

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO EN LAS COMUNIDADES EL CHURO Y EL AGUACATE EN COJIMÍES- MANABÍ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGAS (SUPERIOR) EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**KATHERINE ELIZABETH CISNEROS REINOSO**

katherine.cisneros@epn.edu.ec

**LEYDY FERNANDA MOLINA MOLINA**

leydy.molina@epn.edu.ec

**DIRECTOR(A): ING. EDUARDO MAURICIO VÁSQUEZ FALCONES MSC.**

eduardo.vasquez@epn.edu.ec

**CODIRECTOR(A): ING. PATRICIA LORENA HARO RUIZ MSC. PhD**

patricia.haro@epn.edu.ec

**Quito, enero 2022.**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por las Srtas. Cisneros Reinoso Katherine Elizabeth y Molina Molina Leydy Fernanda como requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogas en Agua y Saneamiento Ambiental, bajo nuestra supervisión:

---

**Ing. Eduardo Vásquez Msc.**

DIRECTOR DEL PROYECTO

---

**Ing. Patricia Haro Msc. PhD**

CODIRECTOR DEL PROYECTO

## DECLARACIÓN

Nosotros Katherine Elizabeth Cisneros Reinoso con CI: 1718529868 y Leydy Fernanda Molina Molina con CI: 1723213128 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 perjuicio 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 otorgo/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.



**Katherine Elizabeth Cisneros Reinoso**



**Leydy Fernanda Molina Molina**

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado, fue mi pilar y ayuda idónea en todo momento, su guía, cuidado y amor han sido parte fundamental en este camino, no olvidaré aquellas noches de agotamiento y cansancio, ella jamás se negó a brindarme su ayuda aun cuando sus ojitos ya se dormían siempre se quedaba conmigo a estudiar, eres y serás mi mayor inspiración y mi más grande admiración. Por todo esto te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia, sacrificio y dedicación madre mía, te amo. Este logro también es tuyo.

A mi pequeña hermana, por su cariño y por siempre estar para mí, con sus risas, locuras y palabritas hermosas diciéndome que no desmaye y que siga adelante.

A mi chiquita, mi abuelita Carmen, quien con su dulzura me recordaba que era la niña de sus ojos, la cual lograría grandes cosas, siempre pendiente de mí a pesar de la distancia, tu niña lo logró.

*Katherine*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su inmensa misericordia, amor y ternura me ha guiado en este proceso de aprendizaje.

Agradecida totalmente con mis Padres: Guadalupe y JuanCarlos, por sus consejos, enseñanzas, valores y apoyo incondicional.

Mi profundo agradecimiento a La Escuela Politécnica Nacional, casa de estudio que me permitió crecer académicamente y tener una educación de excelencia.

A mis profesores quienes con su gran profesionalismo y calidad me han sabido transmitir y enseñar conocimiento a lo largo de mi preparación como profesional.

A mis amigos que son mi segunda familia, a través de sus ocurrencias me llenaban de ánimos, en días de total desaliento.

*Katherine*

## DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida es un honor haber estudiado en la prestigiosa Escuela Politécnica Nacional, definitivamente estuvo llena de retos, de alegrías y en cada una de ella hubo una gran enseñanza y excelentes personas que pretendo dedicar este trabajo de titulación.

A Dios por brindarme salud y sabiduría para seguir siempre a pesar de cada dificultad en mi camino.

A mi padre Ernesto Molina que recorrió todo el Ecuador por lo menos cuatro veces durante toda su vida con tal de ver a sus hijos profesionales, pero te fuiste antes papito, te dedico un logro más y te aseguro no será el último.

A mi madre Sonia Molina que siempre busco la manera de darme lo que necesité para seguir, quien me dio ánimos cuando quise rendirme gracias mamita tú también eres parte de este logro.

A mis hermanos porque siempre han estado conmigo en cada desvelada han sido quienes me han preparado comida, me han abrazado cuando no podía más, gracias mis pequeños Michael, Heydy y Ernesto.

A la más pequeña integrante de la familia Korita que ha sido quien nos acompañado y nos ha sacado más de una sonrisa durante mi perdida más grande que ha sido mi padre.

A mi coach Daysi Ola que ayudo a que el equipo de cheerleader se de en la Escuela Politécnica Nacional, un deporte el cual siempre asido una de mis grandes pasiones y distracciones a lo largo de mi carrera.

A mi amiga Amby que me colaboro en mi tesis como si fuera mi compañera.

*Lady*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas necesarias para poder culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres que han sido el motor fundamental de mi carrera y proyectos que he realizado con éxito, a su apoyo incondicional hacia mí nunca han faltado y recíprocamente yo he podido darles esta alegría tan grande que también es sinónimo de orgullo para ellos, en los altos y bajos de la vida personal y universitaria me han apoyado en lo que he necesitado.

A mis ingenieros por cada consejo y enseñanza ha sido muy fundamental en mi formación como estudiante ya que sus exigencias nunca fueron para mal, más bien han sido de mucha ayuda para poder seguirme superando y preparándome para una vida laboral.

A las personas quienes me han apoyado en este proceso, a Michael que ha sido una persona que ha estado en los últimos pasos de mi vida estudiantil dándome ánimos para no rendirme, brindándome todo el amor y comprensión gracias mi bonito por llegar a mi vida y darme tantos ánimos en cada pasito y a su familia que me dio la apertura de terminar mi tesis en su hogar.

*Lady*

# CONTENIDO

CERTIFICACIONES .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VII
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
1 Descripción del componente desarrollado .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3 ALCANCE .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4 MARCO TEÓRICO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2 Metodología .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3 DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.4 VISITA TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	¡ERROR!
<b>MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
2.5 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.6 CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.7 DOTACIÓN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.8 DOTACIÓN TOTAL .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.9 TRAZADO DE RED DE CHURO Y AGUACATE .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.10 DETERMINACIÓN DE CAUDALES .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.12 ELABORACIÓN DE PLANOS Y PRESUPUESTOS .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.13 SIMULACIÓN HIDRÁULICA EN EL PROGRAMA EPANET .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.14 SOCIALIZACIÓN .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3 Resultados y discusión .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN (VISITAS TÉCNICAS, ENCUESTAS, LEVANTAMIENTOS GPS) .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

3.2 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN (SITIO DE TOMA, PRESIONES EN EL SITIO DE TOMA, TRAZADOS DE REDES, DATOS POBLACIONALES, CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO).....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CAUDALES, POBLACIONES, DOTACIÓN Y VALORACIÓN DEL CONSUMO.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.4 DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN (TRAZADO DE LA RED, CÁLCULO DE CAUDALES POR NODO DE DISTRIBUCIÓN, EVALUACIÓN HIDRÁULICA. ....)	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.5 RESULTADOS DE LOS CAUDALES MÁXIMO HORARIO Y MÁXIMO DIARIO	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.6 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO ..	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.8 ELABORACIÓN DE PLANOS Y PRESUPUESTOS: .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
3.9 PRESUPUESTOS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4 Conclusiones y recomendaciones .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
4.2 RECOMENDACIONES.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
5 Referencias bibliográficas .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
6 Anexos.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4</b> Proyección de la trascendencia poblacional del cantón Cojimíes .....	14
<b>Tabla 8</b> Memoria de cálculos para encontrar el volumen del tanque .....	16
<b>Tabla 9</b> Análisis de puntos a mencionar en socialización .....	20
<b>Tabla 11</b> Resultados de la gestión de agua en las comunidades .....	22
<b>Tabla 12</b> Cantidad aproximada de habitantes 2020 .....	22
<b>Tabla 13</b> Promedio de la tasa de crecimiento poblacional/Método Logarítmico .....	22
<b>Tabla 14</b> Población futura 250/Método Logarítmico .....	23
<b>Tabla 15</b> Válvulas en la conducción Pedernales – Tanque de almacenamiento .....	25
<b>Tabla 16</b> Válvulas de Tanque de almacenamiento – Comunidad Aguacate .....	26
<b>Tabla 17</b> Válvulas del tanque de almacenamiento – Comunidad Churo .....	26
<b>Tabla 18</b> Dotación y caudal medio .....	26
<b>Tabla 19</b> Caudal máximo diario .....	27
<b>Tabla 20</b> Caudal máximo horario .....	27
<b>Tabla 21</b> Capacidad del Tanque .....	27
<b>Tabla 22</b> Resultado de la evaluación del volumen de tanque de almacenamiento con suministro por gravedad .....	29
<b>Tabla 23</b> Resumen de resultados de caudales y volumen .....	30
<b>Tabla 24</b> Tabla de Línea de conducción .....	32
<b>Tabla 25</b> Tabla de Nudos de Conducción .....	32
<b>Tabla 26</b> Tabla de nudos del tanque de conducción – Churo y Aguacate .....	33
<b>Tabla 27</b> Tabla de Línea de Tanque de almacenamiento - Distribución .....	34
<b>Tabla 28</b> Tabla Nudo de sistema sin tanque de almacenamiento .....	35
<b>Tabla 29</b> Tabla de Líneas de sistema sin tanque de almacenamiento .....	36
<b>Tabla 30</b> Valoración de costos en alternativas .....	37
<b>Tabla 31</b> Presupuesto de alternativa 1 del sistema incluido el tanque de almacenamiento .....	37
<b>Tabla 32</b> Presupuesto de alternativa 2 del sistema incluido el tanque de almacenamiento .....	39

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Valores recomendados de dotación .....	7
<b>Figura 2</b> Porcentajes considerados relacionados a fugas dentro de sistemas de agua (INEN, 1997).....	9
<b>Figura 3</b> Niveles de servicios en sistemas de abastecimiento según el tipo de sistema (INEN,1997).....	9
<b>Figura 4.</b> Grafica de máximos porcentajes de consumo (López, 2003).....	10
<b>Figura 5</b> Ubicación geográfica de El Churo y El Aguacate .....	11
<b>Figura 6</b> Centralidades de la parroquia Cojimíes (GADM Pedernales, 2015).....	11
<b>Figura 7</b> Mapa Topográfico de Cojimíes, Pedernales, Manabí.....	12
<b>Figura 8</b> Levantamiento de Información en las localidades .....	13
<b>Figura 9</b> Levantamiento topográfico con GPS .....	13
<b>Figura 10</b> Valores de dotación recomendadas en normativa (INEN, 1997).....	15
<b>Figura 11</b> Valores en porcentaje de fugas (INEN, 1997). .....	15
<b>Figura 12.</b> Perfil de conducción vía Churo y Aguacate .....	17
<b>Figura 13.</b> Perfil de red comunidad Churo .....	18
<b>Figura 14.</b> Perfil de red comunidad Aguacate .....	18
<b>Figura 15.</b> Archivo exportado en Epanet.....	18
<b>Figura 16</b> Referencias Topográficas .....	20
<b>Figura 17.</b> Mapa de referencia topográfica de El Churo y El Aguacate, Pedernales.....	21
<b>Figura 18.</b> Perfil y trazado de red de conducción derivación Pedernales – Tanque de almacenamiento.....	24
<b>Figura 19.</b> Red de tanque de almacenamiento – Comunidad Aguacate .....	24
<b>Figura 20.</b> Red de tanque de almacenamiento – Comuna Churo.....	24
<b>Figura 21.</b> Red completa comunidades EL Churo y El Aguacate .....	25
<b>Figura 22.</b> Curva de consumo del Churo y Aguacate .....	28
<b>Figura 23.</b> Curva integral del tanque de almacenamiento .....	30
<b>Figura 24.</b> Plano todo el sistema de abastecimiento del Churo y Aguacate.....	31
<b>Figura 25.</b> Conducción Tramo 1.....	32
<b>Figura 26.</b> Simulación del tanque de almacenamiento - distribución.....	33
<b>Figura 27.</b> Simulación sin tanque de almacenamiento .....	35

## **RESUMEN**

El presente proyecto de titulación busca elaborar un diseño de un sistema de abastecimiento para dos comunidades El Churo y El Aguacate ubicados en la provincia de Manabí, realizando un diseño que comprende de una derivación en la red principal del sistema de agua potable de Pedernales – Cojimíes la cual contiene agua previamente tratada apta para ser consumida por la población.

Se realizó una visita técnica en la cual se ejecutó varias actividades en campo tales como: la toma de los puntos geo referenciados, reconocimiento del terreno, obtención de información poblacional actualizada de las dos comunidades y a su vez datos de los censos poblacionales de los últimos años, se realizó la planimetría, perfiles del terreno, dimensionamiento las conducciones, reservorios y distribución hacia cada comunidad.

Cuenta con una modelación hidráulica en el software EPANET para verificar y evaluar las principales características hidráulicas del sistema de conducción y distribución como: perdidas de carga, presiones, longitudes de tuberías y velocidades Determinando el buen funcionamiento hidráulico del sistema y que permitieron el diseño adecuado del sistema agua potable.

Se realizaron dos alternativas diferentes tanto en perfiles como en presupuestos, la primera alternativa propuesta está compuesto por un sistema de abastecimiento completo nuevo: red de captación, redes de conducción, tanques de almacenamiento y redes de distribución, a su vez la segunda alternativa propuesta está diseñada para un sistema de abastecimiento funcional y de un precio accesible para las comunidades.

***PALABRAS CLAVE: SISTEMA HIDRAULICO, CAUDAL, PERFILES***

## **ABSTRACT**

The present titling project seeks to elaborate a design of a supply system for two communities El Churo and El Aguacate located in the province of Manabí, carrying out a design that includes a derivation in the main network of the Pedernales - Cojimíes drinking water system. which contains previously treated water suitable for consumption by the population.

A technical visit was carried out in which several activities were carried out in the field, such as: taking geo-referenced points, reconnaissance of the land, obtaining updated population information from the two communities and, in turn, data from the population censuses of recent years., the planimetry, terrain profiles, sizing of the pipes, reservoirs and distribution to each community were carried out.

It has a hydraulic modeling in the EPANET software to verify and evaluate the main hydraulic characteristics of the conduction and distribution system such as: head losses, pressures, pipe lengths and speeds. Determining the good hydraulic operation of the system and that allowed the adequate design of the drinking water system.

Two different alternatives were made both in profiles and in budgets, the first proposed alternative is composed of a complete supply system: catchment network, conduction networks, storage tanks and distribution networks, in turn the second proposed alternative is designed for a functional supply system at an affordable price for the communities.

***KEY WORDS: HYDRAULIC SYSTEM, FLOW RATE, PROFILES***

# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El Plan Nacional de desarrollo del Ecuador por medio de los objetivos planteados por la Organización de las Naciones Unidas donde el sexto objetivo referente al tema del agua (ONU, 2018). El tema de la calidad del agua, motiva a tomar acción a las autoridades del GADM-Pedernales en conjunto con estudiantes de la comunidad politécnica, para así cumplir dichos objetivos (GADM Pedernales, 2015).

La aplicación y posterior implantación de redes de abastecimiento es fundamental para garantizar el libre acceso al recurso hídrico a las personas de las dos comunidades, con el propósito de proporcionar de líquido vital que ayude a sus actividades socioeconómicas de la zona (Constitución de la República del Ecuador (Const)., 2008).

Gran parte de zonas rurales costeras se abastecen del líquido vital por medio de tanqueros, los cual hace que los usuarios no obtengan la calidad y cantidad de agua necesaria para su consumo. Debido al almacenamiento inapropiado y una falta de sanidad podría desencadenar una serie de enfermedades (Constitución de la República del Ecuador (Const)., 2008).

Los sectores de El Churo y El Aguacate, geográficamente se ubican en la zona costera de la parroquia Cojimíes, se encuentran asentadas al borde de una embocadura perteneciente al cantón Pedernales, provincia de Manabí (GADM Pedernales, 2015).

El presente trabajo, beneficiará a las comunidades el Churo y el Aguacate para acceder al agua potable, mejorar las condiciones de vida de la población, la salud, disminuir las enfermedades parasitarias y gastrointestinales así también la desnutrición infantil. B (SENPLADES, 2014).

Este proyecto, busca diseñar un sistema de abastecimiento usando la conducción existente que abastece de agua potable al cantón Pedernales; para así realizar una ramificación de la línea principal que pueda proveer de agua a las comunidades mencionadas. Además, se escogerán sitios claves para la implantación de la línea conductora, tanques de almacenamiento y redes de distribución (GADM Pedernales, 2015).

## **1.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de abastecimiento en las comunidades El Churo y El Aguacate en Cojimíes-Manabí.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Recopilar la información base para la dotación y cálculo de caudales medio diario y máximo horario para la población de abastecimiento.
2. Dimensionar la red de conducción, el tanque de almacenamiento y red de distribución para el sistema de abastecimiento.
3. Elaborar planos y presupuestos en base de los análisis de la red de distribución y el tanque de almacenamiento.
4. Socializar con la comunidad sobre los resultados obtenidos del proyecto y entrega de memoria técnica.

## **1.3 Alcance**

Se realizó un diseño de abastecimiento para las dos comunidades de El Churo y El Aguacate, en la que constato las líneas de conducción, tanque de almacenamiento y distribución, se detalló los accesorios además de que se incluyó un presupuesto base de todo el proyecto para que pueda ser implementado (GADM Pedernales, 2015).

Se realizó la visita a las comunidades para el levantamiento de información como las encuestas, posteriormente se determinó la población, sus características de consumo, la gestión y manejo de desechos y residuos sólidos y de sus aguas residuales. Se estableció la dotación de agua para cada habitante y se detallaron los caudales necesarios para la población.

Para modelar y simular el sistema de abastecimiento se utilizó el programa EPANET donde se examinan las principales particularidades del funcionamiento como: pérdidas de carga, presiones, longitudes de tuberías y velocidades.

Se estableció la planimetría con los puntos referenciales considerados y establecidos con un GPS, desde la línea principal hasta el último domicilio al que se suministrará del servicio, se utilizó los siguientes programas: Google Earth, AutoCAD, Civil Cad, Epanet, Excel, etc. Se detallo los planos de las líneas de conducción, el tanque de almacenamiento y su distribución para que puedan tener un uso adecuado de ellos, en base a esto se analizó el precio de cada accesorio y material necesario para definir un presupuesto base. Para

concluir se planificó una convocatoria, a razón de establecer una reunión de forma presencial presentando el proyecto, sus costos y una memoria técnica.

## **1.4 Marco teórico**

### **Sistema de abastecimiento de agua potable**

Es desarrollado por una serie de componentes y obras necesarias para cumplir con los diferentes procesos de la red como captar, almacenar, distribuir y transportar el agua mediante fuentes de captación ya sean superficiales como naturales (Jaramillo D., 2010).

### **Conducción y distribución por gravedad**

Se comprende como una conducción a gravedad la que permite conducir agua de un punto a otro sin necesidad de implementar sistemas de bombeo, ya que se cumple con las pendientes adecuadas para emitir cierta presión al fluido que ayude a tener un recorrido capaz de llegar a su destino (Jiménez, 2016).

Forma un conjunto de accesorios como tubos, cámaras de reducción de presión, válvulas entre otras. En el caso de las tuberías en el mayor de los casos siguen el perfil de los terrenos, a menos que existan zonas rocosas, quebradas, suelo erosionable, entre otros casos (Pérez, 2017). Estos sistemas por lo general cumplen con ciertos procesos y operaciones, que por lo general son: captación, transporte y conducción, reservorios y almacenamientos, distribución y conexiones domiciliarias (Jiménez, 2016).

### **Fuente de abastecimiento de agua**

Para que el abastecimiento tenga un correcto funcionamiento se debe contar con fuentes en buenas condiciones y se debe tomar en cuenta dos aspectos fundamentales como:

- Capacidad de almacenamiento y distribución: de proveer la cantidad necesaria y el tiempo que requiera el proyecto.
- Calidad del agua: debe ser fundamental que esta sea de buena calidad porque su propósito es para el consumo humano.

Las fuentes pueden ser varias como: superficiales, ríos, canales, lagos, lagunas (Orellana, 2005).

### **Conducción y transporte**

Estas estructuras hidráulicas ayudan al transporte de una sustancia, en este caso del sistema de agua previamente tratada. El diseño de estos trabajos depende totalmente de las condiciones topográficas y del trayecto que se va a recorrer.

## Componentes de la red de conducción

- Tubería: es un conjunto de tuberías conectadas en diferentes segmentos llamados nudos o uniones. Se puede dividir en red primaria y red secundaria. La línea de suministro es el conducto que lleva el agua desde el tanque de almacenamiento hasta donde comienza a distribuirse.
- Piezas especiales: son accesorios que ayudan a ensamblar intersecciones, cambiar de dirección, bifurcar, cambiar de diámetro y también permiten controlar el flujo cuando hay válvulas, entre otros accesorios.
- Válvulas: son dispositivos mecánicos que permiten realizar diversas operaciones tales como: iniciar, detener, regular, aislar el movimiento de sustancias.
- Toma interior: permite el suministro de energía desde la tubería hasta la vivienda.

## Tanque de almacenamiento

Es una estructura con dos funciones: conservar el volumen de agua para satisfacer las necesidades de los habitantes y, por tanto, el ajuste de cargas de presión adecuada en el sistema de distribución, para lograr un servicio eficiente (Aguero, 2004).

El fin del tanque de almacenamiento es compensar el sistema evitando cortes e interrupciones de agua potable. Su funcionamiento básicamente sería a mayor demanda el tanque bajará su volumen y a menor demanda el tanque subirá su volumen (MUÑOZ & CARIILLO BERNAL, 2016).

Por lo general los tanques de almacenamiento cumplen tres objetivos:

- ✓ Compensa los cambios de los caudales que ocurren durante el día.
- ✓ Perdurar la presión adecuadas en las redes de distribución.
- ✓ Perdurar la cantidad determinada de agua para situaciones de emergencia como incendios o dificultades por mantenimiento de tuberías (Simón, 2021).

Para calcular el porcentaje de déficit se usa la siguiente ecuación:

$$V\% = (\text{deficit mayor} + \text{deficit menor})$$

**Ecuación 1** Porcentaje de déficit

Para el cálculo del volumen del tanque se aplica la siguiente ecuación del volumen del tanque de almacenamiento.

$$V = 1.2 * QMD * V\%$$

**Ecuación 2** Volumen de tanque de almacenamiento

*Donde:*

QMD: Caudal máximo diario

V%: Porcentaje de déficit

### **Tanque elevado**

Son diseñados para una topografía con baja elevación y con una altimetría favorable. La estructura cuenta con una línea de almacenamiento y desfogue, el tanque de regulación y una torre. La ubicación es central a los sitios, esto para reducir las pérdidas de fricción y compensar la presión. Por lo general las alturas son e 10, 15 y 20 m (CONAGUA, 2019).

### **Distribución**

Es un conjunto de tuberías que funcionan a presión y recorren los canales de comunicación de la comunidad, transportando agua desde los tanques de almacenamiento hasta la casa del usuario en buenas condiciones (Iglesias, 2016).

Concurren dos tipos de redes: abiertas o ramificadas y cerradas o malladas. La primera resolución es más utilizada cuando las viviendas se ubican a lo largo de una vía y la segunda solución es para poblaciones construidas en manzanas (AVINA, 2012).

### **Trazado de redes**

Dentro de esta operación es necesario analizar varios puntos como: la topografía, la población actual y futura, si la localidades urbana o rural, obra vial, la dirección del caudal, alcantarillado, servicios básicos, entre otros (López, 2003).

### **Normativa ambiental aplicada**

En el año 1947 se empezó a tomar un gran interés por temas de la calidad ambiental, fue la razón por la que varias empresas comenzaron a implementar normas. Al transcurrir los años se incrementaron y que en la actualidad se usan en estudios y diseños de proyectos. El Instituto Ecuatoriano de Normalización en el que se encuentra el Código de práctica ecuatoriano CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 del año 2003, es la normativa para estudio y diseño

de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (EPMAPS-Q, 2009).

Por último, se basó en las normas de diseño de sistemas de drenaje para empresas de drenaje urbano y agua potable (EMAAP – Q), emitida por la EMAAP-Q en el año 2009 (EPMAPS-Q, 2009).

### **Estimación de la población**

Para el cálculo es necesario el levantamiento de la información socio económica y poblacional de las comunidades el Churo y el Aguacate, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los cantones. También se toman en cuenta los censos del año 1990, 2000 y el 2010.

### **Método logarítmico:**

$$P_f = P_{uc} \cdot e^{kg(T_f - T_{uc})}$$

#### **Ecuación 3** Estimación de población futura – Método Logarítmico

$$kg = \frac{\ln(P_{uc}) - \ln(P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ci})}$$

#### **Ecuación 4** Determinación de la población futura

*Donde:*

$k_g$ : Porcentaje de crecimiento

$P_{uc}$ : Población de último censo (hab)

$T_{uc}$ : Tiempo de último censo (año)

$P_{ci}$ : Población del censo inicial (hab)

$T_{ci}$ : Año del censo inicial

### **Periodo de diseño**

Es la cifra de años en el cual se proyecta o dura la obra civil en construir para su función factible y viable.

Para las proyecciones de redes de agua es necesario asegurar la rentabilidad de la obra durante el periodo de diseño seleccionado. El tiempo de diseño no debe ser menor a 15 años,

para las obras de acrecentamiento se calculará de acuerdo al tiempo que corresponda. (Villacreses, 2014)

### Dotación

Se trata de satisfacer las necesidades del usuario teniendo en cuenta: las condiciones climáticas del sitio; volumen de protección contra incendios; el mercado permite la producción y ganadería, camales, plazas, calles, etc. Tener en consideración las necesidades de los diversos servicios (INEN, 1997).

### Dotaciones recomendadas

Se debe tomar en cuenta: una investigación cualitativa sobre el consumo habitual, costos de los servicios y la disponibilidad que existe de las fuentes hídricas.

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

**Figura 1** Valores recomendados de dotación

(INEN, 1997)

### Dotación o consumo total

El consumo total (l/s), se calcula por la fórmula:

$$\text{Consumo total (Dot)} = \frac{\text{Consumo neto}}{1 - \%}$$

**Ecuación 5** Determinación de Consumo total

*Donde:*

Consumo neto = valor obtenido de la tabla 1

% = Porcentaje de pérdidas o fugas en el sistema tabla 2

## **Caudal medio diario**

Es el consumo promedio (l/s), producto de un registro anual en el que se evalúa los caudales máximo diario y máximo horario (SENAGUA, 2016).

$$Q_m = f \times \frac{(P \times D)}{86\,400}$$

**Ecuación 6** Determinación del consumo medio anual diario – Variaciones del Consumo

*Donde:*

Q<sub>m</sub> = Caudal medio (l/s)

D = dotación futura en (l/hab/día)

P = Población al final del período de diseño

f = Factor de fugas

## **Caudal máximo diario**

En una secuencia de registros durante todo el año existe un día máximo de consumo al que conocemos como caudal máximo diario (Pittman, 1997).

El caudal máximo diario, se calculará con la ecuación:

$$QMD = KMD \times Q_m$$

**Ecuación 7** Determinación del consumo máximo diario – Caudal máximo diario

*Donde:*

KMD = Factor de mayoración máximo diario

QMD = Caudal máximo diario (l/s)

Q<sub>m</sub> = Caudal medio diario

## **Factor de mayoración máximo diario (KMD)**

El factor de mayoración (KMD) establece el valor de 1.25, para todos los niveles de servicios (INEN, 1997).

## **Caudal máximo horario**

Para el tráfico horario máximo se delimita como horas de consumo (Pittman, 1997).

El caudal máximo horario se calculará con la ecuación:

$$QMH = KMH \times Q_m$$

**Ecuación 8** Determinación del consumo máximo horario – Caudal máximo horario

Donde:

QMH = Caudal máximo horario (l/s)

KMH = Factor de mayoración máximo horario (INEN, 1997).

### Factor de mayoración máximo horario (KMH)

El factor de mayoración máximo horario tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio (INEN, 1997).

### Fugas

Para la estimación correcta de los caudales de diseño, se tendrá en cuenta el concepto de fugas y sus porcentajes adecuados que muestra en la tabla 2 y 3 (INEN, 1997).

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
la y lb	10 %
IIa y IIb	20 %

**Figura 2** Porcentajes considerados relacionados a fugas dentro de sistemas de agua (INEN, 1997).

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
	DE	
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

**Figura 3** Niveles de servicios en sistemas de abastecimiento según el tipo de sistema (INEN, 1997).

## Determinación del volumen del tanque de almacenamiento

Se determina la curva integral de consumo según el consumo horario de las dependiendo de la población se establece un consumo estándar y una vez concluido se calcula el porcentaje de suministro y la curva integral de suministro para encontrar el déficit de suministro horario y el déficit acumulado, finalmente se calcula el porcentaje de volumen donde se hallan sus máximos excedentes y déficit tal como se aprecia en el gráfico de suministros a continuación. (MUÑOZ & CARIILLO BERNAL, 2016).

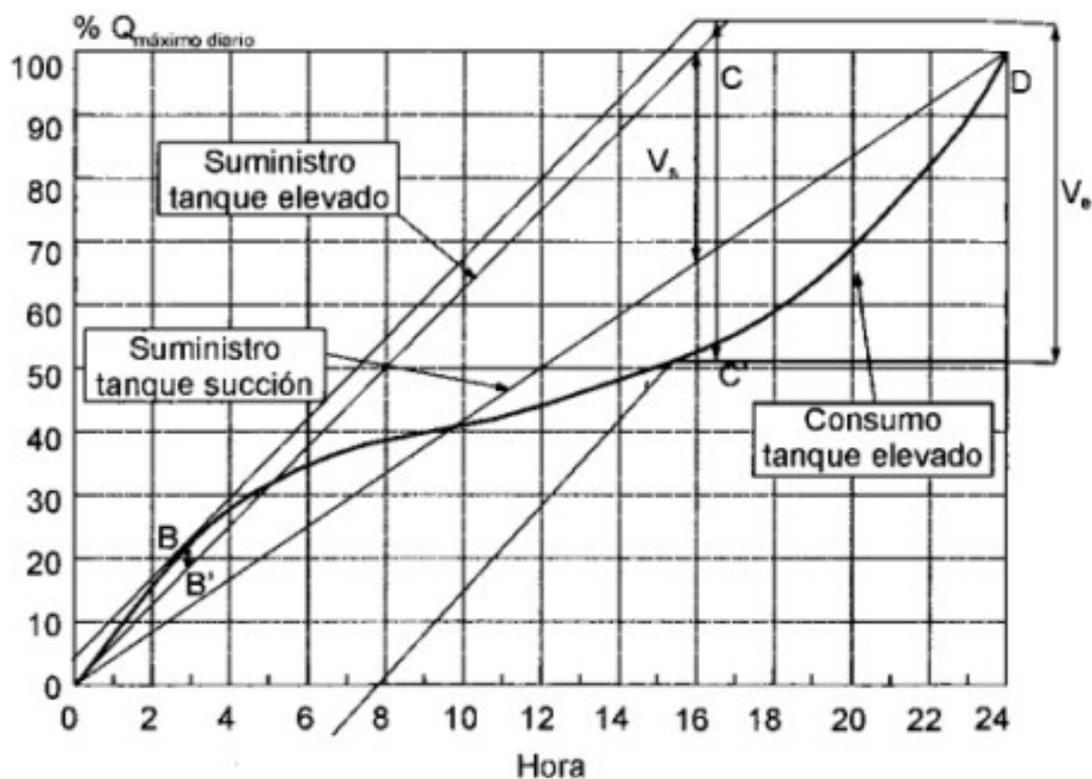
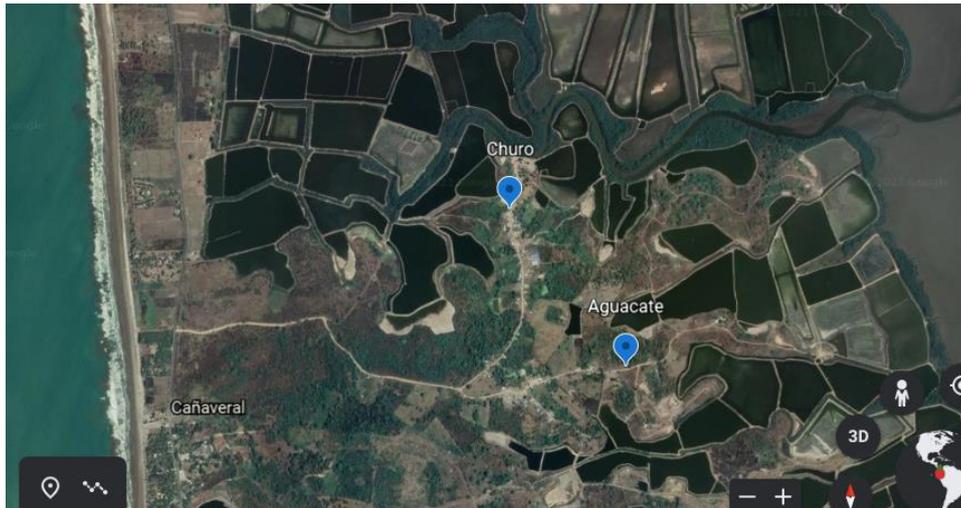


Figura 4. Grafica de máximos porcentajes de consumo (López, 2003).

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Detalle del área de estudio

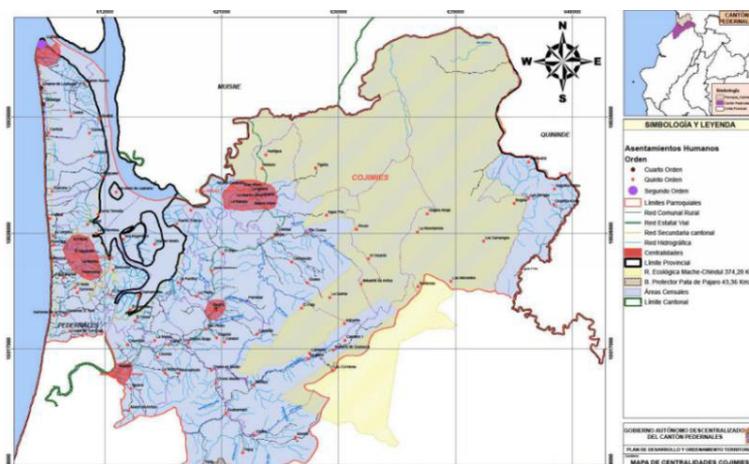
Las comunidades del Churo y el Aguacate están ubicadas geográficamente en la región costera de Cojimíes, longitud 0.223300, latitud -80.029340 para llegar a las comunidades se toma la vía Pedernales Cojimíes hasta la vía El Churo y se toma a mano derecha durante unos 3 km (GADM Pedernales, 2015).



**Figura 5** Ubicación geográfica de El Churo y El Aguacate

## 2.2 Localización Geográfica

Las Comunidades de El Churo y El Aguacate se encuentran asentadas al borde de un estuario, ubicadas en la parroquia Cojimíes que forma parte del cantón al cantón Pedernales, en la provincia de Manabí (GADM Pedernales, 2015).



**Figura 6** Centralidades de la parroquia Cojimíes (GADM Pedernales, 2015).

Debido a su ubicación estratégica por su relación directa al océano Pacífico y recursos hídricos como riqueza en su biodiversidad, estas comunidades se encuentran en un sector de camaroneras, esta actividad de acuicultura es su mayor fuente de ingresos económicos (Santamaría, 2018).

## 2.3 Descripción Topográfica

La zona para el sistema de abastecimiento se extiende desde la tubería principal que empieza en la vía Pedernales - Cojimíes a una altura de 7 m.s.n.m, con un diámetro de 315 mm, caudal de 63 L/s, presión de 60 m.c.a, hasta llegar a una bifurcación. La primera ramificación se extiende 1.31 km hacia la última casa de la comunidad El Churo y la segunda ramificación se extiende 1.45 km hacia la última casa de la comunidad El Aguacate. Debido a la elevación del terreno es necesario colocar un tanque de elevación a la altura máxima que es 44 m.s.n.m para mejorar la funcionalidad del sistema.

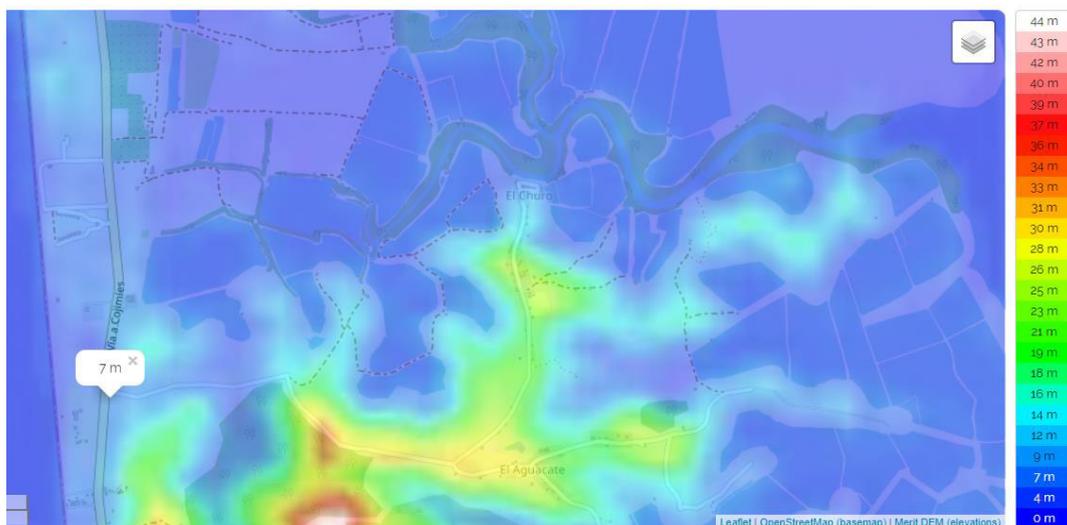


Figura 7 Mapa Topográfico de Cojimíes, Pedernales, Manabí

## 2.4 Visita técnica y procedimiento de levantamiento de información

Para obtener los datos necesarios del proyecto, se realizó una visita técnica a las dos comunidades para ejecutar un levantamiento topográfico el cual es el punto base para la construcción del diseño.

Para realizar el levantamiento de la información se tomaron puntos de georreferenciación en la zona de estudio, a través del uso de equipos tales como: GPS, libreta de campo, flexómetro y teléfono celular.

La junta directiva de las dos comunidades se hizo presente en el recorrido y nos brindaron información sobre su población, además que se provecho el momento para dialogar sobre los problemas que conlleva el no tener el servicio de agua potable en sus hogares.



**Figura 8** Levantamiento de Información en las localidades

Este recorrido de campo permitió visualizar, recoger datos topográficos y analizar los distintos puntos de la red de abastecimiento y aprovechamiento del agua.

Para el levantamiento de los puntos, el trayecto y líneas de distribución se manejó un localizador GPS, con una precisión de 3 (m), cabe recalcar que se tomó un tiempo prudencial de espera en cada tramo, esto ayudó a la toma de coordenadas exactas en cada punto.



**Figura 9** Levantamiento topográfico con GPS

## 2.5 Determinación de la población

Dentro de las normas EPMAPS del año 2009, establece el periodo de diseño de 30 años para obras de captación y tanques de almacenamiento y se la tomado como referencia para este estudio (EPMAAP-Q, 2009).

Para la obtención de la población futura de las comunidades se recurrió a registros del acrecentamiento de la población ecuatoriana, por años de calendario, según cantones otorgados por la entidad responsable de estos (INEC, 2001).

**Tabla 1** Proyección de la trascendencia poblacional del cantón Cojimíes

<b>PROYECCION DE LAS COMUNIDADES DEL CANTON COJIMIES, SECTOR PEDERNALES</b>		
<b>CANTÓN</b>	<b>AÑO</b>	<b>PROYECCIÓN</b>
<b>PEDERNALES</b>	2010	57.127
	2011	57.854
	2012	58.565
	2013	59.255
	2014	59.924
	2015	60.570
	2016	61.193
	2017	61.792
	2018	62.367
	2019	62.917
	2020	63.441

Con base en los datos obtenidos en la visita técnica más la información investigada que en este caso serían los censos de la población, se recurre al método logarítmico para la determinación de la población futura.

## 2.6 Cálculo de población futura

Tomando en cuenta las proyecciones de la población ecuatoriana, por años calendario según cantones, y la información otorgada por los directivos de las comunidades, se llevó a cabo una proyección de la población de las dos comunidades para el año 2050 debido a los 30 años del periodo de diseño del sistema de abastecimiento.

Es importante saber que se tomó los datos de la ciudad de Pedernales como referencia, en los que están incluidas las zonas de estudio, así se determinó la tasa de crecimiento y se

aplicó la misma a la población del Churo y el Aguacate. Para todos estos cálculos se manejó el método logarítmico para la obtención de la proyección poblacional del 2050.

## 2.7 Dotación

Las comunidades Churo y Aguacate no disponen de un abastecimiento de agua potable constante, el principal suministro es mediante tanqueros de agua. Por lo general la dotación doméstica varía sus valores entre 45 (l/hab\*día) a 200 (l/hab\*día) (Reyes Reyes, 2019).

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

**Figura 10** Valores de dotación recomendadas en normativa (INEN, 1997).

El consumo que se considera es de acuerdo a las condiciones particulares de las comunidades El Churo y El Aguacate, tales como: población menor a 5000 habitantes, clima cálido y uso de suelo, en este caso en particular se tomó el valor de 170 (l/hab/día) (*mirar Figura 10*).

## 2.8 Dotación total

La descripción de todo nuestro sistema de abastecimiento abarcaría desde las conexiones de cada domicilio, un grifo por casa respectivamente, letrinas con o sin arrastre de agua, esta breve información nos ayuda de manera adecuada para escoger nuestro porcentaje de fugas, el cual sería el 20% según la norma correspondiente (*véase figura 11*).

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
la y lb	10 %
lla y llb	20 %

**Figura 11** Valores en porcentaje de fugas (INEN, 1997).

## 2.9 Trazado de red de Churo y Aguacate

Con los puntos georreferenciados tomados en campo más la ayuda de varios programas como Google Earth y el programa CIVIL 3D se pudo modular, recrear y visualizar de forma gráfica el trazado de las redes de conducción y la red de distribución.

## 2.10 Determinación de caudales

Para el caudal máximo diario se usó el factor de mayoración (KMD) de 1.25, para todos los niveles de servicio.

Corresponde a la demanda máxima que se representa en una hora a lo largo de un año, a su vez el factor de mayoración máximo horario (KMH), tiene un valor de 3 para todas las categorías de servicios (INEN, 1997).

## 2.11 Tanque de almacenamiento

Se determina la curva integral de consumo según el consumo horario de las comunidades en el proyecto se estableció un consumo estándar para las dos poblaciones, una vez concluido con esta columna se realizó cálculos para el porcentaje de suministro y la curva integral de suministro para encontrar el déficit de suministro horario y el déficit acumulado, finalmente se calculó el porcentaje de volumen. (MUÑOZ & CARIILLO BERNAL, 2016).

**Tabla 2** Memoria de cálculos para encontrar el volumen del tanque

PERIODO	CONSUMO	$\Sigma$ CONSUMO	S (%)	$\Sigma$ S	$\Delta$ (S-C)	$\Sigma\Delta$ (S-C)	V (%)
0	1	1.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-23.3
1	2	2.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-24.3
2	3	3.0	0.0	0.0	-1.0	-3.0	-25.3
3	4	4.0	0.0	0.0	-1.0	-4.0	-26.3
4	5	6.0	0.0	0.0	-2.0	-6.0	-28.3
5	6	10.0	0.0	0.0	-4.0	-10.0	-32.3
6	7	19.5	0.0	0.0	-9.5	-19.5	-41.8
7	8	27.5	0.0	0.0	-8.0	-27.5	-49.8
8	9	34.5	0.0	0.0	-7.0	-34.5	-56.8
9	10	38.5	16.7	16.7	12.7	-21.8	-44.2
10	11	41.5	16.7	33.3	13.7	-8.2	-30.5
11	12	47.0	16.7	50.0	11.2	3.0	-19.3
12	13	56.0	16.7	66.7	7.7	10.7	0.0
13	14	61.0	16.7	83.4	11.7	22.4	0.0
14	15	64.0	16.7	100.0	13.7	36.0	13.7
15	16	66.5	0.0	100.0	-2.5	33.5	11.2
16	17	69.5	0.0	100.0	-3.0	30.5	8.2
17	18	73.0	0.0	100.0	-3.5	27.0	4.7
18	19	78.0	0.0	100.0	-5.0	22.0	-0.3

19	20	9.0	87.0	0.0	100.0	-9.0	13.0	-9.3
20	21	8.5	95.5	0.0	100.0	-8.5	4.5	-17.8
21	22	2.0	97.5	0.0	100.0	-2.0	2.5	-19.8
22	23	1.5	99.0	0.0	100.0	-1.5	1.0	-21.3
23	24	1.0	100.0	0.0	100.0	-1.0	0.0	-22.3

Donde:

Columna 1: Intervalos de tiempo.

Columna 2: Consumo horario.

Columna 3: Curva integral de consumo.

Columna 4: Porcentaje de suministro.

Columna 5: Curva integral de suministro.

Columna 6: Déficit de suministro horario.

Columna 7: Déficit acumulado.

Columna 8: Porcentaje de volumen horario (Lopez,2003).

## 2.12 Elaboración de planos y presupuestos

Se diseñaron 4 perfiles que describen todo el trayecto de la conducción y línea de distribución de agua potable, en la misma se ubicó algunos componentes como: tanque de almacenamiento y válvulas.

En cuanto a las válvulas se ubicaron según el manual M51 de las normas AWWA (AWWA, 2016) especifica en qué punto se coloca los diferentes accesorios.

Se colocan accesorios de drenaje en el área de menor pendiente para favorecer el mantenimiento, y para evitar la acumulación de aire en los puntos más altos de la tubería se coloca una válvula de aire de esta manera se libera presión en la conducción.

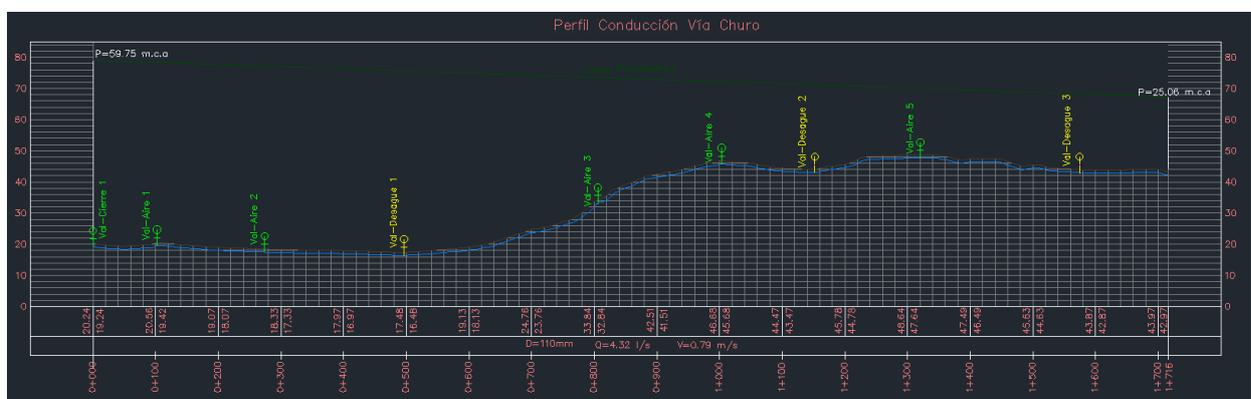


Figura 12. Perfil de conducción vía Churo y Aguacate

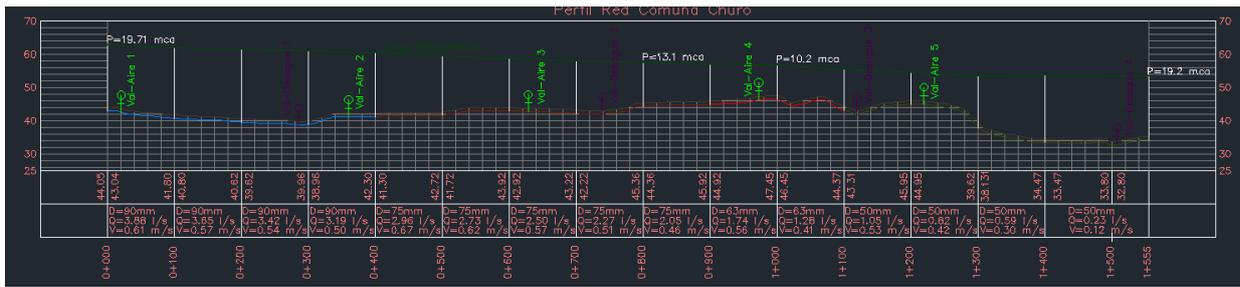


Figura 13. Perfil de red comunidad Churo

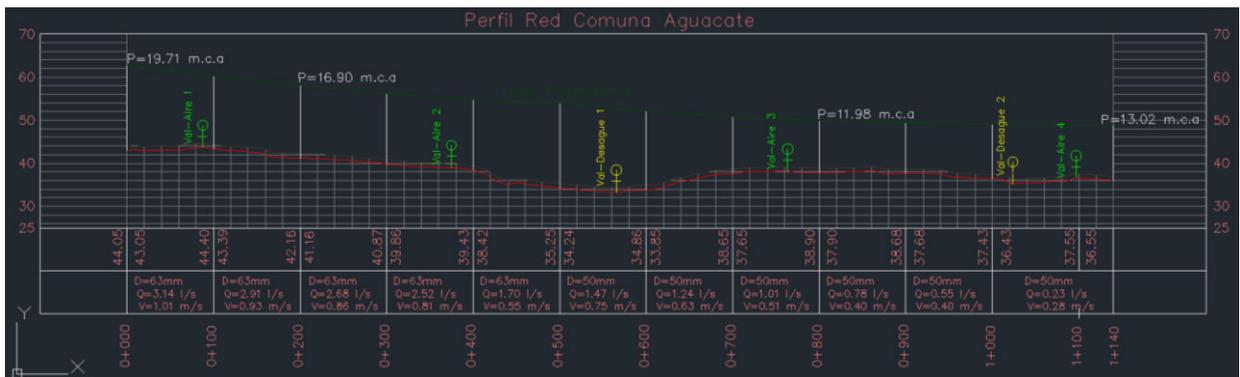


Figura 14. Perfil de red comunidad Aguacate

## 2.13 Simulación hidráulica en el programa Epanet

Los puntos georreferenciados se utilizaron para ejecutar el diseño del sistema de abastecimiento de manera que permitió trazar la conducción y distribución de las comunidades en Civil 3D, transformando el archivo dwf en net o inp con ayuda del programa Epcad para así exportar el archivo en Epanet 2.0 como en la **Figura 15**.

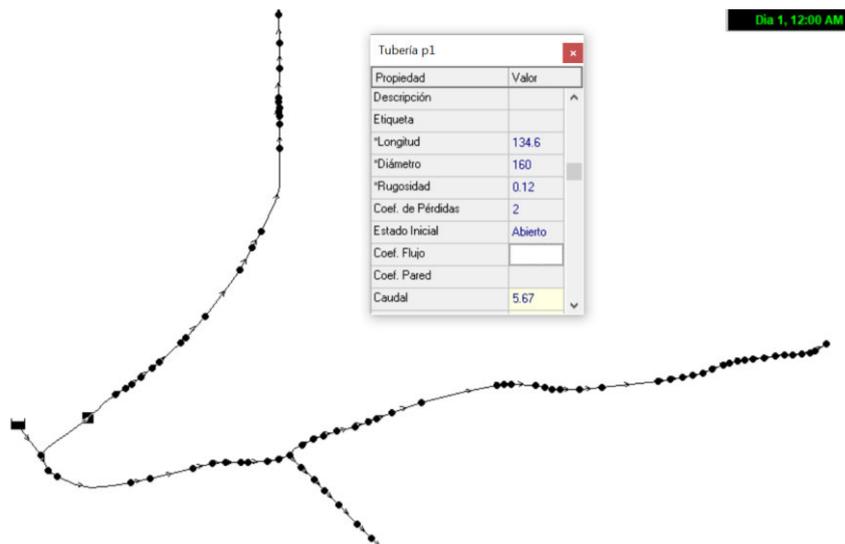


Figura 15. Archivo exportado en Epanet

Se realizó diversas modulaciones y de varios tramos en el que se muestra la conducción y la línea de distribución incluido el tanque de almacenamiento y otra línea de distribución sin tanque de almacenamiento. Gracias a estas simulaciones se determinaron los valores de diámetros de las tuberías, presiones y velocidades que estén bajo la normativa de la EPMAPS.

La velocidad debe estar dentro de un rango mínimo de 0.6 (m/s) o máximo de 3.0 (m/s). Una presión adecuada del servicio sería de 20 (Cardenas Jaramillo & Patiño Guaraca , 2010).

La primera simulación se realizó el tramo de conducción es decir desde la captación hasta el reservorio la altura de este se determinó con el programa tomando en cuenta que el sistema es a gravedad.

El segundo tramo se simuló desde el tanque de almacenamiento hasta el final de la línea de distribución de las dos comunidades.

En el proyecto se tomó en cuenta los recursos de los moradores por lo que se realizó una tercera simulación en la que no se toma en cuenta el tanque de almacenamiento y se hizo una sola línea de distribución desde la captación hasta el punto final de cada comunidad.

En el caso de pérdidas lineales como: el factor de fricción presentes en los tramos en relación a la longitud, velocidad, diámetro y gravedad; el mismo programa incluyó los valores de los términos mencionados.

## **2.14 Socialización**

Para la socialización el punto que más se planteaba era transmitir todo el trabajo elaborado a las comunidades, con el fin de profundizar la importancia del funcionamiento de los diseños elaborados y de tal manera ellos puedan ser partícipes del mejoramiento de estos implementando los futuros mantenimientos preventivos y correctivos de estos para evitar posibles desperfectos en el sistema.

Por medio del uso de plataformas virtuales como Zoom y Teams se precedió a tener reuniones del proyecto con los diferentes dirigentes de cada comunidad y a su vez con los pobladores respectivamente de cada comunidad, con la ayuda de presentaciones en Power Point y demás documentos que respalden el proceso y ejecución del proyecto, así como documentos formulados para el mejor entendimiento de la comunidad. Se señala una tabla con los puntos considerados en la socialización:

**Tabla 3** Análisis de puntos a mencionar en socialización

<b>Consideraciones</b>	<b>Socializado</b>
Presentación general del proyecto	✓
Indicar objetivos del proyecto	✓
Presentación de video explicativo	✓
Presentación de planos	✓
Conversación de las especificaciones	✓
Planteamiento de preguntas	✓

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados del levantamiento de información (visitas técnicas, encuestas, levantamientos GPS).

En las comunidades del Churo y el Aguacate se realizó la toma de los puntos referenciales, permitiéndonos obtener el trayecto y distancia de la conducción, distribución y el lugar donde se construiría el tanque de almacenamiento, como también la planimetría y planos del sistema.

Se contempló la economía de las comunidades por lo que se realizaron dos propuestas que serían las siguientes:

- 1) Conducción, tanque de almacenamiento y distribución.

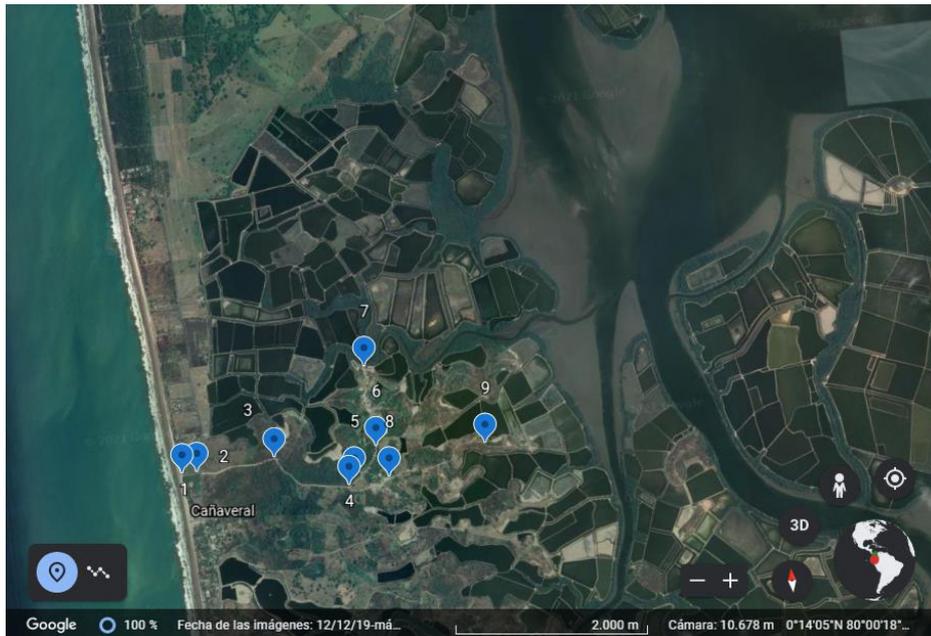
Esta constaría de una conducción de la derivación del ramal principal (toma de agua) hacia el tanque de almacenamiento continuando con una bifurcación hacia el Churo y el Aguacate que sería la distribución.

- 2) Distribución: consta de una distribución desde la derivación de la línea principal hacia cada comunidad.

**Figura 16** Referencias Topográficas

<b>REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS</b>				
<b>N°</b>	<b>Descripción del punto</b>	<b>Elevación</b>	<b>Coordenadas de Ubicación WGS 84, Zona 17N</b>	
			<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	Captación de agua	11 m	0 13 24.0	80 01 46.0

2	Línea de conducción	8 m	0 13 23.6	80 01 45.1
3	Línea de conducción	27 m	0 13 16.6	80 00 52.7
4	Bifurcación	25 m	0 13 17.8	80 00 51.4
5	Tanque de almacenamiento	10 m	0 13 51.7	80 00 44.3
6	Línea de distribución Churo	23 m	0 13 18.1	80 00 22.6
7	Fin de línea de distribución Churo	30 m	0 13 12.3	80 00 52.1
8	Línea de distribución Aguacate	29 m	0 13 13.3	80 00 45.3
9	Fin e línea de distribución Aguacate	24 m	0 13 06.3	80 00 36.3



**Figura 17.** Mapa de referencia topográfica de El Churo y El Aguacate, Pedernales.

### **3.2 Resultados de la información (sitio de toma, presiones en el sitio de toma, trazados de redes, datos poblacionales, características de consumo).**

Actualmente, el municipio de Pedernales posee un sistema de agua domiciliario que extrae agua del río Tachina, una microcuenca que pasa y desemboca directamente en el Océano Pacífico. Este es un sistema de bombeo que le permite la conducción a una planta de tratamiento, llegando así a un tanque de 1.000,00 m<sup>3</sup> ubicado en Hacienda Tachina, a 1 km de la ciudad, y de allí por gravedad hacia diferentes núcleos urbanos (GADM Pedernales, 2015).

**Tabla 4** Resultados de la gestión de agua en las comunidades

<b>Evaluación general de la gestión del agua</b>	
<b>Agua potable</b>	Sistema de agua construcción en 2006, el reservorio de agua de 15 m <sup>3</sup> abastece a la población urbana de la parroquia. Sin embargo, para las comunidades no es fácil, ya que su medio más cercano de proveerse de agua es de tanques de agua móviles, agua embotellada o a su vez de pozos, ríos, riachuelos y acuíferos cercanos.
<b>Alcantarillado</b>	Cabe mencionar que solo el 25% de predios rurales de la cabecera parroquial tiene con una acometida del servicio de alcantarillado.

*(GADM Pedernales, 2015)*

### **3.3 Resultados del cálculo de caudales, poblaciones, dotación y valoración del consumo**

Forman parte 967 habitantes, existen 106 casas en la comunidad de El Churo y 87 casas en la comunidad de El Aguacate (USAID, 2006), se entrevistó a la presidenta de la junta parroquial Silvia López la cual nos otorgó datos de la población.

**Tabla 5** Cantidad aproximada de habitantes 2020

<b>Comunidad</b>	<b>N.º Miembros</b>	<b>Familias</b>
El churo	4	125
El aguacate	3	77

Con la información dada y utilizando el método logarítmico debido a la facilidad de su uso, se obtuvo la población de abastecimiento y la población futura.

**Tabla 6** Promedio de la tasa de crecimiento poblacional/Método Logarítmico

<b>AÑO</b>	<b>Pci</b>	<b>kg</b>
2010	57.127	0,0104833
2011	57.854	0,0102431
2012	58.565	0,099966

2013	59.255	0,0097515
2014	59.924	0,0095055
2015	60.570	0,0092621
2016	61.193	0,0090194
2017	61.792	0,0087788
2018	62.367	0,0085370
2019	62.917	0,0082939
2020	63.441	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0,0093871</b>

**Tabla 7** Población futura 250/Método Logarítmico

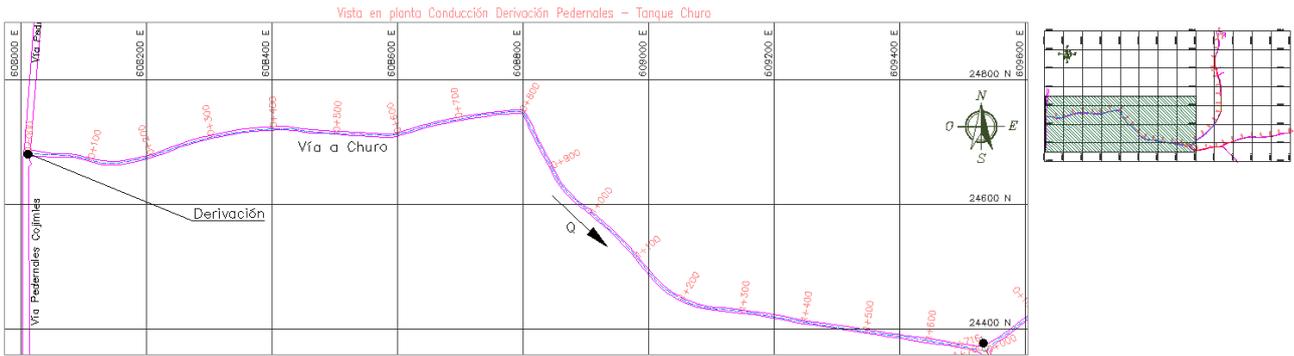
<b>AÑO</b>	<b>Pci</b>	<b>kg</b>	<b>2050</b>
2020	730	0,0093871	<b>967</b>

Gracias a los datos obtenidos por la presidenta de la comunidad y los censos se obtuvo la proyección de incremento poblacional de acuerdo al periodo de diseño establecido que son 30 años. El resultado de la población para el 2050 sería 967 habitantes, siendo un resultado más acercado a la realidad debido a que el método considera el aumento de dicha población en proporción al tamaño de la misa.

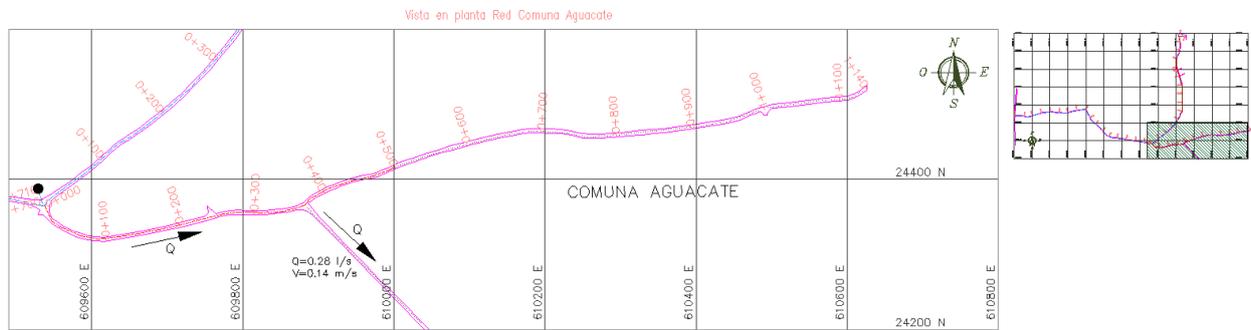
### **3.4 Diseño red de distribución (trazado de la red, cálculo de caudales por nodo de distribución, evaluación hidráulica.**

#### **Trazado de redes**

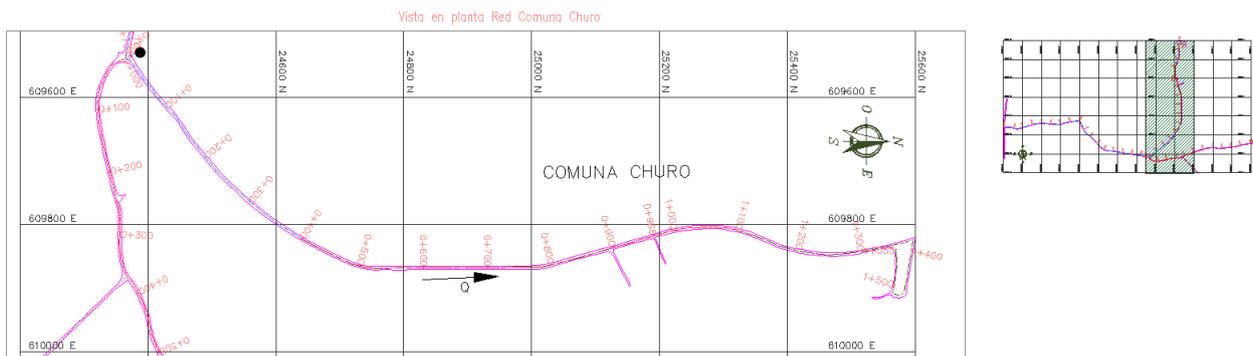
Se realizaron cuatro trazados, el primero es desde la derivación Pedernales hasta reservorio mirar figura 18, la segunda es desde el tanque de almacenamiento hasta el final del sistema de distribución de la comuna Aguacate mirar figura 19, la tercera va desde el tanque de almacenamiento hasta el final de distribución de la comuna Churo mirar figura 20 y en el último trazado está el sistema completo mirar figura 21.



**Figura 18.** Perfil y trazado de red de conducción derivación Pedernales – Tanque de almacenamiento.



**Figura 19.** Red de tanque de almacenamiento – Comunidad Aguacate



**Figura 20.** Red de tanque de almacenamiento – Comuna Churo

PROYECTO DE AGUA POTABLE CHURO - AGUACATE

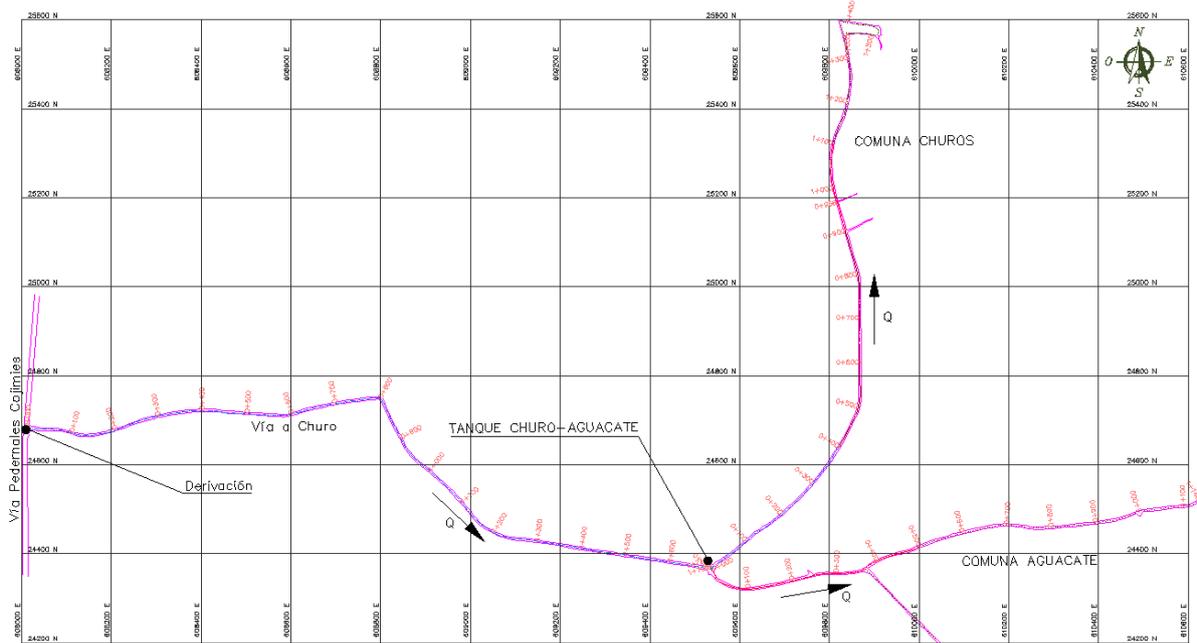


Figura 21. Red completa comunidades EL Churo y El Aguacate

En las tablas 14, 15 y 16 se indican válvulas que se ubicaron en el sistema las cuales permiten un imponderable funcionamiento de la red, se ubicó válvulas de aire para evitar la acumulación de aire en la red y las válvulas de drenaje para el sostenimiento de la misma.

Tabla 8 Válvulas en la conducción Pedernales – Tanque de almacenamiento

Válvulas en la conducción Pedernales – Tanque de almacenamiento		
Válvula	Cota (m)	Cantidad
Aire 1	19.56	1
Aire 2	17.53	1
Aire 3	33.10	1
Aire 4	45.77	1
Aire 5	47.64	1
Total		5
Desagüe 1	16.49	1
Desagüe 2	43.07	1
Desagüe 3	42.96	1
Total		3

**Tabla 9** Válvulas de Tanque de almacenamiento – Comunidad Aguacate

<b>Válvulas del Tanque de almacenamiento – Comunidad Aguacate</b>		
<b>Válvula</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Cantidad</b>
Aire 1	18.69	1
Aire 2	14.05	1
Aire 3	13.17	1
Aire 4	11.59	1
Total		4
Desagüe 1	8.28	1
Desagüe 2	10.19	1
Total		2

**Tabla 10** Válvulas del tanque de almacenamiento – Comunidad Churo

<b>Válvulas del Tanque de almacenamiento – Comunidad Churo</b>		
<b>Válvula</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Cantidad</b>
Aire 1	17.63	1
Aire 2	16.30	1
Aire 3	17.86	1
Aire 4	21.37	1
Aire 5	20.00	1
Total		5
Desagüe 1	13.77	1
Desagüe 2	16.98	1
Desagüe 3	16.87	1
Desagüe 4	7.72	1
Total		4

Para la dotación se aplicó la tabla 1, según los habitantes que son 967 habitantes en las comunidades Churo y Aguacate, el clima (cálido), la dotación media futura es entre 170 y 200 (l/hab/día). Para este proyecto se utilizó los 170 (l/hab/día), siendo la cantidad necesaria para abastecer a toda la población.

**Tabla 11** Dotación y caudal medio

<b>Población</b>	967	hab
<b>Dotación</b>	170	l/hab/día
<b>F</b>	20.00%	

<b>Qm</b>	2.37942204	l/s
-----------	------------	-----

### 3.5 Resultados de los caudales máximo horario y máximo diario

Con los datos obtenidos se logró obtener el caudal máximo diario y caudal máximo horario, los cuales son necesarios para el diseño de las estructuras hidráulicas del proyecto como: la conducción, tanques de almacenamiento y distribuciones.

Cada resultado de los diferentes caudales está estimado con los 30 años de periodo de diseño. Para el caudal máximo diario se utilizó un factor de mayoración máximo diario de 1.25 y considerando el porcentaje de fugas de un 10% según el nivel de servicio sería  $I_b$  (véase figura 2) Obteniendo como resultado 3.27 l/s (INEN, 1997).

En caso del caudal máximo horario se utilizó el factor de mayoración de 3, teniendo un resultado de 7.13 l/s.

**Tabla 12** Caudal máximo diario

<b>KMD</b>	1.25	
<b>QMD</b>	2.974	l/s
<b>QMD + 10%</b>	3.272	l/s

**Tabla 13** Caudal máximo horario

<b>KMH</b>	3	
<b>QMH</b>	7.138	l/s

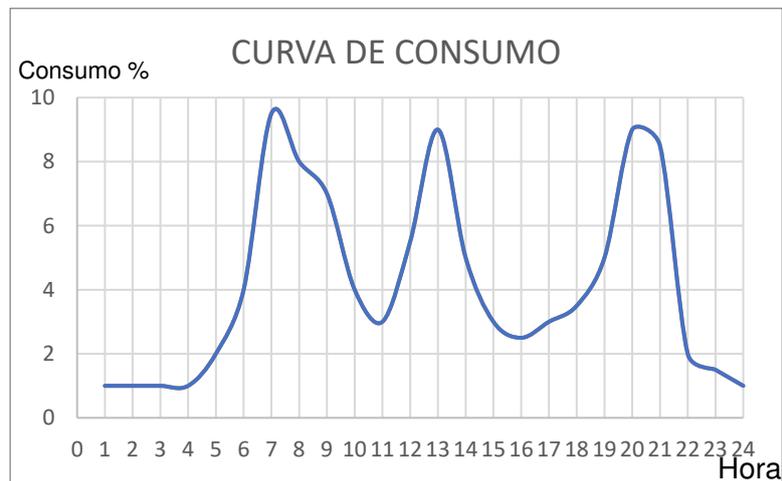
### 3.6 Determinación del volumen del tanque de almacenamiento

Se valoró tomando los datos de consumo y distribución horaria estándar, Por lo general los picos son en horarios de comida ya que el resto del tiempo se dedican a sus actividades diarias fuera de casa.

**Tabla 14** Capacidad del Tanque

<b>HORA</b>	<b>CONSUMO %</b>
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	1.00
5	2.00

6	4.00
7	10.00
8	8.00
9	7.00
10	4.00
11	3.00
12	5.50
13	9.00
14	5.00
15	3.00
16	2.50
17	3.00
18	3.50
19	5.00
20	9.00
21	8.50
22	2.00
23	1.50
24	1.00



**Figura 22.** Curva de consumo del Churo y Aguacate

En la figura 22 se observó que los picos más relevantes son en horarios del desayuno, almuerzo y la cena que es por lo general donde las personas regresan a sus hogares para servirse sus alimentos la otra parte del tiempo realizan sus actividades cotidianas fuera de casa.

La tabla 22 presenta datos de las horas de consumos del tanque de almacenamiento considerando el sistema a gravedad. Las celdas que se encuentra de color amarillo son los déficits mínimos y máximos los cuales nos permitirán encontrar el volumen del tanque.

**Tabla 15** Resultado de la evaluación del volumen de tanque de almacenamiento con suministro por gravedad

HORA	CONSUMO	$\Sigma$ CONSUMO	S (%)	$\Sigma$ S	$\Delta$ (S-C)	$\Sigma\Delta$ (S-C)	V (%)
1	1.00	1.00	4.17	4.17	3.17	3.17	11.17
2	1.00	2.00	4.17	8.33	3.17	6.33	14.33
3	1.00	3.00	4.17	12.50	3.17	9.50	17.50
4	1.00	4.00	4.17	16.67	3.17	12.67	20.67
5	2.00	6.00	4.17	20.83	2.17	14.83	22.83
6	4.00	10.00	4.17	25.00	0.17	15.00	23.00
7	10.00	20.00	4.17	29.17	-5.83	9.17	17.17
8	8.00	28.00	4.17	33.33	-3.83	5.33	13.33
9	7.00	35.00	4.17	37.50	-2.83	2.50	10.50
10	4.00	39.00	4.17	41.67	0.17	2.67	10.67
11	3.00	42.00	4.17	45.83	1.17	3.83	11.83
12	5.50	47.50	4.17	50.00	-1.33	2.50	10.50
13	9.00	56.50	4.17	54.17	-4.83	-2.33	5.67
14	5.00	61.50	4.17	58.33	-0.83	-3.17	4.83
15	3.00	64.50	4.17	62.50	1.17	-2.00	6.00
16	2.50	67.00	4.17	66.67	1.67	-0.33	7.67
17	3.00	70.00	4.17	70.83	1.17	0.83	8.83
18	3.50	73.50	4.17	75.00	0.67	1.50	9.50
19	5.00	78.50	4.17	79.17	-0.83	0.67	8.67
20	9.00	87.50	4.17	83.33	-4.83	-4.17	3.83
21	8.50	96.00	4.17	87.50	-4.33	-8.50	-0.50
22	2.00	98.00	4.17	91.67	2.17	-6.33	1.67
23	1.50	99.50	4.17	95.83	2.67	-3.67	4.33
24	1.00	100.50	4.17	100.00	3.17	-0.50	7.50

Donde:

Columna 1: Intervalos de tiempo.

Columna 2: Consumo horario.

Columna 3: Curva integral de consumo.

Columna 4: Porcentaje de suministro.

Columna 5: Curva integral de suministro.

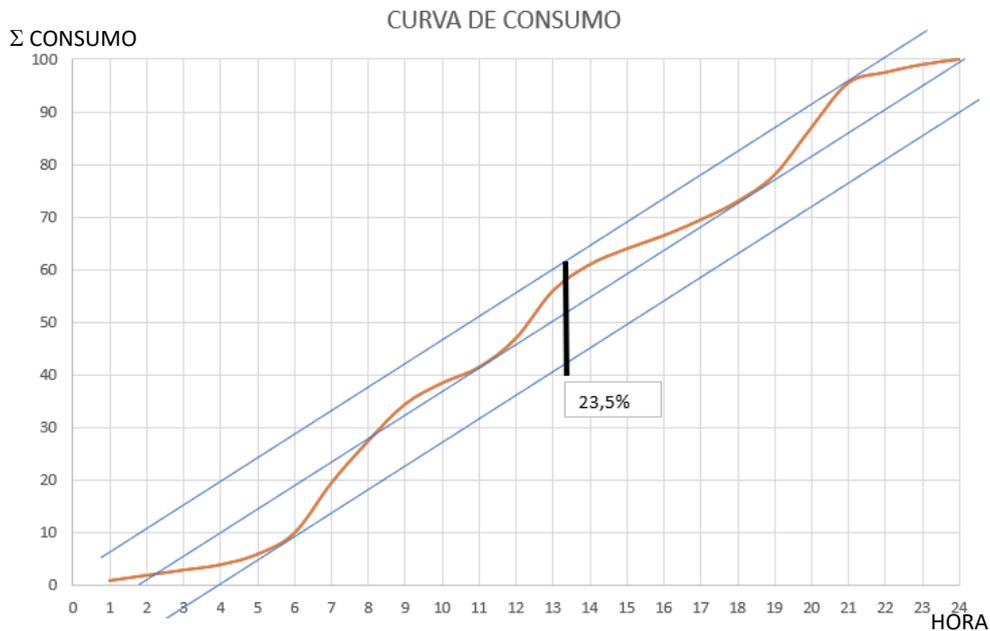
Columna 6: Déficit de suministro horario.

Columna 7: Déficit acumulado.

Columna 8: Porcentaje de volumen horario (López, 2003).

## Curva integral del tanque de almacenamiento

En la **figura 23** es la representación gráfica de la **tabla 22** dando como resultado el 23.5 % de consumo máximo diario.



**Figura 23.** Curva integral del tanque de almacenamiento

**Tabla 16** Resumen de resultados de caudales y volumen.

Caudal máximo horario	3.272	l/s
Caudal máximo horario	0.003	m <sup>3</sup> /s
Caudal máximo horario	282.68	m <sup>3</sup> /día
% Consumo máximo diario	23.50%	
Volumen del tanque	80	m <sup>3</sup>

Se multiplica el porcentaje de consumo diario por el caudal máximo horario para encontrar el volumen del tanque que sería 80 (m<sup>3</sup>) como muestra la **tabla 23**.

## 3.7 Evaluación de alternativas

### Primera Alternativa.

Al visualizar la topografía de los predios de las comunidades el Churo y El Aguacate se evidenció en primera instancia un sistema de abastecimiento por gravedad más un tanque de almacenamiento, gracias a la topografía del lugar, sin embargo, al hacer los respectivos

planos y cálculos se percató que el presupuesto se sale del rango de las comunidades por lo que se presenta una segunda opción.

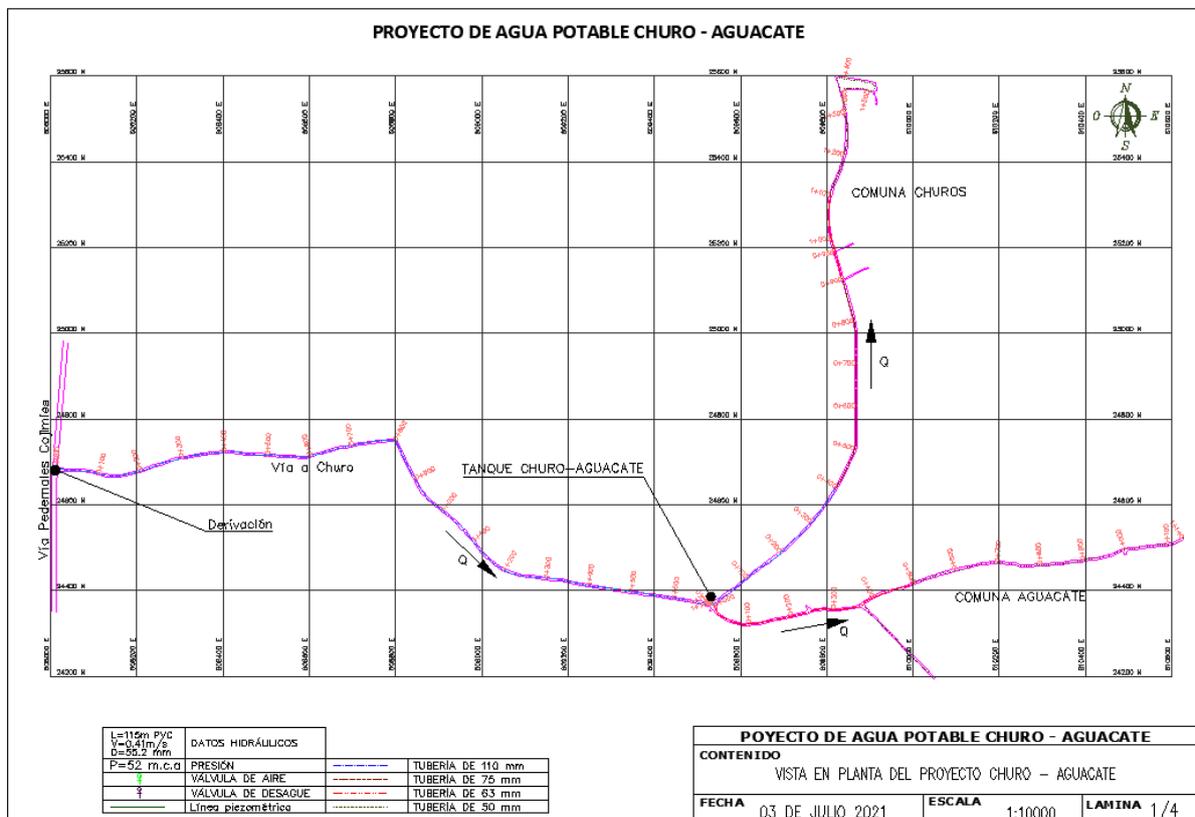
### Segunda Alternativa

Al haberse presentado el problema con respecto al tanque de almacenamiento dentro del sistema, se procedió a rectificar el diseño del mismo, se rediseño los planos para que exista un solo sistema con una bifurcación, una para la comunidad el Churo y la otra para el Aguacate. Se hizo la planimetría y simulación hidráulica de las dos alternativas presentadas.

### 3.8 Elaboración de planos y presupuestos:

Se realizaron planos que constan de: línea de conducción cuando en el sistema existen tanques de almacenamiento, línea de distribución del Churo, línea de distribución del Aguacate, línea de conducción sin el tanque de almacenamiento, también se incluye los diferentes componentes en la red.

Como un adicional se incluyeron planos de componentes y estructura hidráulicas necesarias para la distribución como: instalación de hidrante, instalación de boca de fuego, detalles de conexiones domiciliarias de agua potable, instalación de tubería y accesorios principales.



**Figura 24.** Plano todo el sistema de abastecimiento del Churo y Aguacate

## Simulación desde la derivación hasta el tanque de almacenamiento

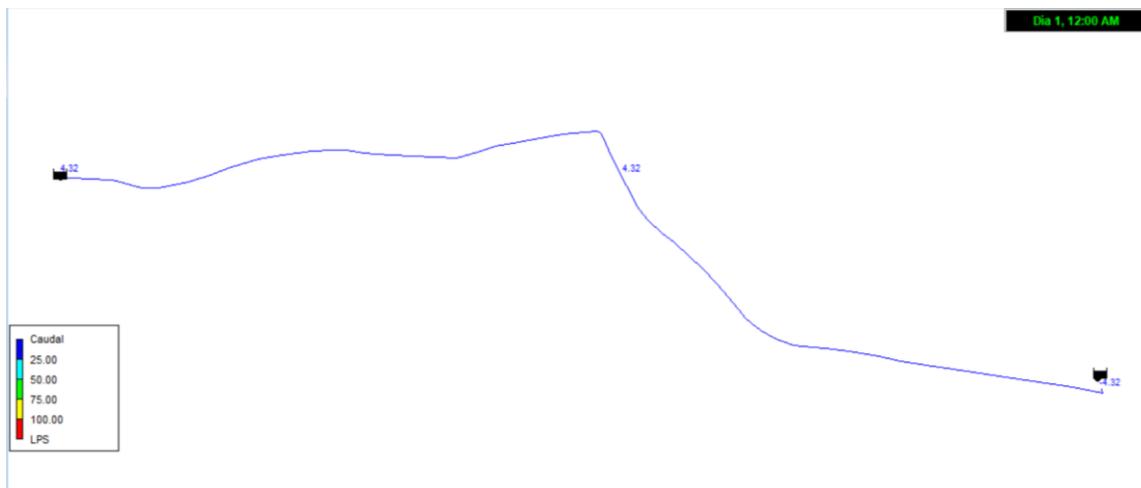
La conducción hacia las comunidades Churo y Aguacate inicia en la derivación de la línea Pedernales con las coordenadas E: 608006.00 N: 24672.00 (COORD UTM WGS84 17N) hacia el tanque de almacenamiento.

**Tabla 17** Tabla de Línea de conducción

ID Línea	Diám (mm)	Rugosidad (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. m/km	Factor de fricción
<b>Tubería 1</b>	90	0.12	4.32	0.68	6.41	0.025

**Tabla 18** Tabla de Nudos de Conducción

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión n1	20.24	0	79.9	59.75
Conexión n2	43.3	0	68.36	25.06



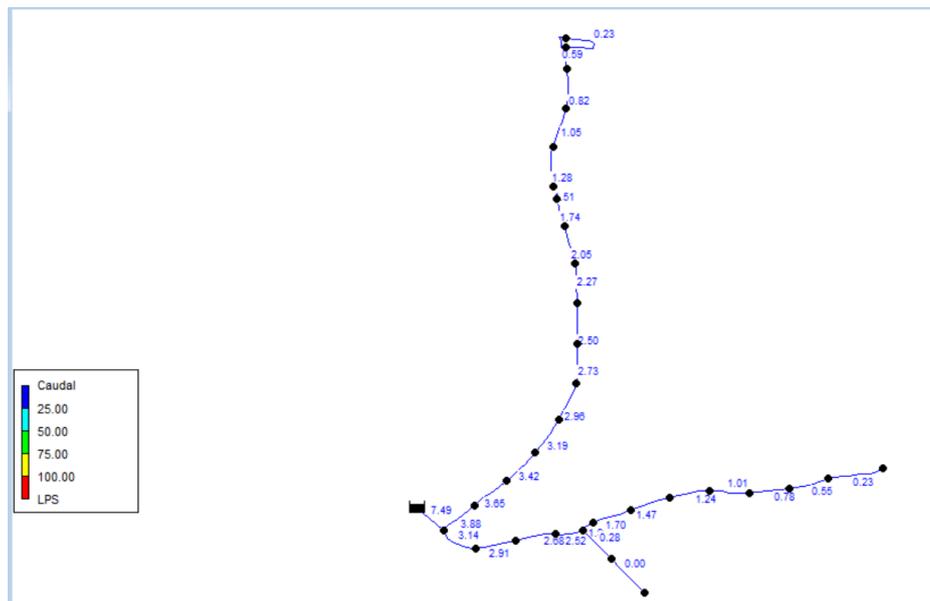
**Figura 25.** Conducción Tramo 1

En la simulación podemos observar que el caudal entrante es el mismo que el saliente, el fin de esta simulación es verificar que llegue el caudal adecuado al tanque de almacenamiento y verificar la ubicación de los accesorios como válvulas de aire y desagüe para que los valores se encuentren dentro de las normativas.

## Simulación desde el tanque de almacenamiento hacia el final de la distribución

En esta simulación podemos observar en la **figura 21** que el caudal es de 7.49 l/s el cual tiene una pequeña diferencia con el caudal máximo horario que en nuestros cálculos resulto

ser 7.13 l/s. La similitud se debe a que son los caudales con el que se valoró el volumen del tanque de almacenamiento.



**Figura 26.** Simulación del tanque de almacenamiento - distribución

**Tabla 19** Tabla de nudos del tanque de conducción – Churo y Aguacate

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m.c.a)
Conexión n1	44.05	0.47	63.76	19.71
Conexión n2	41.8	0.23	63.1	21.3
Conexión n3	40.62	0.23	62.5	21.88
Conexión n4	39.96	0.23	61.98	22.01
Conexión n5	42.3	0.23	61.52	19.22
Conexión n6	42.72	0.23	50.56	17.84
Conexión n7	43.92	0.23	59.73	15.81
Conexión n8	43.22	0.23	59.04	15.82
Conexión n9	45.36	0.22	58.46	13.1
Conexión n10	45.87	0.31	58	12.13
Conexión n11	47.11	0.23	57.35	10.24
Conexión n12	47.45	0.23	57.08	9.63
Conexión n13	44.37	0.23	56.62	12.25
Conexión n14	45.95	0.23	55.64	9.69
Conexión n15	39.63	0.23	55.03	15.4
Conexión n16	34.47	0.36	54.7	20.23
Conexión n17	35.4	0.23	54.6	19.2
Conexión n18	44.4	0.23	61.24	16.84
Conexión n19	42.16	0.23	59.06	16.9
Conexión n20	40.87	0.16	57.2	16.33
Conexión n21	40.02	0.31	56.06	16.04

<b>Conexión n22</b>	39.43	0.23	55.75	16.32
<b>Conexión n23</b>	35.25	0.23	55.75	19.72
<b>Conexión n24</b>	34.86	0.23	54.97	18.26
<b>Conexión n25</b>	38.65	0.23	53.12	13.14
<b>Conexión n26</b>	38.9	0.23	51.79	11.98
<b>Conexión n27</b>	38.68	0.23	50.88	11.64
<b>Conexión n28</b>	37.43	0.32	50.32	12.6
<b>Conexión n29</b>	36.93	0.23	50.03	13.02
<b>Conexión n30</b>	40.63	0.28	49.95	15.35
<b>Conexión n31</b>	41.3	0	55.98	14.68

**Tabla 20** Tabla de Línea de Tanque de almacenamiento - Distribución

<b>ID Línea</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Velocidad (m/)</b>	<b>Factor de fricción</b>
<b>Tubería p1</b>	90	3.88	0.61	0.032
<b>Tubería p2</b>	90	3.75	0.57	0.032
<b>Tubería p3</b>	90	3.42	0.54	0.032
<b>Tubería p4</b>	90	3.19	0.5	0.032
<b>Tubería p5</b>	75	2.96	0.67	0.032
<b>Tubería p6</b>	75	2.73	0.62	0.032
<b>Tubería p7</b>	75	2.5	0.57	0.032
<b>Tubería p8</b>	75	2.27	0.51	0.032
<b>Tubería p9</b>	75	2.05	0.46	0.033
<b>Tubería p10</b>	63	1.74	0.56	0.037
<b>Tubería p11</b>	63	1.51	0.48	0.042
<b>Tubería p12</b>	63	1.28	0.41	0.034
<b>Tubería p13</b>	50	1.05	0.53	0.033
<b>Tubería p14</b>	50	0.82	0.42	0.035
<b>Tubería p15</b>	50	0.59	0.3	0.036
<b>Tubería p16</b>	50	0.23	0.12	0.043
<b>Tubería p17</b>	63	3.14	1.01	0.031
<b>Tubería p18</b>	63	2.91	0.93	0.031
<b>Tubería p19</b>	63	2.68	0.86	0.031
<b>Tubería p20</b>	63	2.52	0.62	0.031
<b>Tubería p21</b>	63	1.93	0.55	0.032
<b>Tubería p22</b>	50	1.47	0.75	0.033
<b>Tubería p23</b>	50	1.24	0.63	0.032
<b>Tubería p24</b>	50	1.01	0.52	0.033
<b>Tubería p25</b>	50	0.78	0.4	0.034
<b>Tubería p26</b>	50	0.55	0.28	0.035
<b>Tubería p27</b>	50	0.23	0.12	0.037
<b>Tubería p28</b>	50	0.28	0.14	0.043
<b>Tubería p29</b>	50	0	0	0.041
<b>Tubería p30</b>	100	7.49	0.49	0

En la tabla 26 y 27 se demuestra que en los nodos existen presiones dentro del intervalo de la normativo que va desde los 10 a 60 (m.c.a), lo que garantiza una buena distribución para la población sin tener la necesidad de colocar una bomba de agua que incrementaría el presupuesto.

### Simulación de red sin tanque de almacenamiento

Se realizó una simulación sin tanque de almacenamiento para reducir costos en cuanto a la construcción del mismo. No se tuvo mayor problema ya que solo varía en los diámetros y se logra obtener presiones y velocidades bajo la normativa como muestra la figura 29, tabla 27 y 28.

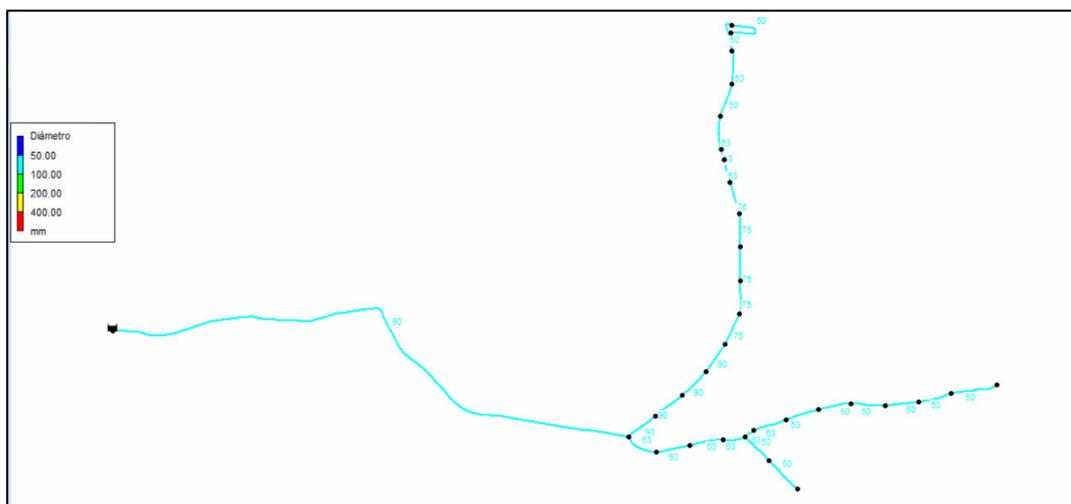


Figura 27. Simulación sin tanque de almacenamiento

Tabla 21 Tabla Nudo de sistema sin tanque de almacenamiento

ID Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión n1	20.24	0.47	79.9	58.7
Conexión n2	43.3	0.47	23.4	23.8
Conexión n3	44.05	0.47	63.76	19.71
Conexión n4	41.8	0.23	63.1	21.3
Conexión n5	40.62	0.23	62.5	21.88
Conexión n6	39.96	0.23	61.98	22.01
Conexión n7	42.3	0.23	61.52	19.22
Conexión n8	42.72	0.23	50.56	17.84
Conexión n9	43.92	0.23	59.73	15.81
Conexión n10	43.22	0.23	59.04	15.82
Conexión n11	45.36	0.22	58.46	13.1
Conexión n12	45.87	0.31	58	12.13
Conexión n13	47.11	0.23	57.35	10.24

Conexión n14	47.45	0.23	57.08	9.63
Conexión n15	44.37	0.23	56.62	12.25
Conexión n16	45.95	0.23	55.64	9.69
Conexión n17	39.63	0.23	55.03	15.4
Conexión n18	34.47	0.36	54.7	20.23
Conexión n19	35.4	0.23	54.6	19.2
Conexión n20	44.4	0.23	61.24	16.84
Conexión n21	42.16	0.23	59.06	16.9
Conexión n22	40.87	0.16	57.2	16.33
Conexión n23	40.02	0.31	56.06	16.04
Conexión n24	39.43	0.23	55.75	16.32
Conexión n25	35.25	0.23	55.75	19.72
Conexión n26	34.86	0.23	54.97	18.26
Conexión n27	38.65	0.23	53.12	13.14
Conexión n28	38.9	0.23	51.79	11.98
Conexión n29	38.68	0.23	50.88	11.64
Conexión n30	37.43	0.32	50.32	12.6
Conexión n31	36.93	0.23	50.03	13.02
Conexión n32	40.63	0.28	49.95	15.35
Conexión n33	41.3	0	55.98	14.68

**Tabla 22** Tabla de Líneas de sistema sin tanque de almacenamiento

ID Línea	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/)	Factor de fricción
Tubería p01	110	7.49	0.7	0.025
Tubería p1	90	3.88	0.61	0.032
Tubería p2	90	3.75	0.57	0.032
Tubería p3	90	3.42	0.54	0.032
Tubería p4	75	2.73	0.5	0.032
Tubería p5	75	2.96	0.67	0.032
Tubería p6	75	2.73	0.62	0.032
Tubería p7	75	2.5	0.57	0.032
Tubería p8	75	2.27	0.51	0.032
Tubería p9	75	2.05	0.46	0.033
Tubería p10	63	1.74	0.56	0.037
Tubería p11	63	1.51	0.48	0.042
Tubería p12	63	1.28	0.41	0.034
Tubería p13	50	1.05	0.53	0.033
Tubería p14	50	0.82	0.42	0.035
Tubería p15	50	0.59	0.3	0.036
Tubería p16	50	0.23	0.12	0.043
Tubería p17	63	3.14	1.01	0.031
Tubería p18	63	2.91	0.93	0.031
Tubería p19	63	2.68	0.86	0.031
Tubería p20	63	2.52	0.62	0.031

<b>Tubería p21</b>	63	1.93	0.55	0.032
<b>Tubería p22</b>	50	1.47	0.75	0.033
<b>Tubería p23</b>	50	1.24	0.63	0.032
<b>Tubería p24</b>	50	1.01	0.52	0.033
<b>Tubería p25</b>	50	0.78	0.4	0.034
<b>Tubería p26</b>	50	0.55	0.28	0.035
<b>Tubería p27</b>	50	0.23	0.12	0.037
<b>Tubería p28</b>	50	0.28	0.14	0.043
<b>Tubería p29</b>	50	0	0	0.041
<b>Tubería p30</b>	100	7.49	0.49	0

### 3.9 Presupuestos

El presupuesto referencial del diseño fue basado en rubros unitarios dados por la EPMAPS. En la siguiente tabla se tiene el detalle por cada tramo de la estructura, la cual contiene costos de materiales, la instalación y el transporte incluidos en el precio. La razón por que se tiene dos presupuestos es para economizar en la estructura hidráulica que es el tanque de almacenamiento ya que es posible tener una buena distribución sin la estructura.

**Tabla 23** Valoración de costos en alternativas

<b>COSTOS ANALISADOS EN LAS DOS ALTERNATIVAS</b>	
<b>Primer presupuesto:</b>	<b>165,102. 19 USD.</b>
<b>Segundo presupuesto:</b>	<b>161,925.15 USD.</b>

**Tabla 24** Presupuesto de alternativa 1 del sistema incluido el tanque de almacenamiento

<b>PROYECTO CHURO Y AGUACATE</b>					
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL 1</b>					
<b>RUBRO</b>		<b>DETALLE</b>			
<b>1.1</b>	<b>DERIVACIÓN DE CAUDAL</b>	<b>UNID</b>	<b>CANT</b>	<b>PRECIO U</b>	<b>TOTAL</b>
	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	4.00	2.20	8.80
	FRACTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTO ASFALSTICO	m2	4.00	14.82	59.28
	EXCAVACION A MANO EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO	m3	8.00	14.77	118.16
	CORTE TUBERIA ACERO EN CAMPO	m	1.00	71.22	71.22
	VALVULA COMPUERTA 12"	u	2.00	1,244.45	2,488.90
	INSTALACION VALVULA COMPUERTA 12"	u	2.00	40.95	81.90
	CAJA DE VALVULA 12" (MAT/TRANS/INST)	u	1.00	31.93	31.93
	CAJA DE REVISION (0.80X0.80X1.00)	u	1.00	91.52	91.52
	TEE ACERO 04X12X12"	u	1.00	495.27	495.27

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO	m3	8.00	9.50	76.00
<b>1.2 LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1,816.00	2.20	3,995.20
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1,816.00	1.22	2,215.52
EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2,724.00	6.29	17,133.96
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 090MM (MAT/TRANS/INST)	m	1,716.00	5.93	10,175.88
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 160MM (MAT/TRANS/INST)	m	100.00	14.72	1,472.00
RELLENO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	2,179.20	3.36	7,322.11
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	544.80	8.14	4,434.67
VALVULA DE AIRE 1" (MAT/TRNAS/INST)	u	5.00	139.20	696.00
TEE ACERO 04X04X04"	u	3.00	192.45	577.35
REDUCCION ACERO 02" A 04"	u	3.00	107.06	321.18
VALVULA COMPUERTA 02	u	3.00	121.75	365.25
CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	1.00	24.48	24.48
CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	1.00	63.84	63.84
<b>1.3 DISTRIBUCIÓN EL CHURO</b>				
DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1,551.21	2.20	3,412.66
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1,551.21	1.22	1,892.48
EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2,332.82	6.29	14,673.44
TUBERIA PVC U/E 0.80MPA 090MM (MAT/TRANS/INST)	m	400.00	6.91	2,764.00
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	497.00	5.13	2,549.61
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	203.00	5.13	1,041.39
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 050MM (MAT/TRANS/INST)	m	455.00	3.00	1,365.00
RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	1,866.52	3.36	6,271.51
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	466.56	8.14	3,797.80
VALVULA DE AIRE 1/2" (MAT/TRNAS/INST)	u	5.00	139.20	696.00
TEE ACERO 04X04X04"	u	1.00	192.45	192.45
TEE ACERO 02X02X03"	u	4.00	131.85	527.40
VALVULA COMPUERTA 02	u	5.00	121.75	608.75
CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	5.00	24.48	122.40
CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	5.00	63.84	319.20
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 1/2" (MAT/INST)	u	100.00	182.79	18,279.00
<b>1.4 DISTRIBUCIÓN EL AGUACATE</b>				
DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1,359.30	2.20	2,990.46
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1,359.30	1.22	1,658.35

EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2,038.95	6.29	12,825.00
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	500.00	5.13	2,565.00
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 050MM (MAT/TRANS/INST)	m	859.30	3.00	2,577.90
RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	1,631.16	3.36	5,480.70
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	407.79	8.14	3,319.41
VALVULA DE AIRE 1/2" (MAT/TRNAS/INST)	u	4.00	139.20	556.80
TEE ACERO 02X02X03"	u	2.00	131.85	263.70
VALVULA COMPUERTA 02	u	4.00	121.75	487.00
CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	1.00	24.48	24.48
CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	1.00	63.84	63.84
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 1/2" (MAT/INST)	u	100.00	182.79	18,279.00
<b>1.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
VALVULA FLOTADOR 02" (MAT/TRANS/INST)	u	1.00	85.68	85.68
TANQUE - LAMINA E ACERO ASTM 283	m2	86.16	6.69	576.4104
PASARELA	m2	129.50	5.20	673.4
VALVULA CHECK 02" (MAT/TRANS/INST)	u	1.00	92.69	92.69
ESTRUCTURA I 4x 4 x 10	kg	120.00	3.70	444
PROTECCION ESCALERA MARINERA D=0.8M VARILLA 12MM (PROVISION, MONTAJE, PINTADA)	u	26.98	5.35	144.343
TUBERIA PVC DE PRESION D=200MM	m	1.00	20.31	20.31
VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	2.00	106.6	213.2
VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	2.00	106.6	213.2
TECHO - ACERO ASTM 283 Gr diámetro 20 "	kg	53.94	2.31	124.6014
PERFIL L 50X50X6MM X0.3M (PROVISION Y MONTAJE)	u	6.43	12.24	78.7032
FONDO - ACERO ASTM 283 Gr 13 x 2.34	kg	53.94	2.31	124.6014
Ventilación	u	3.00	1600	
TUBERIA PVC ROSCABLE 1 1/2" (PROVISION E INSTALACION)	m	48.00	8.04	385.92
<b>TOTAL</b>				165,102.19

(EPMAPS-Q, 2009).

**Tabla 25** Presupuesto de alternativa 2 del sistema incluido el tanque de almacenamiento

PROYECTO CHURO Y AGUACATE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL 2					
RUBRO		DETALLE			
1.1	DERIVACIÓN DE CAUDAL	UNID	CANTI	PRECIO U.	PRECIO T.
	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	4,00	2,20	8,80
	ROTURA Y REPOSICION DE PAVIMENTO ASFALSTICO	m2	4,00	14,82	59,28
	EXCAVACION A MANO EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO	m3	8,00	14,77	118,16
	CORTE TUBERIA ACERO EN CAMPO	m	1,00	71,22	71,22
	VALVULA COMPUERTA 12"	u	2,00	1.244,45	2.488,90
	INSTALACION VALVULA COMPUERTA 12"	u	2,00	40,95	81,90
	CAJA DE VALVULA 12" (MAT/TRANS/INST)	u	1,00	31,93	31,93
	CAJA DE REVISION (0.80X0.80X1.00)	u	1,00	91,52	91,52
	TEE ACERO 04X12X12"	u	1,00	495,27	495,27
	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO	m3	8,00	9,50	76,00
<b>1.2</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1.816,00	2,20	3.995,20
	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1.816,00	1,22	2.215,52
	EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2.724,00	6,29	17.133,96
	TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 090MM (MAT/TRANS/INST)	m	1.716,00	5,93	10.175,88
	TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 160MM (MAT/TRANS/INST)	m	100,00	14,72	1.472,00
	RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	2.179,20	3,36	7.322,11
	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	544,80	8,14	4.434,67
	VALVULA DE AIRE 1/2" (MAT/TRNAS/INST)	u	5,00	139,20	696,00
	TEE ACERO 04X04X04"	u	3,00	192,45	577,35
	REDUCCION ACERO 02" A 04"	u	3,00	107,06	321,18
	VALVULA COMPUERTA 02	u	3,00	121,75	365,25
	CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	1,00	24,48	24,48
	CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	1,00	63,84	63,84
<b>1.3</b>	<b>DISTRIBUCIÓN EL CHURO</b>				
	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1.551,21	2,20	3.412,66
	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1.551,21	1,22	1.892,48
	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2.332,82	6,29	14.673,44
	TUBERIA PVC U/E 0.80MPA 090MM (MAT/TRANS/INST)	m	400,00	6,91	2.764,00
	TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	497,00	5,13	2.549,61
	TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	203,00	5,13	1.041,39

TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 050MM (MAT/TRANS/INST)	m	455,00	3,00	1.365,00
RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	1.866,52	3,36	6.271,51
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	466,56	8,14	3.797,80
VALVULA DE AIRE 1/2" (MAT/TRNAS/INST)	u	5,00	139,20	696,00
TEE ACERO 04X04X04"	u	1,00	192,45	192,45
TEE ACERO 02X02X03"	u	4,00	131,85	527,40
VALVULA COMPUERTA 02	u	5,00	121,75	608,75
CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	5,00	24,48	122,40
CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	5,00	63,84	319,20
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 1/2" (MAT/INST)	u	100,00	182,79	18.279,00
<b>1.4</b>	<b>DISTRIBUCIÓN EL CHURO</b>			
DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	1.359,30	2,20	2.990,46
REPLANTEO Y NIVELACION	m2	1.359,30	1,22	1.658,35
EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO ALTAMENTE CONSOLIDADO)	m3	2.038,95	6,29	12.825,00
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 063MM (MAT/TRANS/INST)	m	500,00	5,13	2.565,00
TUBERIA PVC U/E 1.00MPA 050MM (MAT/TRANS/INST)	m	859,30	3,00	2.577,90
RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE EXCAVACION	m3	1.631,16	3,36	5.480,70
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	407,79	8,14	3.319,41
VALVULA DE AIRE 1/2" (MAT/TRNAS/INST)	u	4,00	139,20	556,80
TEE ACERO 02X02X03"	u	2,00	131,85	263,70
VALVULA COMPUERTA 02	u	4,00	121,75	487,00
CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	u	1,00	24,48	24,48
CAJA DE REVISION (0.60X0.60X0.60)	u	1,00	63,84	63,84
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 1/2" (MAT/INST)	u	100,00	182,79	18.279,00
<b>1.5</b>	<b>TOTAL</b>	<b>161,925.15</b>		

(EPMAPS-Q, 2009)

## Socialización

Se realizó una visita técnica a la asociación de dirigentes de la comunidad de El Aguacate y El Churo para presentar y explicar los planos del abastecimiento y sistema de conducción que fueron diseñados como primera instancia al tener molestias por el presupuesto se realizó la segunda propuesta la cual se volvió a presentar a la comunidad, se decidió dejar las dos propuestas para que las autoridades pertinentes decidan implementar una de las dos alternativas ya que en las dos opciones se presenta que no existe complicación alguna.

Al tener la reunión vía zoom con el comité propuesto por cada comunidad se procedió a presentar las dos alternativas planteadas en este proyecto, y a través del dialogo con la comunidad para dar a conocer la mejor alternativa que como proyectistas de este proyecto se logró identificar técnicamente, la cual estará acorde al presupuesto y materiales que estén al alcance monetario de cada comité.

## **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- Se calculó la población futura de las comunidades Churo y Aguacate por el método logarítmico a partir de la recopilación de datos en la visita técnica y censos poblacionales, lo que permitió la obtención del caudal medio diario y máximo horario para la población de abastecimiento.
- La toma de puntos topográficos en la visita técnica que se realizó, permitió dimensionar la red de conducción, el lugar donde iría el reservorio y la red de distribución, incluso la topografía obtenida fue útil para dar una segunda opción que sería la misma red, pero sin la estructura hidráulica que es el tanque de almacenamiento, logrando mantener todos los parámetros bajo la normativa en la que se trabajó.
- Gracias a las simulaciones ejecutadas en el programa Epanet se lograron elaborar los planos con una mejor guía para los accesorios como las válvulas de aire ya que se evidenciaba en que nudo existía mayor presión.
- En cuanto a los presupuestos, se lograron economizar eliminando el tanque de almacenamiento, la disminución no fue tan notoria, pero se logró que el sistema de abastecimiento funcione correctamente sin la estructura.
- Debido a la situación económica y la situación de emergencia sanitaria que se atraviesa la entrega de resultados y memoria técnica del proyecto se realizaron por vía Zoom.
- Por medio de los cálculos de los precios referenciales de cada alternativa se seleccionó que la más aceptable es la segunda ya que cumple con todas las características técnicas y también se acoge al presupuesto monetario de la comunidad.
- Dentro del análisis hidráulico de todo el sistema se encontraron los puntos críticos, es decir los puntos con menor pendiente y mayor pendiente, la valoración de implementar en estos los accesorios y componentes que cumplir con cada requerimiento de la red y dependiendo de la longitud que se obtuvo de cada conducción.

- También en el análisis se percato de las presiones y velocidad cumplan con los parámetros de diseños mencionados en la normativa de construcción de sistemas de agua potable, dando como resultado un sistema en el que todas las conducciones cumplan con el limite tanto en velocidad como en cargas de presión.
- Para finalizar de las dos alternativas analizadas se logro estimar dos presupuestos referenciales, la primera alternativa con: 165,102. 19 USD. y la segunda alternativa con: 161,925.15 USD.

## 4.2 Recomendaciones

- En cuanto a la recolección de datos de la población se obtendría con mayor facilidad realizando una encuesta a todos los moradores de las comunidades para que el margen de error sea mínimo, ya que es un dato base del cual se va obteniendo la demás información como son: caudal medio, caudal máximo horario y caudal máximo diario.
- Se recomienda diseñar el sistema de abastecimiento mínimo con un tanque de almacenamiento ya que se evitaría cortes repentinos por motivos de daños o manteamientos en la línea principal, a su vez la población tendría un caudal reservado para futuras necesidades extraordinarias como un incendio.
- Una de las recomendaciones sería analizar el agua, a pesar de que la captación se realiza de una línea que transporta agua potabilizada apta para consumo humano, el implementar todo un sistema nuevo a esa red ya compromete a la desinfección del recurso.
- Es necesario basarse en presupuestos que ya se han aplicado en proyectos realizados debido a que sus precios son más actualizados y el presupuesto no va a tener una gran variación al momento de ser aplicado.
- Para que el tanque de almacenamiento no se construya con una altura exagerada se recomiendo la implementación de un sistema de bombeo el cual optimizaría el sistema distribución.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Google Earth. (marzo de 2021). earth.google.com. Obtenido de earth.google.com: <https://earth.google.com/web/@0.22209533,-80.01740494,21.35142173a,4792.90393012d,30y,0h,0t,0r>

- Aguero, R. (2004). Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento. Obtenido de Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento.: <https://docplayer.es/21216369-Procedimientos-para-la-operacion-y-mantenimiento-de-captaciones-y-reservorios-de-almacenamiento.html>
- AVINA, C. . (2012). Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, módulo 5. Obtenido de Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, módulo 5: <https://www.avina.net/avina/wp-content/uploads/2013/03/MODULO-5-OK.pdf>
- AWWA. (2016). Manual of Water Supply Practices Air Vacuum M51. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION . Obtenido de Manual of Water Supply Practices Air Vacuum M51.
- Cardenas Jaramillo, D. L., & Patiño Guaraca , F. E. (2010). UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA . Obtenido de UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA : <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- CONAGUA. (2002). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. . Obtenido de Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA%20s.f.%20Conducciones.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.%20Conducciones.pdf)
- CONAGUA. (2019). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Obtenido de Diseño de redes de distribución de agua potable: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%20de%20agua%20potable.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador (Const). (2008). 12, Art. Ciudad Alfaro, Montecristi. Obtenido de <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
- ECUADOR-CEPAL. (2012). Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador. Revista N2, 4.
- EPMAAP-Q. (2009). Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q. Obtenido de [http://desintecsa.com/Normativas/Ingenierias/NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](http://desintecsa.com/Normativas/Ingenierias/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)

- Evangelista, C. (2012). Control de sistemas no lineales por modos deslizantes de segundo orden. La Plata.
- GADM Pedernales. (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Obtenido de Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1360027830001\\_DOCUMENTO%20FINAL%2010%20DE%20AGOSTO\\_30-10-2015\\_22-58-23.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360027830001_DOCUMENTO%20FINAL%2010%20DE%20AGOSTO_30-10-2015_22-58-23.pdf)
- Iglesias, M. S. (30 de junio de 2016). EADIC. Obtenido de EADIC: <https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/#:~:text=Una%20Red%20de%20Distribuci%C3%B3n%20de,o%20edificaciones%20de%20un%20desarrollo>
- INEC, I. N. (20 de 07 de 2021). Instituto Nacional de Estadística y Censo. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censo: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEN 1108. (2011). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. Obtenido de INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: [https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/HA\\_SH01a4.dir/doc.pdf](https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocin/index/assoc/HA_SH01a4.dir/doc.pdf)
- INEN, I. E. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En I. E. Normalización, Instituto Ecuatoriano de Normalización (pág. CPE INEN 5 Parte 9.1:1992). Quito - Ecuador.
- Jaramillo D., P. F. (Octubre de 2010). Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute. Obtenido de Estudios y Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Jiménez, J. T. (30 de julio de 2016). Sistema de abastecimiento de agua . Obtenido de Sistema de abastecimiento de agua : <http://sistemadeabastecimientojoze.blogspot.com/>
- López, R. A. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de INgeniería.

- López, S. (27 de octubre de 2020). Presidenta de la junta parroquial. (K. C. Leydy Molina, Entrevistador)
- Merizalde, S. (2017). Propuesta de potabilización del sistema de agua potable de la parroquia pedernales. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Molina Molina, L. F., & Cisneros, K. (08 de 2021). Quito .
- Moreno, P. (Agosto de 2015). Retos sobre la problemática del abastecimiento de agua potable a nivel mundial, nacional y en Ciudad Juárez. Ciudad Juárez: CULCyT. Obtenido de Culcyt/Agua potable.
- MUÑOZ, H. S., & CARIILLO BERNAL, M. F. (24 de noviembre de 2016). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14039/4/DISE%C3%91O%20HIDR%C3%81ULICO%20DE%20UNA%20PLANTA%20DE%20POTABILIZACI%C3%93N%20DE%20AGUA%20EN%20LA%20VEREDA%20DE%20SAN%20ANTONIO%20DE%20ANAPOIMA.pdf>
- Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. (2003). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN INEN 5. Obtenido de CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN INEN 5: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe\\_inen\\_5%20Parte\\_9-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf)
- Orellana, J. (2005). Abastecimiento de agua potable. Obtenido de Abastecimiento de agua potable: [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_05\\_Abastecimiento\\_de\\_Agua\\_Potable.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_05_Abastecimiento_de_Agua_Potable.pdf)
- Pérez, L. R. (2017). Gestión de agua y saneamiento sostenible. Obtenido de Gestión de agua y saneamiento sostenible: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conduccion-por-gravedad>
- Pittman, R. A. (Diciembre de 1997). Agua potable para poblaciones rurales . Obtenido de Agua potable para poblaciones rurales : [https://www.academia.edu/16505974/Agua\\_potable\\_para\\_poblaciones\\_rurales\\_sistemas\\_de\\_abastecim?email\\_work\\_card=title](https://www.academia.edu/16505974/Agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim?email_work_card=title)

- Proaño, P., Capito, L., Rosales, A., & Camacho, O. (2017). A dynamical sliding mode control approach for long deadtime systems. International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT) . IEEE.
- Reyes Reyes, K. (2019). Diseño de la red de distribución de agua potable de Recinto Mmanantiale del cantón Montecristi- Provincia de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2007/1/unesum-ecuador-ing.civil-2019-90.pdf>
- Ricardo Alfredo López Cualla. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados; Segunda Edición. En R. A. Cualla, Capítulo 3. Población de diseño (págs. 43; 47-48). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Santamaría, M. F. (marzo de 2018). Obtenido de <file:///C:/Users/CLIENTE/Downloads/Pazmi%C3%B1o%20Santamar%C3%ADa,%20Mar%C3%ADa%20Fernanda..pdf>
- Secretaría del Agua . (04 de 2014). Obtenido de [https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_rural\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf)
- SENAGUA. (2016). Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. En Código Ecuatoriano e la construcción.
- SENPLADES. (2014). Cartografía Básica. Pedernales.
- SENPLADES. (Julio de 2014). SENDPLADES. Obtenido de SENDPLADES: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/FOLLETO-Agua-SENPLADES.pdf>
- Simón, U. M. (2021). Estudios preliminares - Ingeniero Ambiental . Obtenido de Estudios preliminares - Ingeniero Ambiental : <http://www.ingenieroambiental.com/3007/almacenamiento.pdf>
- SNI. (15 de 05 de 2015). Diagnóstico Biofísico . Obtenido de Diagnóstico Biofísico : [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1360046700001\\_DIAGN%C3%93STICO%20COJIM%C3%8DES\\_15-05-2015\\_21-29-32.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360046700001_DIAGN%C3%93STICO%20COJIM%C3%8DES_15-05-2015_21-29-32.pdf)
- Topographic-map.com. (marzo de 2021). Topographic-map.com. Obtenido de Topographic-map.com: <https://es-ec.topographic-map.com/maps/np7x/Cojimies/>

USAID. (2006). Perfil para la zona del estuario de cojimies. Obtenido de [https://www.crc.uri.edu/download/Cojimies\\_final-1.pdf](https://www.crc.uri.edu/download/Cojimies_final-1.pdf)

Villacreses, M. G. (2014). Estudio y Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Gravedd para las localidades de Nitòn y Chiquicha. Ambato.

Zambrano, F. G. (28 de 10 de 2015). COJIMÌES 2014-2019 INTEGRADO. Obtenido de COJIMÌES 2014-2019 INTEGRADO: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1360046700001\\_PDOT%20COJIM%C3%8CES%202014-2019%20INTEGRADO\\_28-10-2015\\_14-20-05.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360046700001_PDOT%20COJIM%C3%8CES%202014-2019%20INTEGRADO_28-10-2015_14-20-05.pdf)