidad, el inicio de la comunidad hasta la última vivienda al suroeste (Ver Figura 5), y finalmente desde el inicio de la comunidad hasta la última vivienda al noreste. Posteriormente se realizó el trazo de la tubería en el perfil, teniendo en cuenta los valores de excavación detallados en la Norma de diseño de sistemas de agua potable de la EMAAP – Q. (Ver Anexo 3)

Figura 5. Poligonal de la Comuna Guadual

Se evaluó el terreno para la ubicación de válvulas de aire y purga destinadas al mantenimiento del sistema.

Para laminar este plano, fue necesario dividir el perfil en diez partes de aproximadamente 600 metros cada una, esto se debe a la extensa longitud del proyecto. Además, para una mejor comprensión del plano, se agregó la vista en planta del sistema y un cuadro que especifica la cota en donde se encuentran las válvulas de aire y de desagüe a lo largo del proyecto.

2.4.2 Elaboración del presupuesto del sistema

Para generar el presupuesto del sistema, se evaluó la cantidad de materiales, transporte, mano de obra y equipos necesarios para la implementación de la obra (costos directos), de acuerdo con los resultados obtenidos. En este documento constaron elementos como tuberías, válvulas, conexiones domiciliarias y entre otros componentes de instalación y construcción esenciales para la obra. Los precios para cada ítem fueron estimados en base a los precios unitarios de la Cámara de Comercio de Quito, los cuales se multiplicó por la cantidad de material propuesto en el diseño.

Para el proceso de selección de tubería se tomaron en cuenta los resultados de las simulaciones estáticas del sistema. Se utilizó las presiones estáticas del diseño, las cuales se las multiplicó por un factor de seguridad y así conocer la clase de la tubería.

2.4.3 Socialización del proyecto con la comunidad Guadual

Para dar a conocer el diseño del proyecto con la comunidad fue necesario elaborar una memoria técnica donde se detallan la problemática, metodología del proyecto, resultados obtenidos y un manual de operación y mantenimiento del sistema. Por la emergencia sanitaria que existe actualmente no se pudo presentar el proyecto de forma presencial a los moradores,

por lo tanto, se empleó la plataforma ZOOM para programar una reunión con la directiva del lugar y de esa manera presentar la información.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Levantamiento de Información

3.1.1 Información demográfica, socioeconómica y topografía

La comuna Guadual situada en la parroquia Cojimíes del cantón Pedernales perteneciente a la provincia de Manabí consta de cincuenta hogares, los cuales en su mayoría están conformados por aproximadamente cinco miembros, dando un total de 250 habitantes. Además, que se pudo evidenciar la presencia de la industria camaronera en la zona del proyecto y dos quiebres de noventa grados por donde pasara la tubería como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Sistema de Abastecimiento. Comunidad Guadual

Tabla 3. Puntos de la comunidad Guadual tomados con el GPS

Punto	Descripción	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
1	Línea Principal Jama – Cojimíes	607856.18	35672.97	7
2	Hacienda	609055.78	3540.32	10
3	Quiebre de 90º	609331.79	35490.60	7
4	Camaroneras	609615.31	35930.49	8
5	Inicio de casas de la comunidad	611492.21	34879.48	3
6	Intersección	611541.74	34819.02	11
7	Ultima casa dirección noreste	611649.02	34851.64	7
8	Pozo	611631.55	34850.86	7

9	Ultima casa dirección suroeste	611468.96	34760.64	6

Como se observa en el gráfico y en la tabla, la entrada a la comunidad es bastante alejada de la vía principal y en ese trayecto se aprecia la topografía del lugar resaltando la presencia de quiebres de noventa grados y camaroneras. Por estos motivos esta comunidad no tiene fácil acceso al agua potable, ya que, se genera mayor empleo de material, mano de obra y transporte en la implementación del sistema

En Guadual la principal actividad económica es la industria camaronera, se puede observar varias de sus piscinas a lo largo del proyecto y si los trabajadores en esta industria requieren agua para este propósito, deberán solicitar una concesión de manera directa.

3.1.2 Parámetros de Calidad del agua

La información que se expone a continuación fue otorgada por los miembros de la junta de agua, ya que, los análisis de calidad de la fuente fueron realizados por la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pedernales (EPMAPA – PED), el sistema de agua potable del cantón se encargará de proveer el recurso para la población de Guadual.

Los resultados obtenidos en el análisis fueron comparados con los criterios de calidad que se encuentran establecidos en las normativas ecuatorianas vigentes.

Tabla 4. Análisis Físico

Fuente: (EPMAPA – PED)

PARAMETROS	UNIDADES	RANGOS	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
COLOR	U PtCo	15 U PtCo	8 U PtCo	Cumple
TURBIEDAD	NTU	5 NTU	0.45 NTU	Cumple
OLOR	-------	No objetable	No Objetable	Cumple
SABOR	-------	No objetable	No Objetable	Cumple
TEMPERATURA	°C		23.20 °C	

Tabla 5. Análisis Químico

Fuente: (EPMAPA – PED)

PARAMETROS	UNIDADES	RANGOS	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
NITRITO	mg/l	3 mg/L	1.31mg/l	Cumple
NITRATO	mg/l	50 mg/L	2.02 mg/l	Cumple
SULFATO	mg/l	250 mg/L	31 mg/l	Cumple
HIERRO	mg/l	1 mg/L	0.32 mg/l	Cumple
MANGANESO	mg/l	0.1 mg/L	0.043 mg/l	Cumple
CIANURO	mg/l	0.07 mg/l	0.041 mg/l	Cumple

H_2S	mg/l	0.05 mg/l	0.0 mg/l	Cumple
AMONIO	mg/l	0.5 mg/l	0.0 mg/l	Cumple
SALINIDAD	°/∞	0.25 °/∞	0.16 °/∞	Cumple
STD	mg/l	1000 mg/L	224 mg/l	Cumple
PH	uph	6.5 – 8.5 uph	7.21 uph	Cumple
Cloro residual	mg/l	0.3- 1.5 mg/L	0.77 mg/l	Cumple
Dureza	mg/l $CaCO_3$	<55 - <125mg/l $CaCO_3$	< 125	Cumple

Tabla 6. Análisis Microbiológico

Fuente: (EPMAPA – PED)

PARAMETROS	UNIDADES	METODO	RANGOS	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
Coliformes fecales	NMP/100 ml	Filtración por membrana UFC /100 ml	< 1,1	0.00	Cumple
Hidrobiologicos (algas)	Cel/ml	Microscopio, cámara de Nuewaber		0.00	Cumple

Los parámetros expuestos en las tablas 4, 5 y 6 fueron comparados con los criterios de calidad de la Normativa INEN 1108 referente a requisitos de agua potable y del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Para realizar la comparación de los resultados con los criterios de calidad mencionados se tomó como base el rango más limitante de cada una y se evaluó si el parámetro cumple o no con lo establecido.

Se puede observar en cada uno de los análisis que todos los parámetros están dentro de los rangos señalados, lo cual nos muestra que la fuente de agua analizada requiere de tratamiento convencional para ser potabilizada.

3.2 Población y Caudal de Diseño

3.2.1 Proyección de la Población

En la proyección de población para el año 2050 se emplearon los métodos lineal, geométrico y logarítmico obteniendo los siguientes resultados.

Método Lineal. - En los resultados de la tabla 7 se puede notar que se realiza un promedio de la pendiente de la recta (k) empleando el año y la población del censo inicial y de esta manera obtener un resultado más representativo. En la tabla 8 se detallan las resultas de la proyección de la población hasta el año 2050 en un intervalo de cinco años, iniciando en el 2020.

$$k = \frac{P_{UC} - P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}} = \frac{13708 - 8922}{2010 - 1990} = 239.3$$

$$k = \frac{P_{UC} - P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}} = \frac{13708 - 12124}{2010 - 2001} = 176$$

$$k_{promedio} = \frac{239.3 + 176}{2} = 207.65$$

Tabla 7. Pendiente de la recta. Método Lineal

AÑO	Pci	k
1990	8922	239.3
2001	12124	176
2010	13708	
2019	250	
Promedio		**207.65**

Tabla 8 Proyección de la población. Método Lineal

AÑO	POBLACIÓN
2020	458
2025	1496
2030	2534
2035	3572
2040	4611
2045	5649
2050	6687

Método Geométrico. - En la tabla 9 se refleja el promedio de la tasa de crecimiento (r) de los años 1990 al 2019 empleando el año y la población del censo inicial. En la tabla 10 se encuentra los valores de población final a partir del año 2020 hasta el 2050 en un intervalo de cinco años.

$$r = \left[\left(\frac{P_{UC}}{P_{CI}}\right)^{\frac{1}{T_{UC}-T_{CI}}} - 1\right] = \left[\left(\frac{13708}{8922}\right)^{\frac{1}{2010-1990}} - 1\right] = 0.022$$

$$r = \left[\left(\frac{P_{UC}}{P_{CI}}\right)^{\frac{1}{T_{UC}-T_{CI}}} - 1\right] = \left[\left(\frac{13708}{12124}\right)^{\frac{1}{2010-2001}} - 1\right] = 0.014$$

$$r_{promedio} = \frac{0.022 + 0.014}{2} = 0.018$$

Tabla 9. Tasa de Crecimiento. Método Geométrico

AÑO	Pci	r
1990	8922	0.022
2001	12124	0.014
2010	13708	
2019	250	
Promedio		**0.018**

Tabla 10. Proyección de la Población. Método Geométrico

AÑO	POBLACIÓN
2020	254
2025	278
2030	303
2035	331
2040	362
2045	395
2050	431

Método Logarítmico. - El promedio de la tasa de crecimiento (kg) para el método logarítmico se presenta en la tabla 11 para lo cual se empleó el año y la población del censo inicial. La tabla 12 expone los resultados de la proyección poblacional hasta el año 2050.

$$kg = \frac{\ln(P_{UC}) - \ln(P_{CI})}{T_{UC} - T_{CI}} = \frac{\ln(13708) - \ln(8922)}{2010 - 1990} = 0.0215$$

$$kg = \frac{\ln(P_{UC}) - \ln(P_{CI})}{T_{UC} - T_{CI}} = \frac{\ln(13708) - \ln(12124)}{2010 - 2001} = 0.0136$$

$$kg_{promedio} = \frac{0.0215 + 0.0136}{2} = 0.0176$$

Tabla 11. Tasa de Crecimiento. Método Logarítmico

AÑO	Pci	kg
1990	8922	0.0215
2001	12124	0.0136
2010	13708	
2019	250	
Promedio		**0.0176**

Tabla 12. Proyección de la Población. Método Logarítmico

AÑO	POBLACIÓN
2020	254
2025	278
2030	303
2035	331
2040	361
2045	395
2050	431

Con base en los valores de crecimiento poblacional obtenidos mediante los diferentes métodos de cálculo, se pudo observar que tanto los resultados alcanzados bajo el análisis geométrico y logarítmico son similares demostrando un aumento acorde a las características de crecimiento poblacional en función del periodo de diseño establecido, mientras que, los resultados arrojados bajo el análisis lineal representan un crecimiento demográfico proporcional y simétrico que no cumple con las características de crecimiento de la población para el año 2050.

3.2.2 Cálculo de caudales

López (1995) señala que, con base en los resultados obtenidos con el método geométrico para proyección demográfica, se procedieron a calcular los caudales de diseño para el sistema obteniendo lo siguiente:

En la Tabla 13 se expone el incremento demográfico basándose en la proyección demográfica, mientras que, en la Tabla 14 se detallan los resultados de consumo y los caudales medio diario, máximo diario y horario con sus respectivos coeficientes de mayoración empleados en el cálculo.

$$Incremento = \left(\frac{(254 - 250)}{250}\right) * 100 = 1.60$$

$$Incremento\ 10\% = 1.60 * 10\% = 0.16$$

$$Consumo\ Neto = \left(\frac{Dotación * Incremento\ 10\%}{100}\right) + Dotación = \left(\frac{170 * 0.16}{100}\right) + 170 = 170.27$$

$$Consumo\ Neto = \left(\frac{Dotación\ calculada * Incremento\ 10\%}{100}\right) + Dotación\ calculada = \left(\frac{170.27 * 0.94}{100}\right) + 170.27 = 171.88$$

$$Consumo\ Total = \frac{Consumo\ Neto}{1 - \%P} = \frac{170}{1 - 20\%} = 212.5$$

$$QMedio = \frac{Consumo\ Total * Población}{86400} = \frac{212.5 * 250}{86400} = 0.6\ l/s$$

$$QMax = k_1 * QMedio = 1.3 * 0.6 = 0.8\ l/s$$

$$QMH = QMax * \ k_2 = 0.8 * 1.6 = 1.3\ l/s$$

Tabla 13. Consumo y Caudal de Diseño I

Fuente: (López, 1995)

AÑO	HABITANTES	INCREMENTO	INCREMENTO 10%
2019	250		
2020	254	1.60	0.16
2025	278	9.45	0.94
2030	303	8.99	0.90
2035	331	9.24	0.92
2040	362	9.37	0.94
2045	395	9.12	0.91
2050	431	9.11	0.91

Tabla 14. Consumo y Caudal de Diseño II

Fuente: (López, 1995)

CONSUMO							
CONSUMO NETO	PÉRDIDAS %	TOTAL	CAUDAL MEDIO DIARIO (QM)	K1	CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	K2	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)
170	20%	212.5	0.6	1.3	0.8	1.6	1.3
170.27	20%	212.8	0.6	1.3	0.8	1.6	1.3
171.88	20%	214.9	0.7	1.3	0.9	1.6	1.4
173.43	20%	216.8	0.8	1.3	1.0	1.6	1.6
175.03	20%	218.8	0.8	1.3	1.1	1.6	1.7
176.67	20%	220.8	0.9	1.3	1.2	1.6	1.9
178.28	20%	222.8	1.0	1.3	1.3	1.6	2.1
179.90	20%	224.9	1.1	1.3	1.5	1.6	2.3

De acuerdo con los resultados de la proyección demográfica y a la literatura ya mencionada, los valores obtenidos para caudal medio diario, máximo diario y horario, son suficientes ya que se ha empleado la metodología adecuada, teniendo en cuenta las características de la población y para que de esta manera los miembros de la comunidad Guadual puedan

satisfacer sus necesidades durante el periodo de diseño estipulado, por lo tanto, la concesión de agua que será solicitada al Ministerio de Ambiente y Agua por parte de las autoridades de la comunidad, será la que se ha establecido como caudal máximo horario señalado en la Tabla 14 del presente estudio.

3.3 Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

En el proceso de diseño del sistema de abastecimiento, fue necesario realizar dos simulaciones; un diseño de pre factibilidad (Modelado 1) y el diseño definitivo (Modelado 2). Ambos modelados inician en el punto de derivación de la línea principal de agua potable Jama – Cojimíes por lo tanto se empleó la presión dinámica de funcionamiento de esta línea para las simulaciones.

3.3.1 Modelado 1

Este modelado consta de un tanque elevado como se indica en la Figura 7, por lo tanto, el proyecto se compone por conducción (Ver Figura 8) y distribución (Ver Figura 9) obteniendo los resultados que se encuentran detallados en las tablas 15 y 16 de nodos y tuberías pertenecientes a la conducción; y en las tablas 17 y 18 de nodos y tuberías que corresponden a la parte de la distribución del sistema.

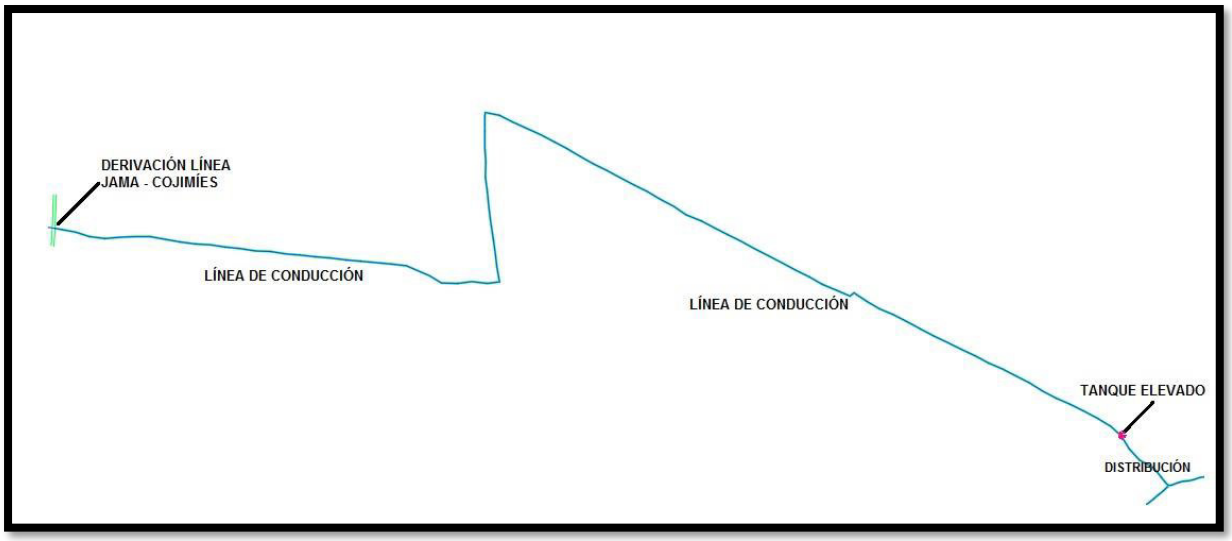


Figura 7. Sistema Completo. Modelado 1

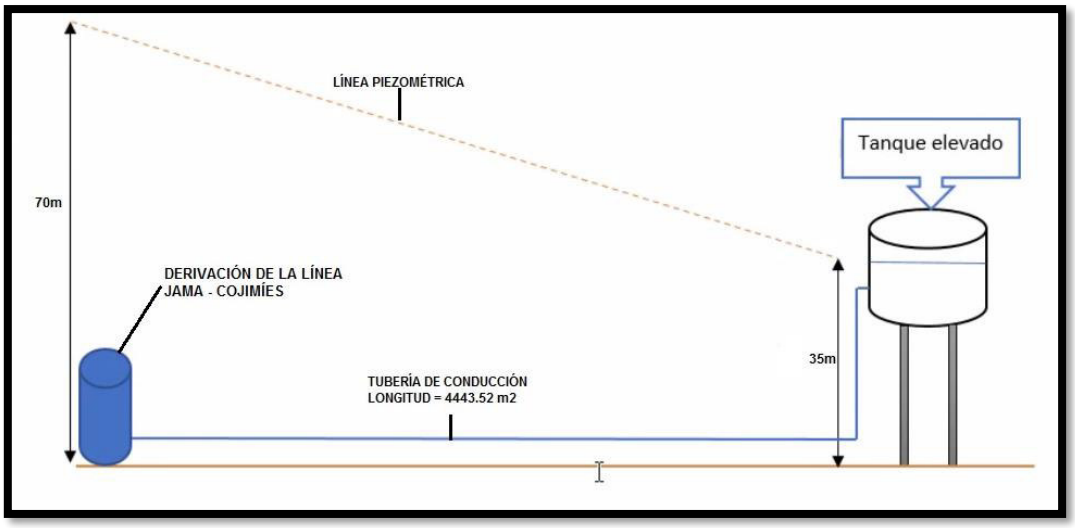


Figura 8. Modelado 1. Conducción

Tabla 15. Datos Hidráulicos de la Conducción. Tuberías

Fuente: (EPANET)

ID Conexión	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)
Tubería 0	1.00	75.00	-1.16	0.26
Tubería 1	20.00	75.00	1.16	0.26
Tubería 2	230.00	75.00	1.16	0.26
Tubería 3	235.00	75.00	1.16	0.26
Tubería 4	15.00	75.00	1.16	0.26
Tubería 5	500.00	75.00	1.16	0.26
Tubería 6	275.10	75.00	1.16	0.26
Tubería 7	134.90	75.00	1.16	0.26
Tubería 8	89.99	63.00	1.16	0.37
Tubería 9	70.02	63.00	1.16	0.37
Tubería 10	94.97	63.00	1.16	0.37
Tubería 11	245.00	63.00	1.16	0.37
Tubería 12	90.02	63.00	1.16	0.37
Tubería 13	14.00	63.00	1.16	0.37
Tubería 14	311.10	63.00	1.16	0.37
Tubería 15	175.00	63.00	1.16	0.37
Tubería 16	75.01	63.00	1.16	0.37
Tubería 17	201.80	63.00	1.16	0.37
Tubería 18	223.20	40.00	1.16	0.92
Tubería 19	235.10	40.00	1.16	0.92
Tubería 20	264.90	40.00	1.16	0.92

Tubería 21	500.00	40.00	1.16	0.92
Tubería 22	20.00	40.00	1.16	0.92
Tubería 23	325.00	40.00	1.16	0.92
Tubería 24	103.00	40.00	1.16	0.92
Tubería 25	1.00	40.00	1.16	0.92

Tabla 16. Datos Hidráulicos de la Conducción. Nodos

Fuente: (EPANET)

ID Nodo	Elevación (m)	Presión (m)
Resvr 1	70.00	0.00
Unión 1	10.00	60.00
Unión 2	10.22	59.75
Unión 3	8.87	60.77
Unión 4	9.19	60.09
Unión 5	9.19	60.06
Unión 6	8.93	59.63
Unión 7	9.14	59.03
Unión 8	8.36	59.62
Unión 9	8.82	59.79
Unión 10	9.53	57.84
Unión 11	10.00	57.04
Unión 12	10.08	56.14
Unión 13	5.56	60.35
Unión 14	3.82	62.04
Unión 15	10.11	54.65
Unión 16	9.61	54.56
Unión 17	9.84	54.08
Unión 18	9.89	53.35
Unión 19	9.15	46.78
Unión 20	9.32	38.98
Unión 21	9.20	30.42
Unión 22	10.04	13.4
Unión 23	10.08	13.13
Unión 24	9.47	3.15
Unión 25	9.18	0.01
Resvr 2	9.18	0.00

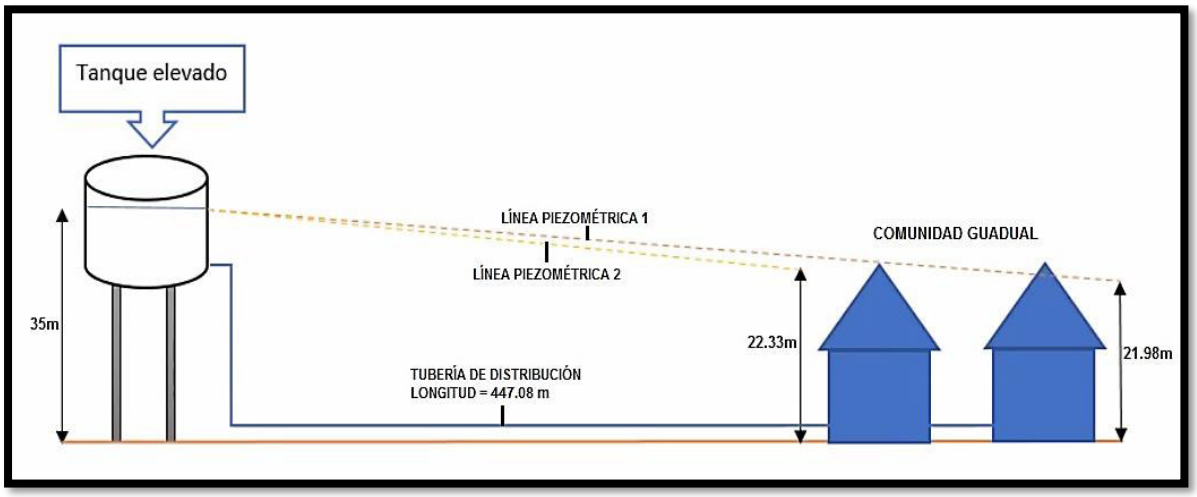


Figura 9. Modelado 1. Distribución

Tabla 17. Datos Hidráulicos de la Distribución. Nodos

Fuente: (EPANET)

ID Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Resvr 2	9.18	N/A	0.00
Unión 1	9.18	0.51	-0.12
Unión 2	9.03	0.51	-7.22
Unión 3	8.25	0.14	-10.25
Unión 4	7.81	0.00	-10.64
Unión 5	6.01	0.50	-9.50
Unión 6	8.00	0.51	-11.83
Unión 7	7.83	0.11	-11.67

Tabla 18. Datos Hidráulicos de la Distribución. Tuberías

Fuente: (EPANET)

ID Conexión	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)
Tubería 0	1.00	40.00	-2.28	1.81
Tubería 1	99.99	40.00	1.77	1.41
Tubería 2	100.00	40.00	1.26	1.00
Tubería 3	27.67	40.00	1.12	0.89
Tubería 4	97.92	40.00	0.50	0.40
Tubería 5	100.00	40.00	0.62	0.49
Tubería 6	21.25	40.00	0.11	0.09

3.3.2 Modelado 2

En el diseño de este modelado se eliminó el tanque del proyecto debido a que la implementación de este debía tener una altura de 35 metros para que el sistema logre funcionar con valores de presión y velocidad acorde a la normativa generando altos costos de construcción, por lo tanto, a este modelado se lo hizo funcionar solamente como red de distribución como se indica en la Figura 10, obteniendo los resultados mostrados en las tablas 19 y 20 los cuales corresponden a nodos y tuberías que componen el proyecto.

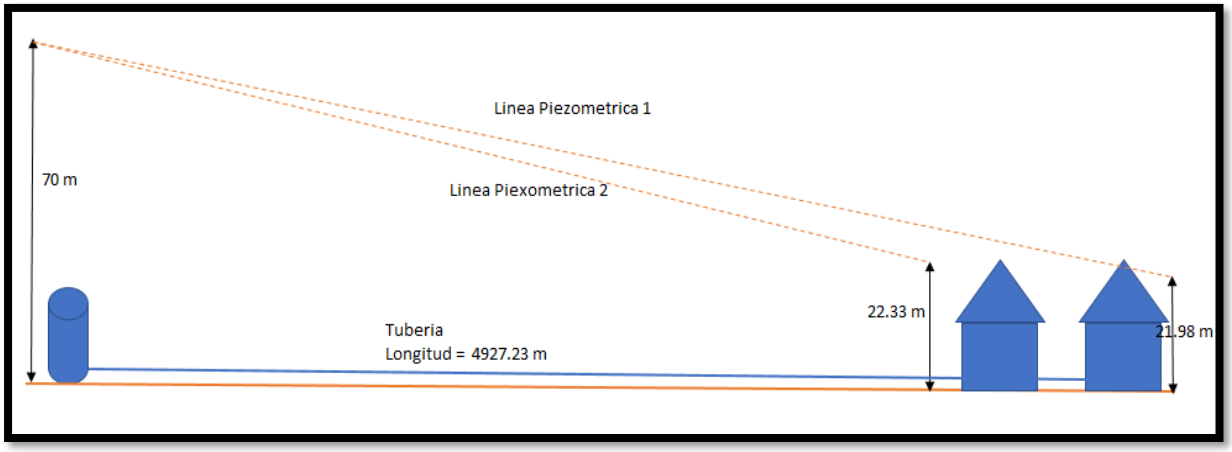


Figura 10. Sistema Completo. Modelado 2

Tabla 19. Datos Hidráulicos del Sistema. Nodos

Fuente: (EPANET)

ID Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (LPS)	Presión (m)
Resvr 1	70	N/A	0.00
Unión 1	10	0	59.98
Unión 2	9.19	0.39	52.83
Unión 3	8.93	0.39	45.96
Unión 4	8.82	0.39	39.73
Unión 5	5.56	0.39	37.39
Unión 6	9.72	0.39	28.52
Unión 7	9.11	0.39	24.88
Unión 8	9.15	0.39	21.19
Unión 9	9.81	0.39	17.45
Unión 10	9.18	0.39	15.67
Unión 11	9.03	0.77	14.77
Unión 12	8.25	0.77	14.9

Unión 13	7.81	0.21	15.24
Unión 14	6	0.77	16.99
Unión 15	8	0.77	14.96
Unión 16	7.83	0.16	15.13

Tabla 20. Datos Hidráulicos del Sistema. Tuberías

Fuente: (EPANET)

ID Conexión	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)
Tubería 0	1	90	-6.96	1.09
Tubería 1	500	90	6.96	1.09
Tubería 2	500	90	6.57	1.03
Tubería 3	500	90	6.18	0.97
Tubería 4	500	90	5.79	0.91
Tubería 5	480.1	90	5.4	0.85
Tubería 6	500	90	5.01	0.79
Tubería 7	500	90	4.62	0.73
Tubería 8	500	90	4.23	0.66
Tubería 9	467.86	90	3.84	0.6
Tubería 10	99.99	75	3.45	0.78
Tubería 11	100	75	2.68	0.61
Tubería 12	27.67	75	1.91	0.43
Tubería 13	97.92	75	0.77	0.17
Tubería 14	100	75	0.93	0.21
Tubería 15	21.25	75	0.16	0.04

De acuerdo con los resultados hidráulicos arrojados por el programa EPANET para el modelado uno, la implementación de un tanque elevado en el sistema no es viable esto se debe a que, la estructura debe tener una altura de 35 metros para un correcto funcionamiento del sistema representando un alto costo de construcción, además provoca que el agua alcance valores de presión atmosférica. En caso de que no se eleve el tanque los valores de presión y velocidad se encontrarían bajo el rango que establece la normativa generando problemas en el servicio. La presencia de un tanque en un sistema de abastecimiento de agua puede representar algunos riesgos como afectación a la calidad del agua a servir ya que se debe realizar limpieza, análisis y desinfección periódica, se debe tener en cuenta las condiciones del terreno para su implementación y evitar daños futuros poniendo en riesgo todo el sistema. Por otro lado los resultados hidráulicos obtenidos en el modelado dos demuestran un buen funcionamiento del sistema, ya que al comprobar los datos adquiridos en la simulación con lo establecido en la Normativa Ecuatoriana, estos se encuentran dentro

de los rangos, se evitó el uso de válvulas reductoras de presión, puesto que, representaban un encarecimiento del proyecto, además que provocaban un descenso en la presión del sistema obteniendo resultados que se encontraban por debajo de lo establecido.

3.4 Planos y Presupuestos del Sistema

3.4.1 Elaboración de planos

El sistema inicia en el punto de derivación de la línea Jama – Cojimíes y a partir de ahí recorre una longitud de 4927.23 metros como se indica en la figura 6, debido a la magnitud del proyecto se elaboraron doce planos (ver Anexo 3), diez de ellos contienen las diferentes partes del sistema en vista de perfil y en planta, el otro plano muestra solo la vista en planta y el último tiene gráficos de las conexiones domiciliarias, en cada dibujo se detallan los datos hidráulicos y coordenadas correspondientes.

3.4.2 Presupuesto

En la elaboración del presupuesto se tomó en cuenta materiales, transporte, equipos y mano de obra importantes para el funcionamiento e implementación del sistema en la comunidad Guadual, en base a los precios unitarios propuestos por la Cámara de Comercio de Quito.

Tabla 21. Presupuesto del Proyecto

1	PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA COMUNIDAD GUADUAL	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNID.	TOTAL
1.1	**DERIVACIÓN DE CAUDAL**				
1.1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	4.00	1.58	**6.32**
1.1.2	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ASFALTO (INC. DESALOJO)	m2	4.00	52.84	**211.36**
1.1.3	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m3	8.00	5.95	**47.60**
1.1.4	VALVULA COMPUERTA 12" (MAT/TRANS/INST)	u	2.00	1720.67	**3441.34**
1.1.5	CORTE TUBERIA ACERO EN CAMPO	m	1.00	16.06	**16.06**
1.1.6	CAJA DE VALVULA 12" (MAT/TRANS/INST)	u	2.00	34.43	**68.86**
1.1.7	CAJA DE REVISION 0.80x0.80 m (DE LADRILLO) TAPA H.A.	u	1.00	86.99	**86.99**
1.1.8	COLLAR DERIVACION 12X04" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)	u	1.00	5.1	**5.10**
1.1.9	TEE ACERO 04X12X12" (MAT/REC/TRANS/INST	u	1.00	367.25	**367.25**
1.1.10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO	m3	4.00	4.67	**18.68**
1.2	**DISTRIBUCIÓN COMUNIDAD GUADUAL**	**UNIDAD**	**CANT.**	**PRECIO UNID.**	**TOTAL**
1.2.1	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	4927.23	1.58	**7785.02**
1.2.2	REPLANTEO Y NIVELACION DE EJES (m)	m	4927.23	1.72	**8474.84**
1.2.3	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	m3	4927.23	3.19	**15717.86**
1.2.4	TUBERIA PVC U/E 0.80Mpa 075mm (MAT/TRANS/INST)	m	447.08	3.20	**1430.66**
1.2.5	TUBERIA PVC U/E 0.80Mpa 090mm (MAT/TRANS/INST)	m	4443.52	7.05	**31326.82**
1.2.6	VALVULA AIRE 03" (MAT/TRANS/INST)	u	5.00	1405.48	**7027.40**
1.2.7	VALVULA AIRE 04" (MAT/TRANS/INST)	u	9.00	1502.59	**13523.31**
1.2.8	VALVULA COMPUERTA 03" (MAT/TRANS/INST)	u	3.00	207.37	**622.11**
1.2.9	VALVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)	u	6.00	251.31	**1507.86**
1.2.10	RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)	m3	4927.23	4.67	**23010.16**
1.2.12	CODO ACERO 04">45 (MAT/REC/TRANS/INST)	u	4.00	80.1	**320.40**
1.2.13	TEE ACERO 03X03X04" (MAT/REC/TRANS/INST)	u	1.00	93.62	**93.62**
1.2.14	CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	23.00	27.23	**626.29**
1.2.15	CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 03" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)	u	50.00	3121.73	**156086.50**
1.2.16	CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 04" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)	u	10.00	3898.42	**38984.20**
				TOTAL	**310806.61**

Los procesos de elaboración de planos y presupuestos del sistema van de la mano, ya que, en base a cada plano se puede evaluar los materiales, equipo, transporte y mano de obra que se requerirán para implementar el sistema. Debido a la magnitud del proyecto se puede observar que los ítems más costosos son aquellos que se encuentran vinculados a la instalación y cotización de la tubería, así como también ocurre con las actividades de instalación y cotización de válvulas y todos sus complementos.

3.5 Manual de Uso y Mantenimiento

La operación que se debe llevar a cabo en el sistema de abastecimiento de agua potable es principalmente, el abrir y cerrar la válvula de derivación y las válvulas ubicadas a lo largo del sistema para garantizar su correcto funcionamiento.

El proceso de mantenimiento que se debe llevar a cabo en el sistema es de tipo preventivo, efectuando actividades como: Revisión de conexiones domiciliarias clandestinas, verificación de la presencia de fugas en todos los tramos de la red de abastecimiento y el lavado de tuberías. Estos temas se encuentran detallados a más profundidad en la memoria técnica que se entregará a la comunidad Guadual.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de agua realizado por la EPMAPA – PED, se puede concluir que la fuente de abastecimiento cumple con los límites máximos permisibles para que el agua reciba tratamiento convencional.
- Con base en la literatura se determinó el crecimiento poblacional siendo el método geométrico que mejor representa el crecimiento de la población tomando en cuenta sus características.
- La concesión de agua que las autoridades de la comunidad solicitarán al Ministerio del Ambiente y Agua está dada por el valor de caudal máximo horario establecido en el presente estudio.
- Con el diseño del modelado uno se demostró la inviabilidad de la instalación de un tanque de almacenamiento en el sistema, mientras que, con el diseño del modelado dos se presentó un buen funcionamiento que cumple con los valores establecidos en la Normativa Ecuatoriana.

- Los planos cuentan con vistas en planta y perfil con el fin de que sean fácilmente interpretados.
- La elaboración del presupuesto está basada en los precios unitarios establecidos por la Cámara de Comercio de Quito y de acuerdo a las medidas proporcionadas en los planos.
- No siempre es viable el uso de válvulas reductoras de presión, ya que, muchas veces basta con reducir el diámetro de la tubería y aprovechar la presión que ofrece el terreno.
- Es necesario implementar válvulas de aire y válvulas de desagüe en los puntos altos y bajos del terreno, respectivamente, puesto que, estos accesorios facilitan el mantenimiento del sistema de abastecimiento.
- Con los resultados expuestos en este proyecto la comunidad puede realizar la respectiva gestión para que el sistema sea implementado.
- Para mejor entendimiento y socialización del proyecto se entregó una memoria técnica a la directiva de la comunidad.

4.2 Recomendaciones

- En caso de que exista futuras conexiones domiciliarias en el sistema, se debe considerar que los valores estimados en el diseño del presente proyecto para datos hidráulicos como caudal, presión y velocidad en la red podrían reducirse cambiando sus características.
- Es importante dar a conocer a los moradores que, el agua que se provee a través de este sistema es netamente para uso doméstico y no para uso industrial.
- Se debe realizar un mantenimiento periódico del sistema para evitar roturas y problemas de infiltración de agua salada al sistema y esto afecte su funcionamiento.
- Debido a la circulación de transporte pesado en la zona, es recomendable colocar protección adicional a la tubería, ya que, el terreno no es completamente estable y esto puede provocar la rotura de tuberías por cargas vivas.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC, A. (22 de Octubre de 2004). *ABC Color*. Obtenido de https://www.abc.com.py/articulos/el-agua-y-su-implicancia-etica-790927.html?fbclid=IwAR0MtzuCq8LebFs9Bso3xxBbpTDZ5CRZHc7IvTNRMgvSqtkQ1tybTHt9fHg

Agüero, R. (2004). *VirtualPro*. Obtenido de https://www.virtualpro.co/biblioteca/guia-para-el-diseno-y-la-construccion-de-captacion-de-manantiales

Arístegui. (18 de Abril de 2016). *Arístegui Maquinarias*. Obtenido de https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/

Buckalew, J., James, M., Scott, L., & Reed, P. (Septiembre de 1998). *Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos.* Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6077/1/Ecuador%20%20WRA%20Spanish.pdf

CONAGUA. (02 de Enero de 2019). *Gobierno de México.* Obtenido de https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf

Estrada, N. (15 de Junio de 2017). *SlideShare.* Obtenido de https://es.slideshare.net/NICOLASISRAELESTRADA/diferentes-clases-de-tuberas-tipos-usos-y-su-normativa

Galárraga, R. (26 de Marzo de 2004). *Naciones Unidas CEPAL*. Obtenido de https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23346/InEc00100.23346.pdf

Gesellschaft, D. (Julio de 2009). *Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia.* Obtenido de http://www.aguasimple.org.mx/revistav3/images/stories/pdf/ENFERMEDADES%20HIDRICAS,%20REFERENCIA%20CON%20PERMISO.pdf

Gur, E., & Spuhler, D. (02 de Diciembre de 2018). *Toolbox*. Obtenido de https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria#:~:text=La%20red%20de%20distribuci%C3%B3n%20es,forma%20de%20una%20toma%20comunitaria

Ingeniería Rural. (1 de Mayo de 2018). Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema8.PDF

Instituto Ecuatoriano de Normalización . (01 de 2014). Obtenido de http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf

Jiménez, S. (07 de Julio de 2017). *Hidraulica Facil .* Obtenido de https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html

Lucas, L., & Carreño, Á. (Noviembre de 2018).

Medrano, M. (Marzo de 2011). *Universidad de San Carlos de Guatemala.* Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3231_C.pdf

ONU. (1977). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm?fbclid=IwAR2l-p_qHqMUGTujim4WmuKERsJwvGa8kK-X5uOC9ecQDyCyBlvDbVzE81A

Orellana, J. (2005). *Ingenieria Sanitaria UTN-FRRO.* Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_05_Abastecimiento_de_Agua_Potable.pdf

Pérez, L. (03 de Diciembre de 2018). *SSWM.* Obtenido de https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad

Torres Patricia, C. C. (05 de 10 de 2009). *Revista Ingenierias Universidad de Medellin .* Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf

Valdez, E. (Noviembre de 1990). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de www.ptolomeo.unam.mx

ANEXOS

ANEXO 1: NORMATIVA DE DISEÑO

Tabla 22. Vida Útil

Fuente: (SENAGUA & IEOS, 2014)

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 – 100
Obras de captación	25 – 50
Pozos	10 – 25
Conducciones de hierro dúctil	40 – 50
Conducciones de asbesto, cemento o PVC	20 – 30
Planta de Tratamiento	30 – 40
Tanques de almacenamiento	30 – 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 – 50
De asbesto, cemento o PVC	20 – 25
Otros materiales	Variables de acuerdo a especificaciones del fabricante.

Tabla 23. Periodo de Diseño

Fuente: (CONAGUA, 2019)

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
Fuente:	
Pozo	10 – 20
Embalse (Presa)	Hasta 50 años
Línea de Conducción	20 – 30
Planta Potabilizadora	10 – 20
Estación de Bombeo	10 – 20
Tanque	10 – 20
Distribución Primaria	10 – 20
Distribución Secundaria	Está en función de la saturación.

Tabla 24. Dotación

Fuente: (SENAGUA & IEOS, 2014)

POBLACIÓN (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

CUADRO 5.2
COEFICIENTES DE RUGOSIDADA BSOLUTA - FÓRMULA DE DARCY-WEISBACH

Clase de tubería y revestimiento interno	COEFICIENTE K_S (mm)	
	Factibilidad líneas expresas (1)	Diseño detallado líneas expresas (2)
PVC	0.120	0.060
Polietileno de alta densidad	0.120	0.060
GRP (Fibra de vidrio)	0.120	0.060
Acero con revestimiento interno de coal-tar, enamel o epoxi	0.120	0.060
CCP (Concrete cylinder pipe)	0.240	0.120
Hierro dúctil y acero con revestimiento interno en mortero de cemento	0.240	0.120

Referencia: Norma RAS-2000, Título B. República de Colombia.

Notas:

(1) En los estudios de factibilidad, las rugosidades propuestas incluyen provisión para las pérdidas locales y en consecuencia no se incluyen por separado.

(2) En los diseños definitivos, las rugosidades consideradas son para el cálculo de pérdidas por fricción únicamente. Las pérdidas locales se calculan separadamente.

Polietileno: Corresponde a polietileno de alta densidad, que es el único aceptado en sistemas de agua potable a presión

GRP: Glass Reinforced Pipe, Tubería de Fibra de vidrio

CCP: (Concrete Cylinder Pipe). Tubería de concreto con cilindro de acero.

Figura 11. Coeficiente de rugosidad. Darcy Weisbach

ANEXO 2: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL SOFTWARE EPANET

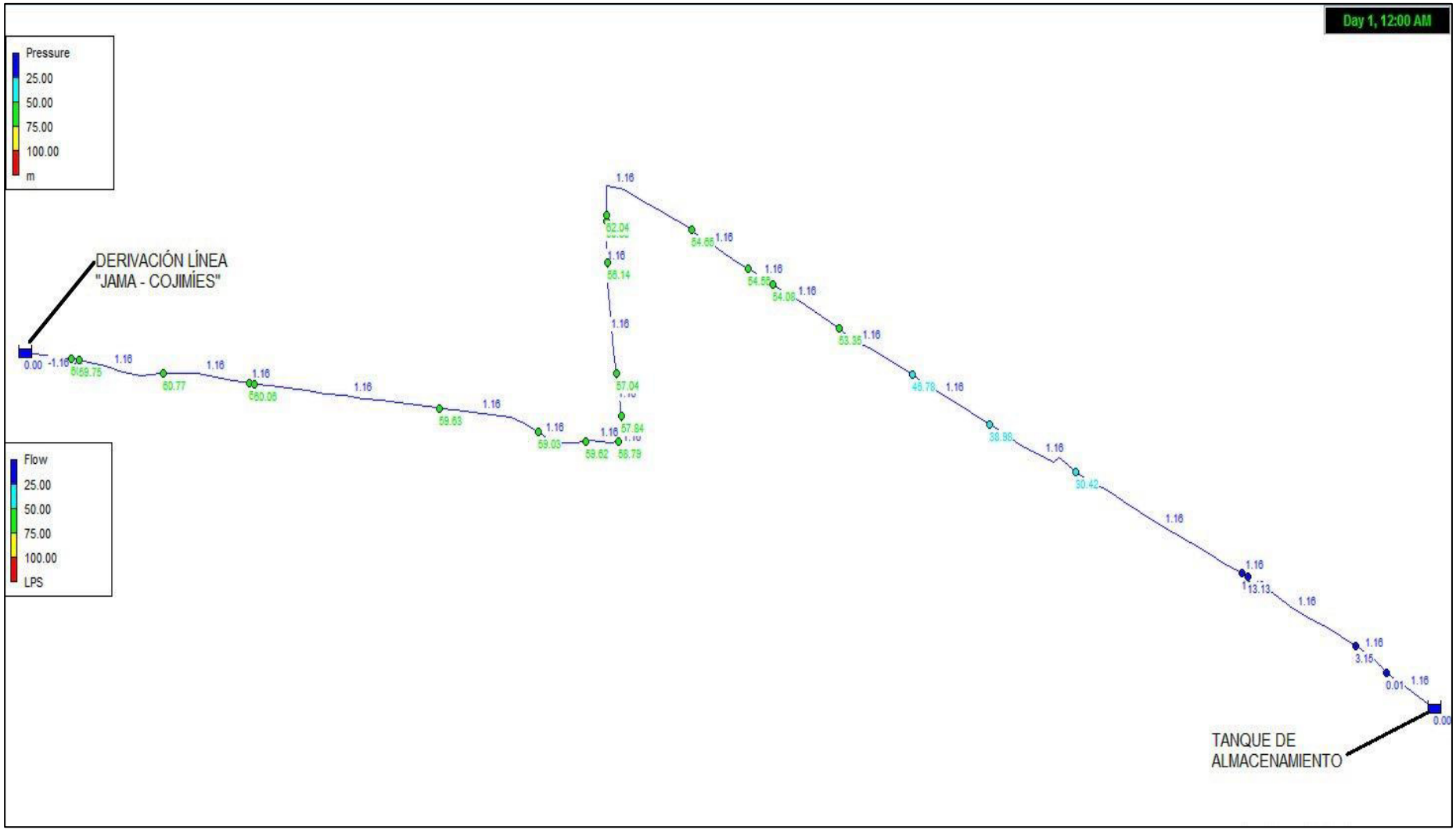


Figura 12. Modelado 1. Conducción

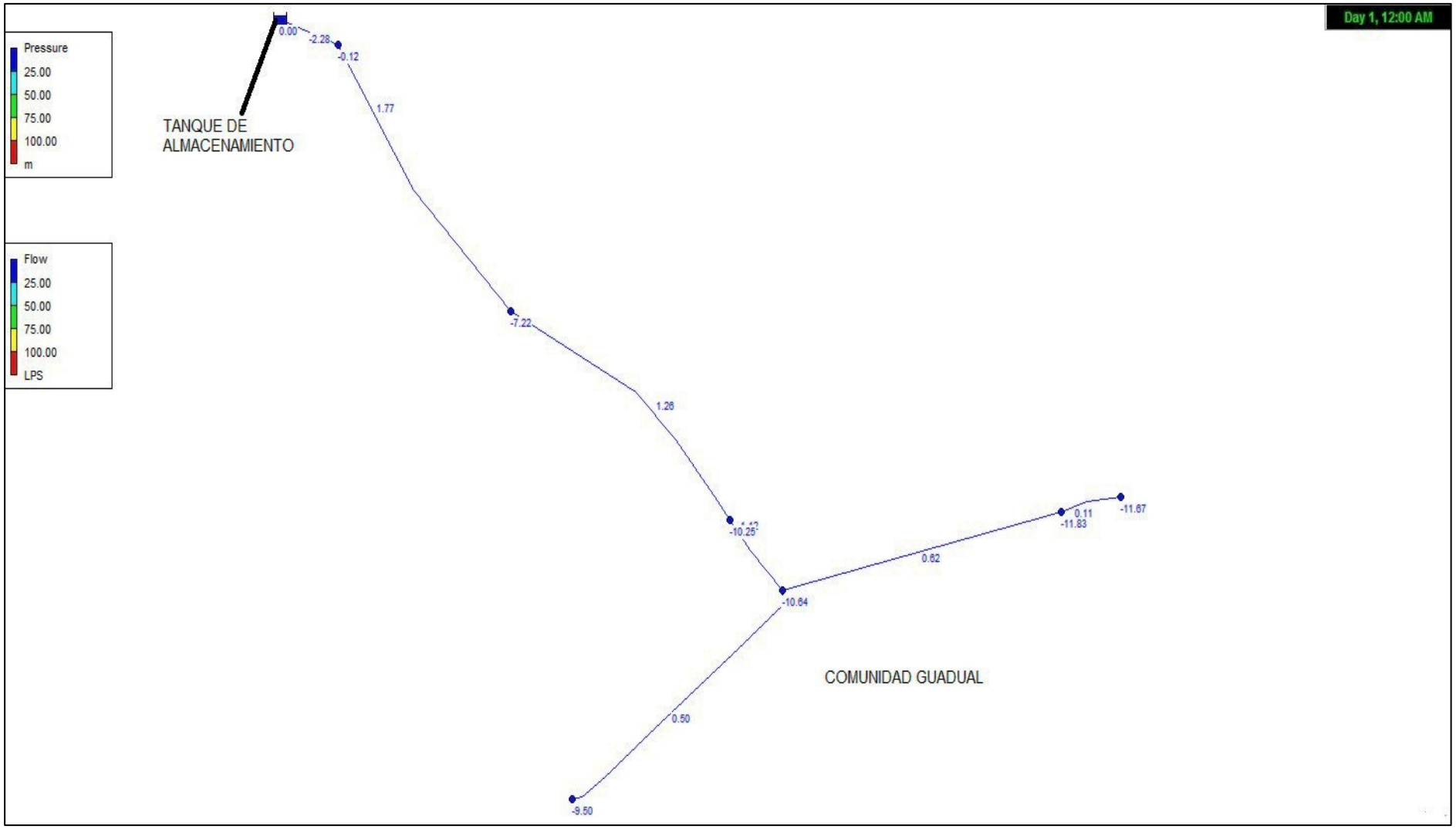


Figura 13. Modelado 1. Distribución

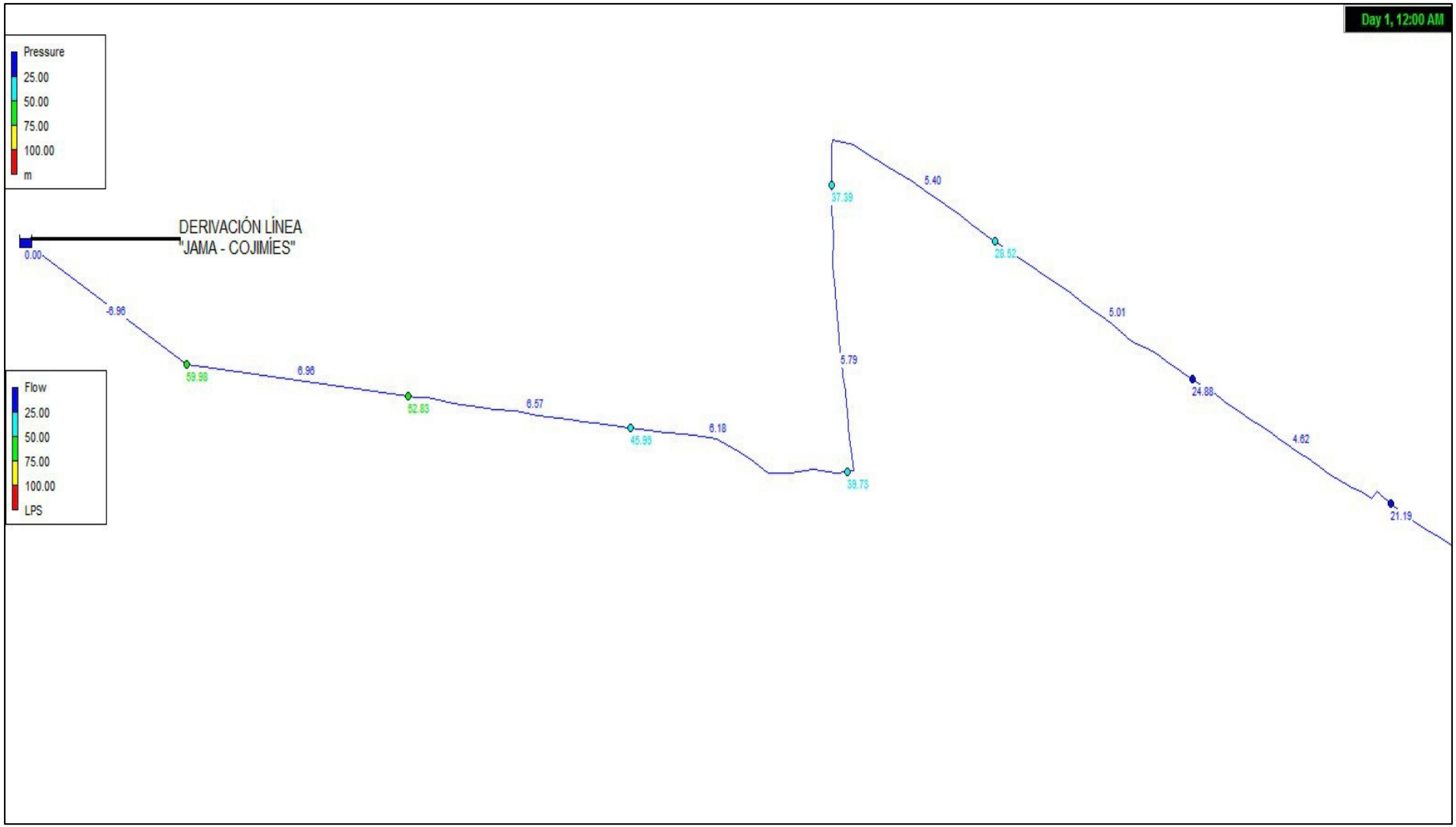


Figura 14. Modelado 2. Parte I

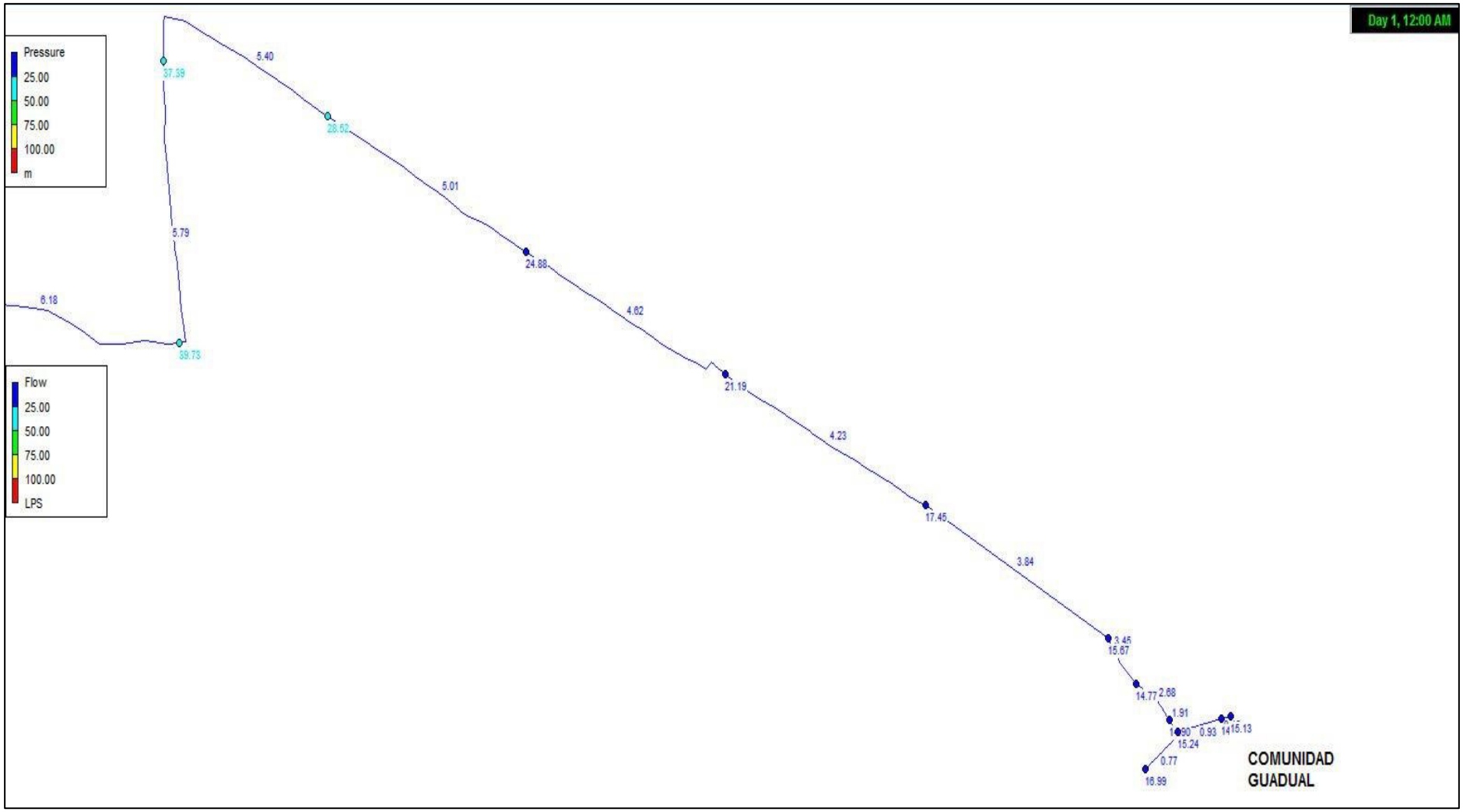
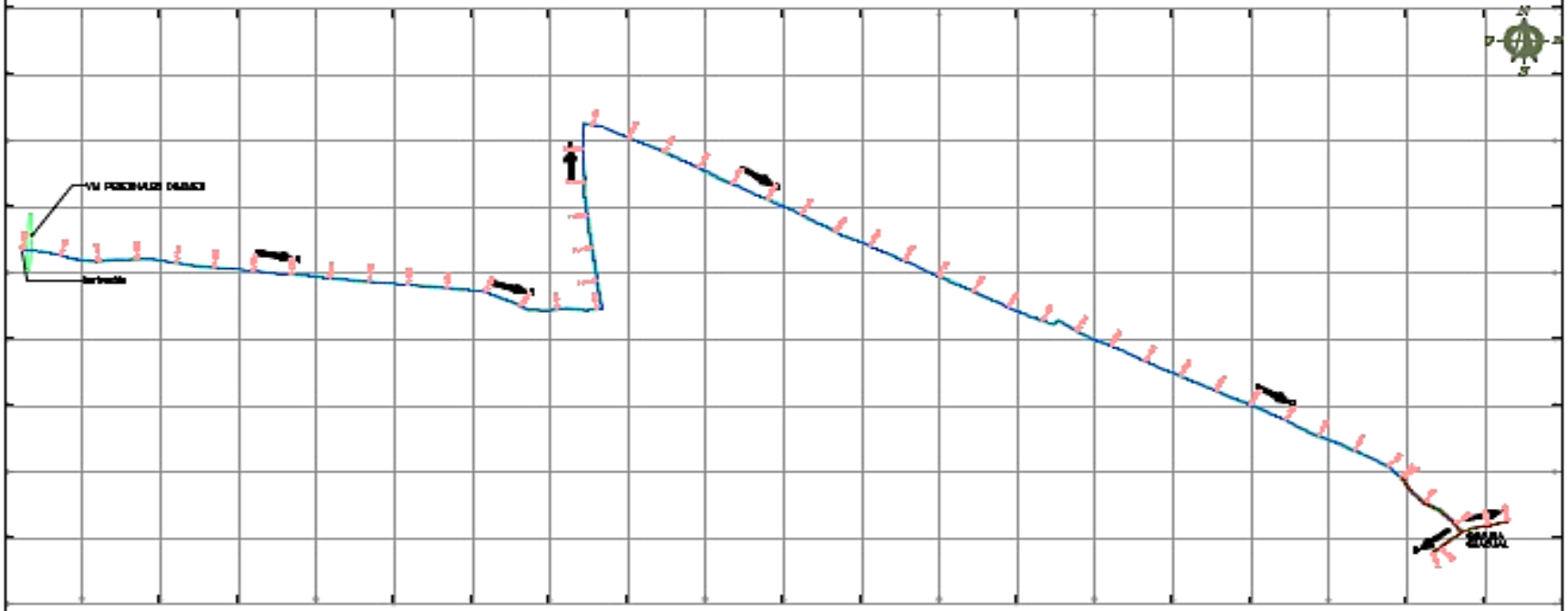


Figura 15. Modelado 2. Parte II

ANEXO 3: PLANOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL



CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

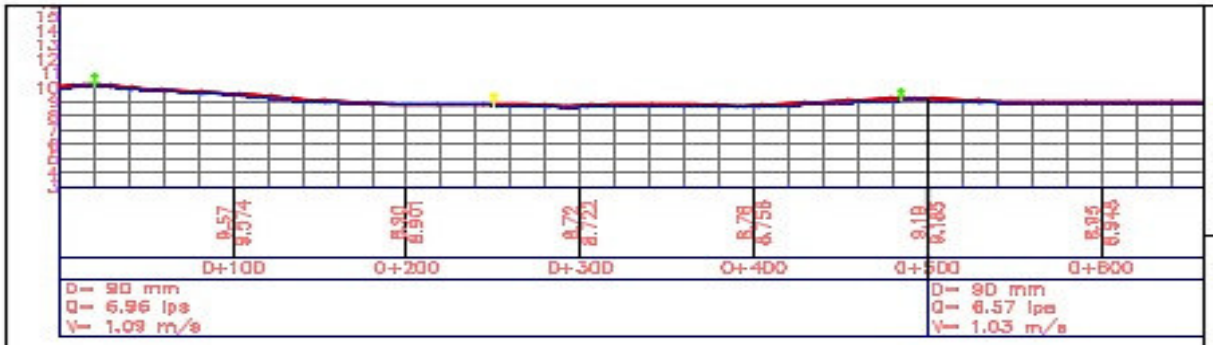
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=63LPS	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

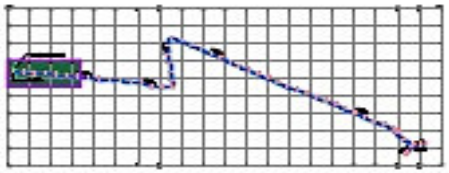
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

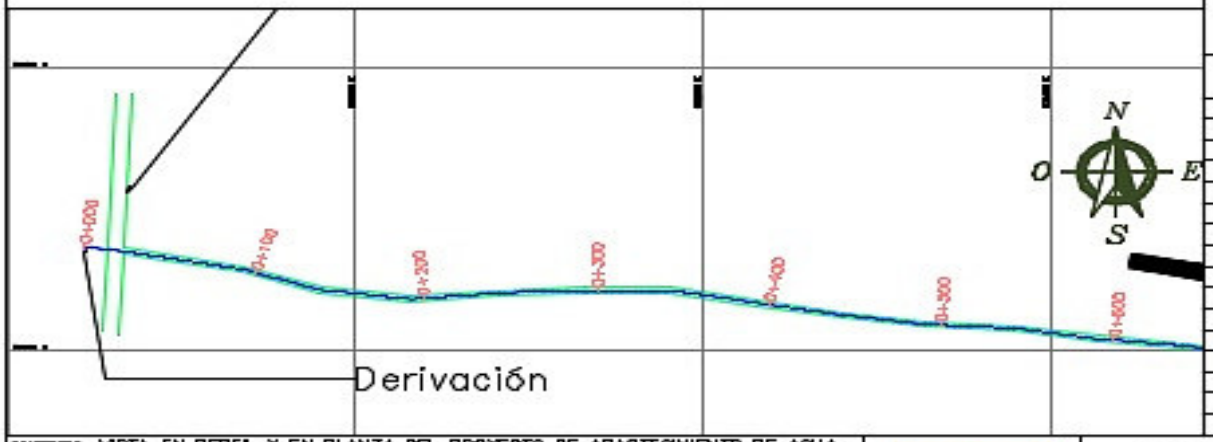
TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
25/Julio/2021	1:1000	1/1







VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.38
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.88
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3845.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

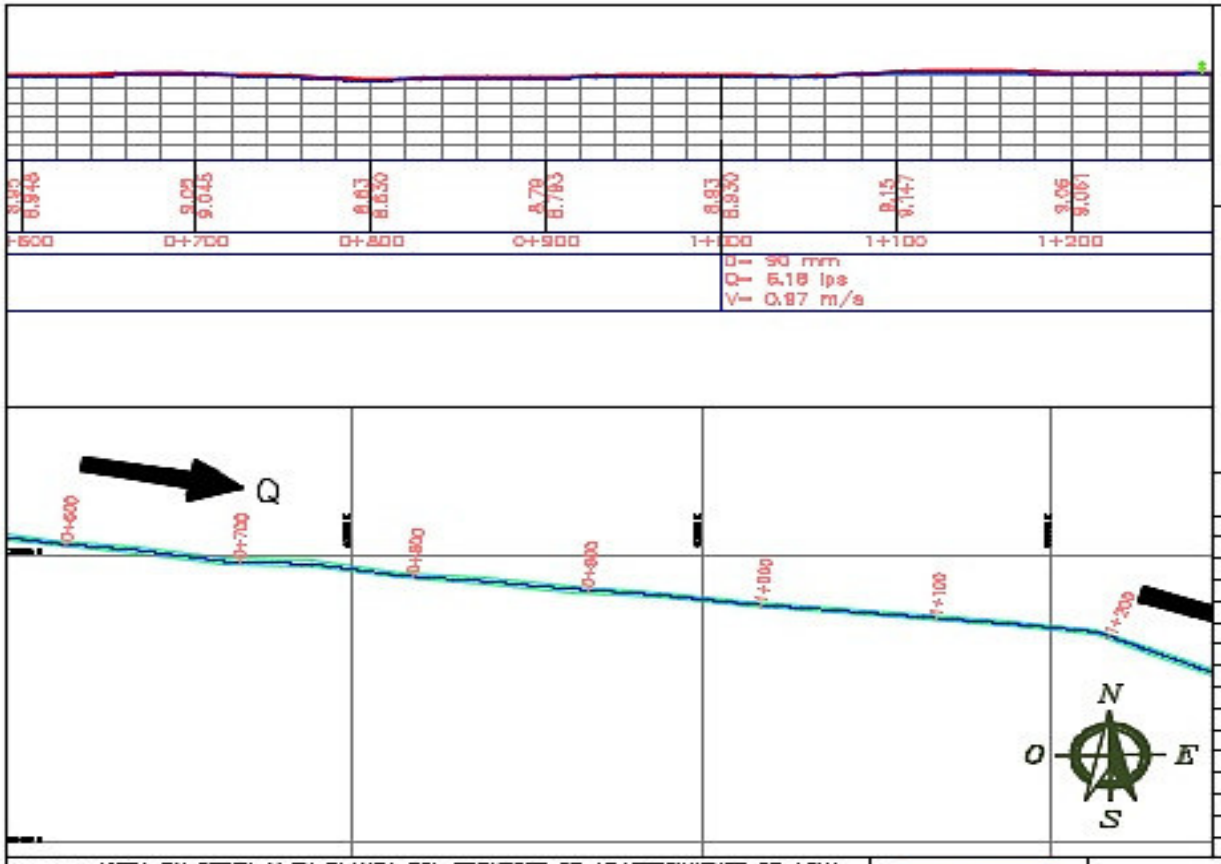
DATOS HIDRÁULICOS	
Caudal=63LPS	Válvula de Aire
	Válvula de Purga
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm

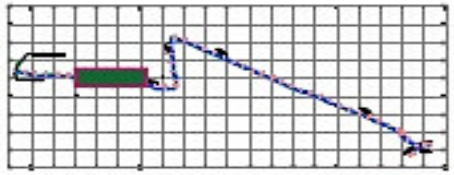
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 1/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.38
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1810.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	8.97
V. de Aire	2775.00	8.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

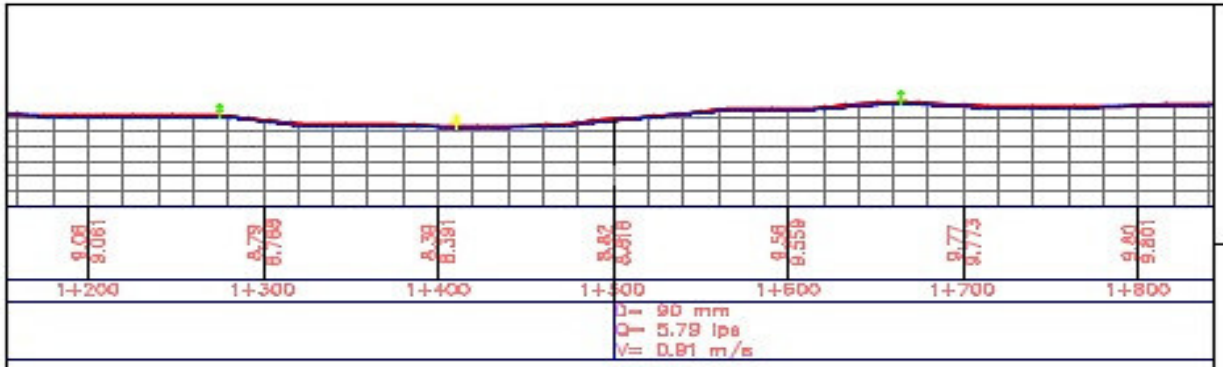
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=63LPS	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

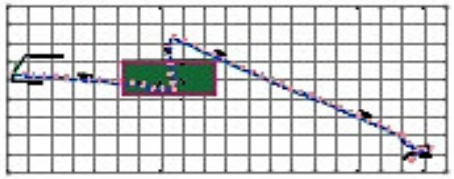
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

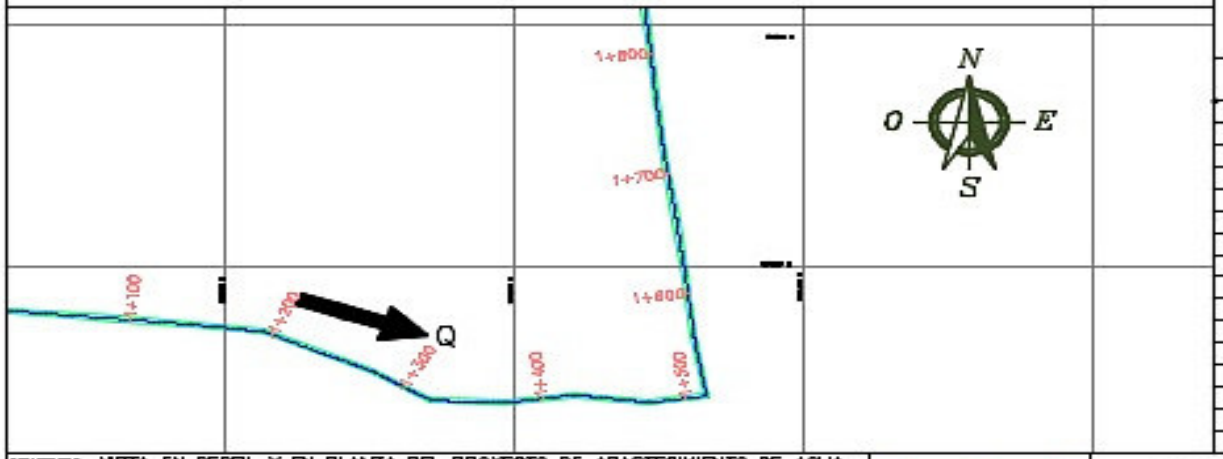
TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 2/10







VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.67
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.38
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

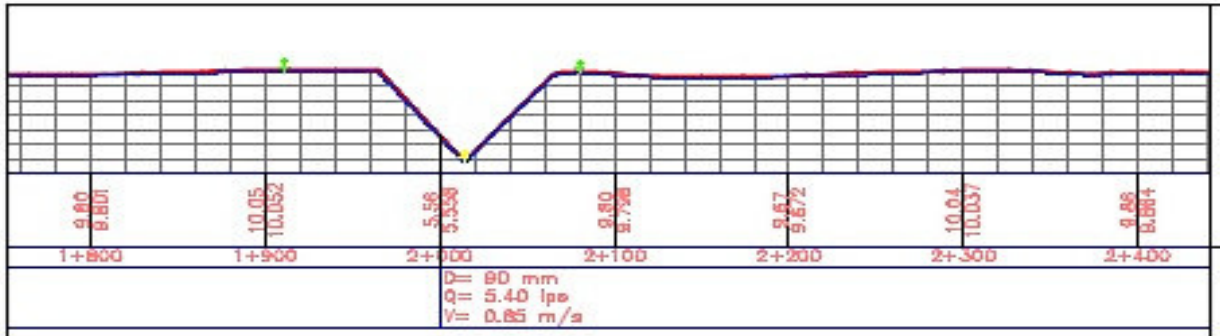
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=63LPS	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

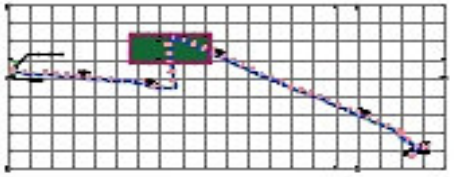
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

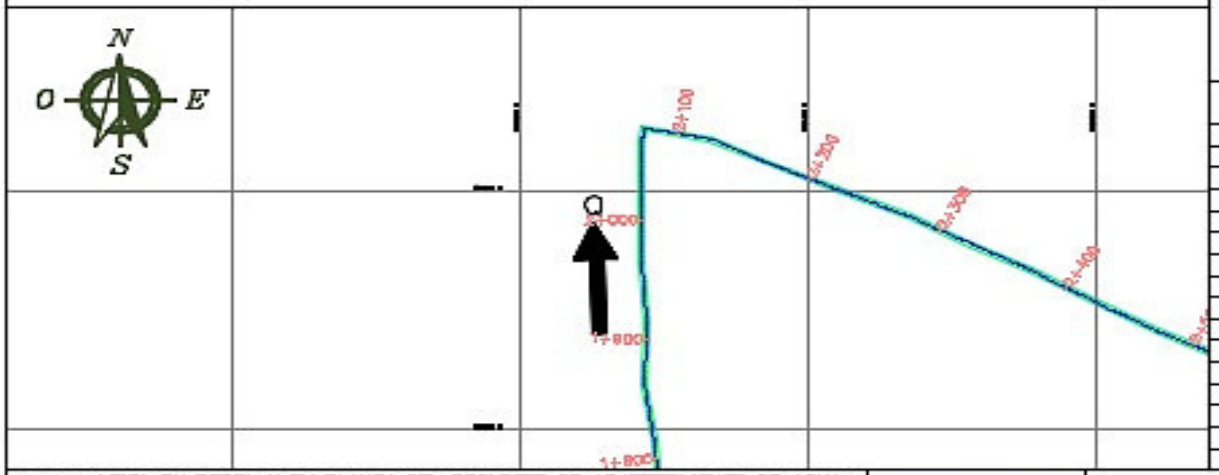
TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500/1:3000 | LÁMINA: 3/10







VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.35
V. de Aire	1685.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.69
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

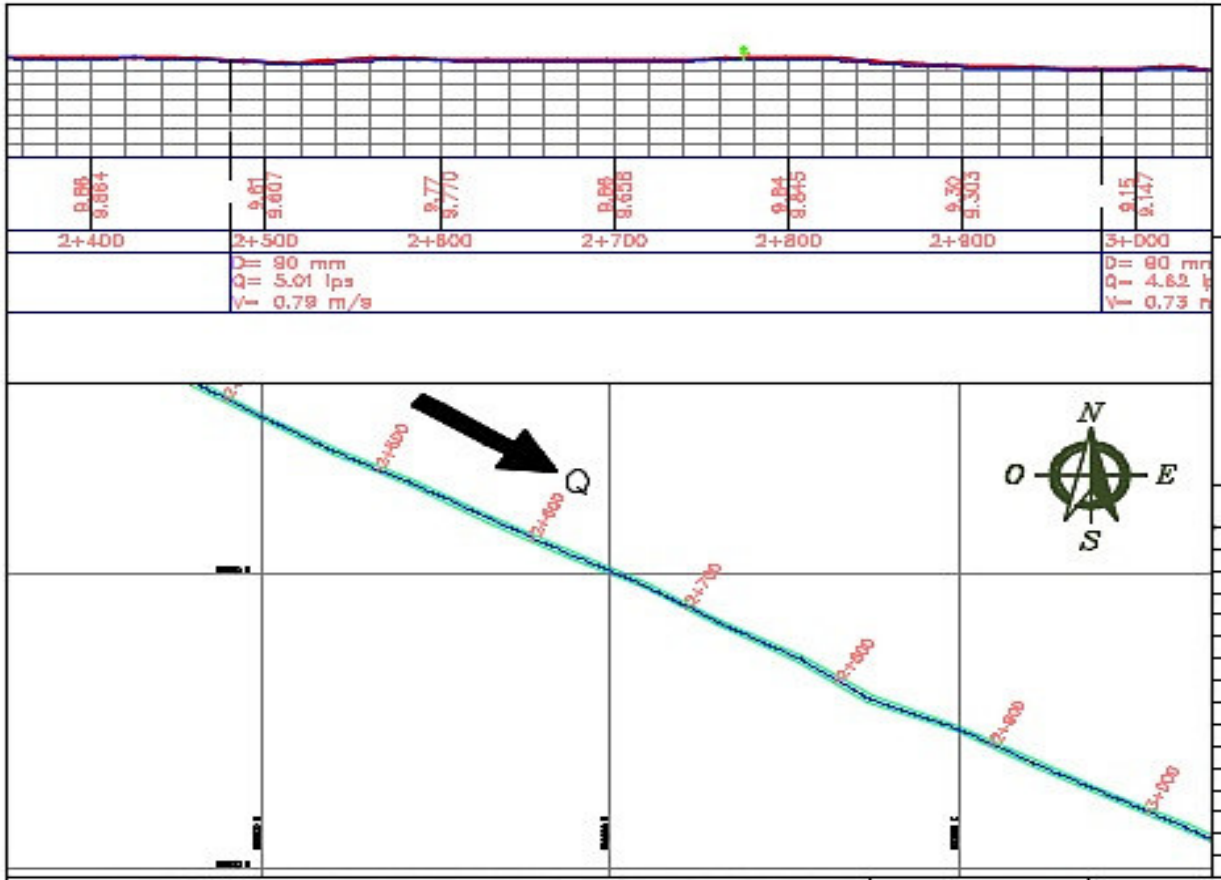
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=63LPS	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

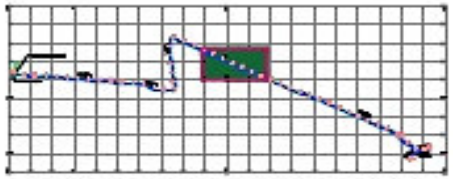
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500/1:3000 | LÁMINA: 4/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.36
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.09
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

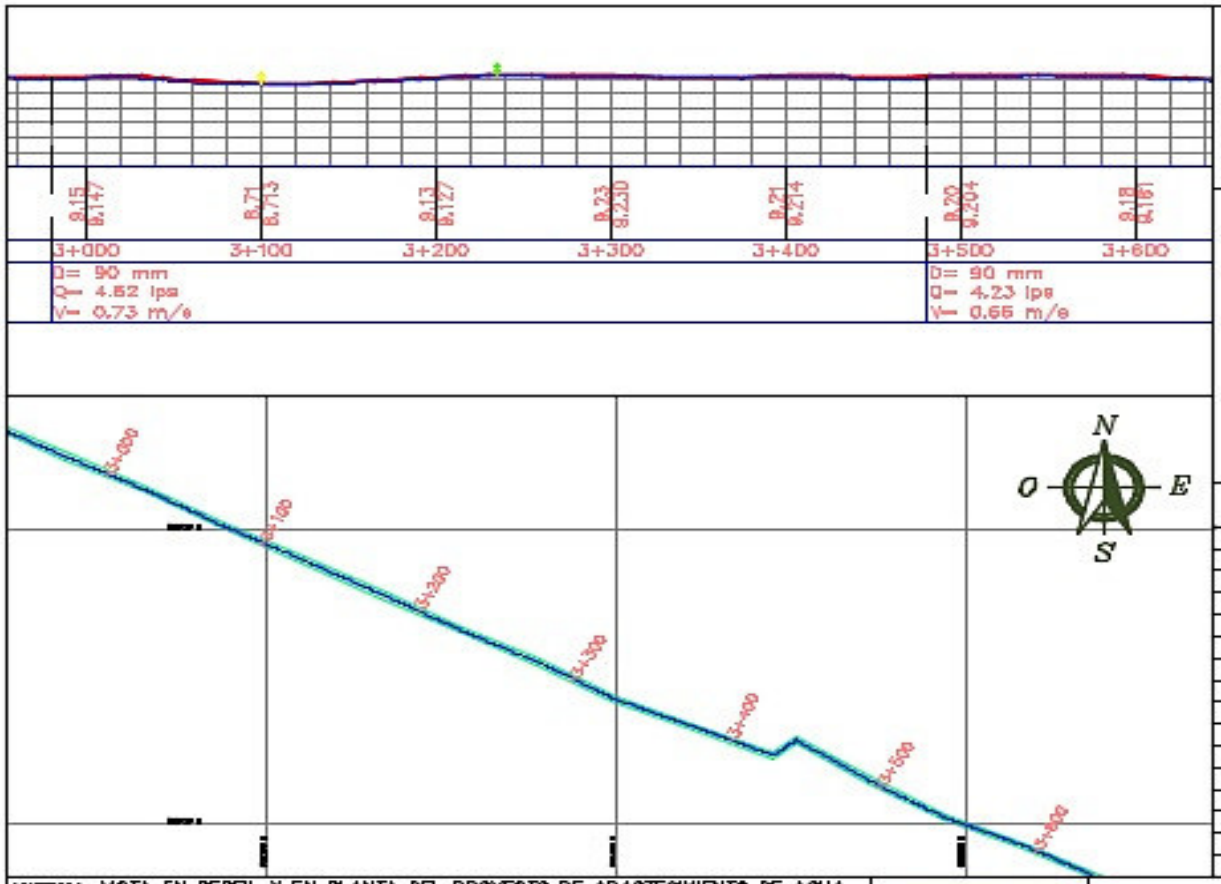
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire
Caudal=63LPS	Válvula de Purga
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm

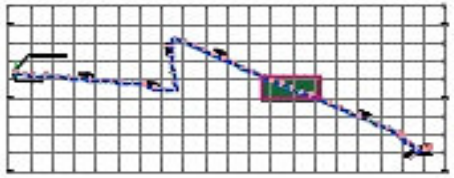
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: día/Mes/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 5/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.36
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3845.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4180.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

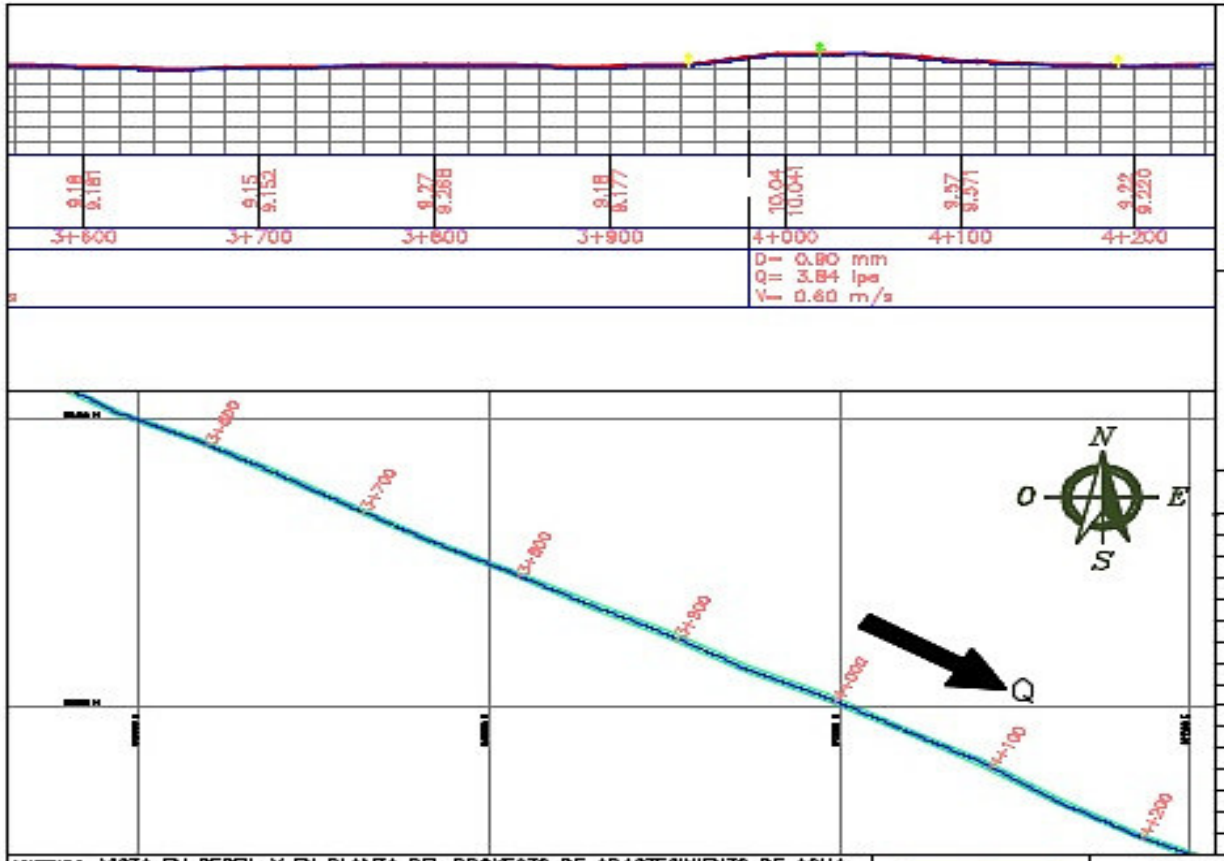
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire
Caudal=6.3Lps	Válvula de Purga
Diametro=315mm	Tubería de 90 mm
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm

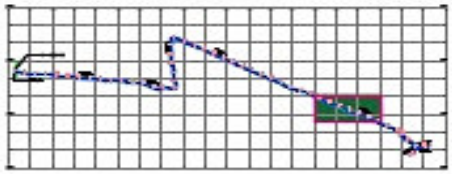
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 6/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.38
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

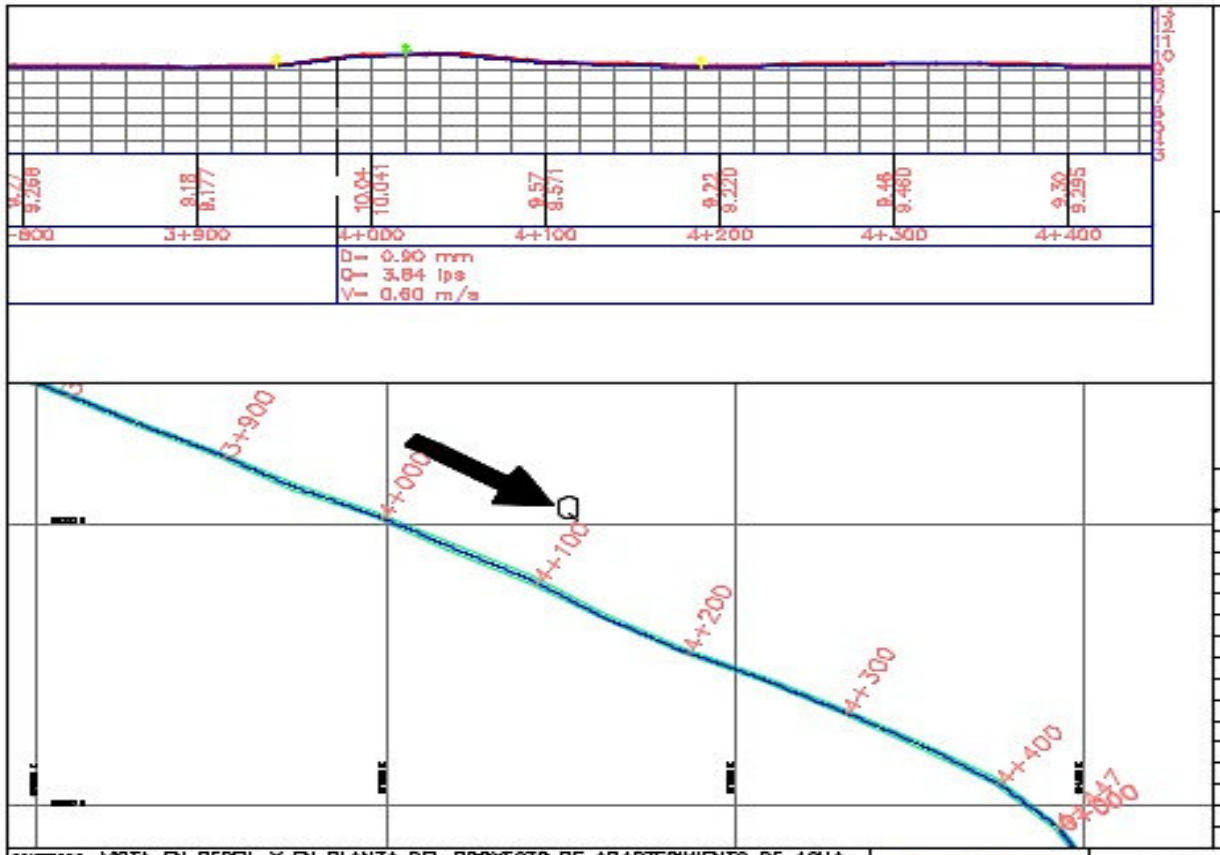
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire
Caudal=63LPS	Válvula de Purga
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm

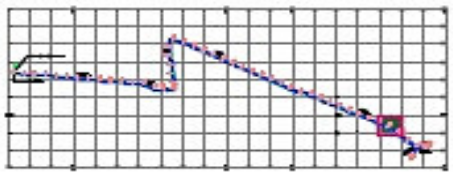
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 7/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	20.00	10.22
V. de Purga	250.00	8.87
V. de Aire	485.00	9.19
V. de Aire	1275.00	9.14
V. de Purga	1410.00	8.36
V. de Aire	1665.00	10.00
V. de Aire	1910.00	10.08
V. de Purga	2013.87	3.82
V. de Aire	2080.00	9.97
V. de Aire	2775.00	9.89
V. de Purga	3100.00	8.71
V. de Aire	3235.00	9.32
V. de Purga	3945.00	9.30
V. de Aire	4020.00	10.08
V. de Purga	4190.00	9.23

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

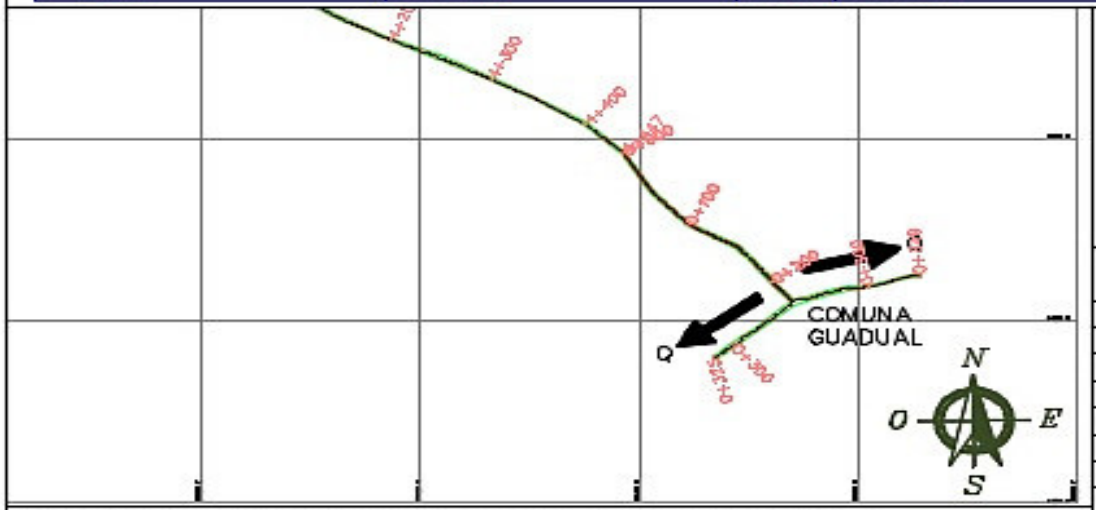
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=63LPS	Válvula de Purga	
Diametro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

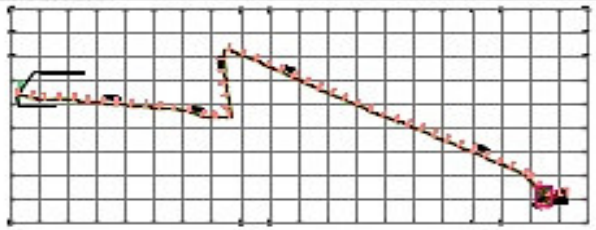
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:2500 | LÁMINA: 8/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	150.00	8.73
V. de Purga	170.00	8.18
V. de Aire	193.06	8.39
V. de Purga	227.90	7.81
V. de Aire	235.63	8.08
V. de Purga	245.00	7.85
V. de Aire	310.00	8.08

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

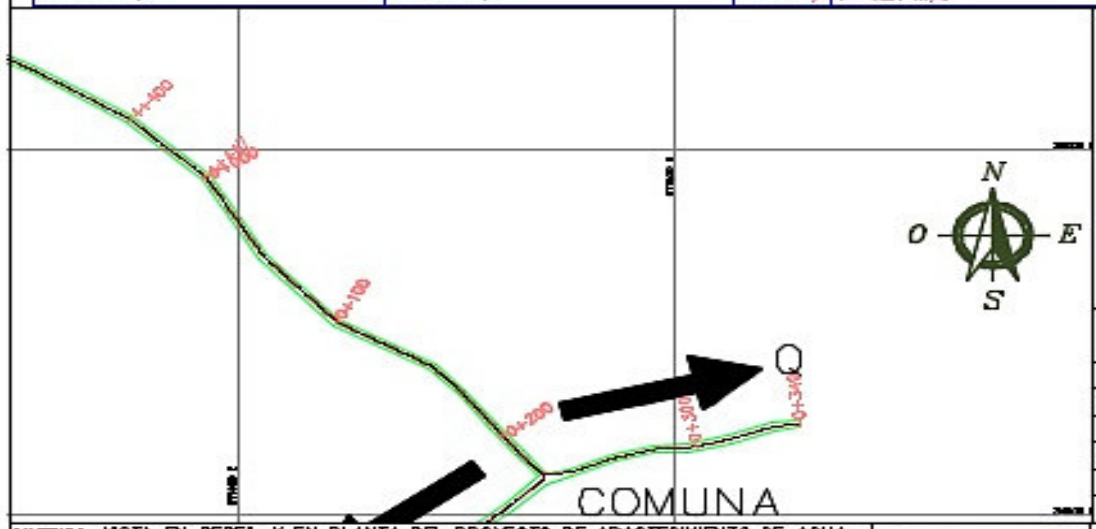
DATOS HIDRÁULICOS		
Caudal=63LPS	Válvula de Aire	
	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

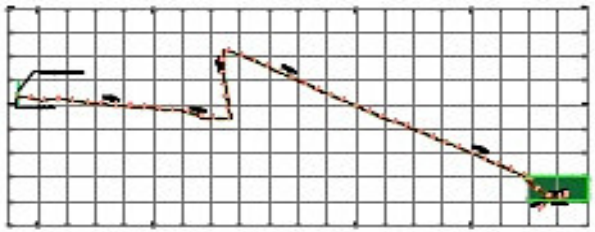
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:1250 / 1:4000 | LÁMINA: 9/10





VÁLVULAS

TIPO	ABSCISA (m)	COTA (m)
V. de Aire	150.00	8.73
V. de Purga	170.00	8.18
V. de Aire	193.06	8.39
V. de Purga	227.90	7.81
V. de Aire	280.00	8.19

CONTENIDO: VISTA EN PERFIL Y EN PLANTA DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD GUADUAL

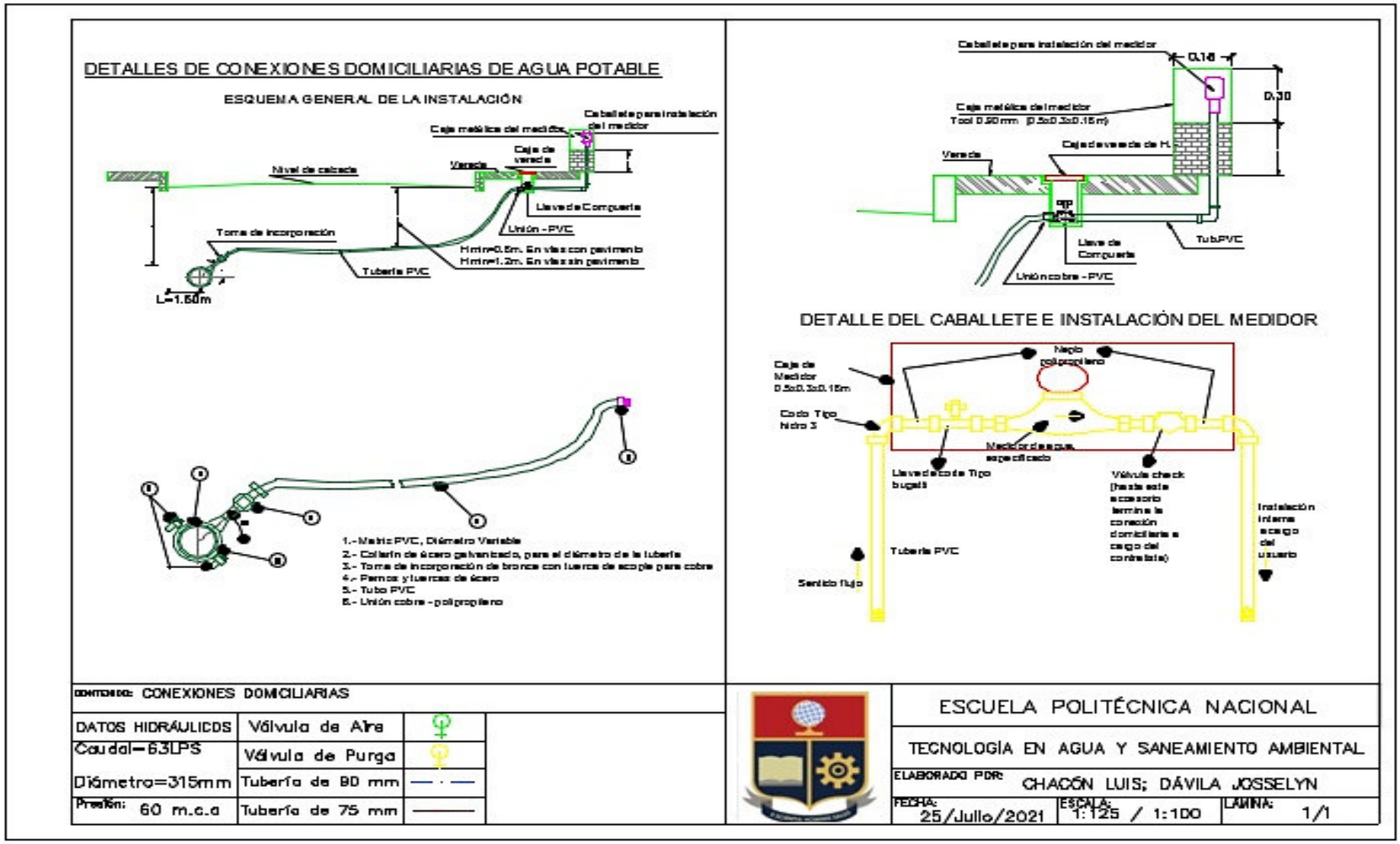
DATOS HIDRÁULICOS	Válvula de Aire	
Caudal=83LPS	Válvula de Purga	
Diámetro=315mm	Tubería de 90 mm	
Presión: 60 m.c.a	Tubería de 75 mm	

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN

FECHA: 25/Julio/2021 | ESCALA: 1:1250/1:2000 | LÁMINA: 10/10


DETALLES DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE
ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN
Caballete para instalación del medidor
Caja metálica del medidor
Caja de vereda
Vereda
Nivel de calzada
Llave de Compuerta
Unión - PVC
Toma de incorporación
Tubería PVC
L=1.60m
Caballete para instalación del medidor
0.18
0.30
Caja metálica del medidor
Vereda
Llave de Compuerta
Tub.PVC
Unión cobre - PVC
DETALLE DEL CABALLETE E INSTALACIÓN DEL MEDIDOR
Caja de Medidor
Niple polipropileno
Codo Tipo hidro 3
Medidor de agua especificado
Llave de Corte Tipo bugalú
Válvula check
Instalación interna a cargo del usuario
Tubería PVC
Sentido flujo
1.- Matriz PVC, Diámetro Variable
2.- Collarín de acero galvanizado, para el diámetro de la tubería
3.- Toma de incorporación de bronce con tuerca de acople para cobre
4.- Pernos y tuercas de acero
5.- Tubo PVC
6.- Unión cobre - polipropileno
CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARIAS
DATOS HIDRÁULICOS
Caudal=63LPS
Diámetro=315mm
Presión: 60 m.c.a
Válvula de Aire
Válvula de Purga
Tubería de 90 mm
Tubería de 75 mm
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL
ELABORADO POR: CHACÓN LUIS; DÁVILA JOSSELYN
FECHA: 25/Julio/2021
ESCALA: 1:125 / 1:100
LÁMINA: 1/1