



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN  
EL BARRIO CHANTILÍN CHICO, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE  
COTOPAXI

VARGAS VARGAS BYRON FERNANDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA  
POTABLE EN EL BARRIO CHANTILÍN CHICO, CANTÓN  
SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

VARGAS VARGAS BYRON FERNANDO  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO  
CHANTILÍN CHICO, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

VARGAS VARGAS BYRON FERNANDO  
INGENIERO CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 21 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA  
21 de febrero de 2022

# Ampliación de la Red de Distribución de Agua Potable en el barrio Chantilín Chico, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi

*por Byron Vargas*

---

**Fecha de entrega:** 09-feb-2022 11:49a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1750735626

**Nombre del archivo:** e\_Distribuci\_n\_de\_Agua\_Potable\_en\_el\_barrio\_Chantil\_n\_Chico.docx (2.17M)

**Total de palabras:** 3260

**Total de caracteres:** 15972

# Ampliación de la Red de Distribución de Agua Potable en el barrio Chantilín Chico, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

1%

★ descierito.com

Fuente de Internet

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, VARGAS VARGAS BYRON FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Ampliación de la Red de Distribución de Agua Potable en el barrio Chantilín Chico, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

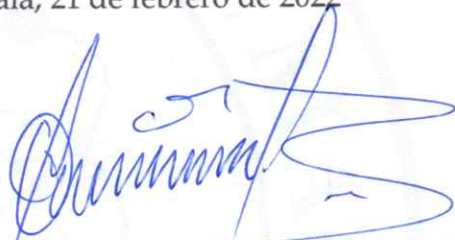
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de febrero de 2022



VARGAS VARGAS BYRON FERNANDO  
0503958175

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo práctico a DIOS, a mi familia y muchos amigos. Un especial sentimiento de gratitud a mis amados padres, Rafael y María Vargas, quienes me dieron palabras de aliento y empuje a la tenacidad. Mis hermanas Alicia, Rocío y mis hermanos Cristian, Arcesio, Armando, Diego, Alex y Lenin que nunca se han separado de mi lado y son muy especiales para mi vida.

También dedico este trabajo a mis muchos amigos y familiares de la iglesia que han me apoyó durante todo el proceso, siempre apreciaré todo lo que han hecho.

Byron Fernando Vargas Vargas

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mis padres Rafael y María, cuyo amor y apoyo constantes me mantienen motivado y confiado. Se merecen una gratitud infinita por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia se puede lograr muchas cosas.

A mis hermanas y hermanos quienes siempre me han dado orientación para que tenga éxito. Mis logros y éxitos se deben a que creyeron en mí.

A mi tutor Ing. Fredy Alejandro Aguirre por su paciencia, orientación y apoyo, me he beneficiado enormemente de su gran conocimiento. Ha sido muy importante para culminar este trabajo.

Un agradecimiento muy especial a mis amigos de la UTMACH; Dayana Velepucha, Mishel Preciado, Joel Montaña, Javier Jaramillo, Yener Ríos, Christopher Salazar y Jefferson Quevedo a quienes siempre les recordaré con mucha estima y aprecio ya que gracias a ellos pasé mis mejores momentos en el transcurso de mis estudios.

Byron Fernando Vargas Vargas



## RESUMEN

El presente trabajo contiene una solución viable a la falta de agua potable en los barrios periféricos del cantón Saquisilí, en donde la ciudadanía ha sufrido por el desabastecimiento de este servicio que no ha permitido un adecuado desarrollo socio económico en esta localidad, por ello, se planteó la “Ampliación de Redes de Agua Potable en el Barrio Chantilín Chico, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi” y por consiguiente se efectuó el estudio y diseño del proyecto con la finalidad de que el gobierno local pueda hacer frente en la dotación de este servicio básico. Por ende, se ha regido al proceso correspondiente que debe cumplirse el estudio un proyecto, que consiste; en los cálculos de la población futura que se realizó por el método de saturación, es decir, se ha multiplicado el promedio de personas por hogar determinado por la INEC por el número de lotes que ha definido de acuerdo al ordenamiento territorial el Departamento de Planificación de Municipio de Saquisilí. Además, se realizaron los cálculos de caudal máximo diario, caudal máximo horario, caudal de diseño, demandas en cada malla y otros más que llevaron al diseño final, tomando en cuenta las recomendaciones del caso y los criterios establecidos de la normativa asignada por la SENAGUA.

La propuesta de diseño de redes de agua potable para el barrio Chantilín Chico beneficiará a muchas familias, ya que pueden valerse de este estudio para solicitar la ejecución de dicho proyecto al gobierno local, quienes son encargados de la obra pública.

Palabras Claves: Agua Potable, Población Futura, Caudal de Diseño, Acometida.

## SUMMARY

The present work contains a viable solution to the lack of drinking water in the peripheral neighborhoods of the Saquisilí canton, where the citizens have suffered from the lack of supply of this service that has not allowed an adequate socio-economic development in this locality, therefore, the "Extension of Drinking Water Networks in the Chantilín Chico Neighborhood, Saquisilí Canton, Cotopaxi Province" was proposed and therefore the study and design of the project was carried out with the purpose that the local government can cope in the provision of this basic service. Therefore, it has been governed to the corresponding process that must be fulfilled the study of a project, which consists in the calculations of the future population that was made by the saturation method, that is, it has been multiplied the average number of people per household determined by the INEC by the number of lots that has been defined according to the land use planning of the Planning Department of the Municipality of Saquisilí. In addition, calculations were made for maximum daily flow, maximum hourly flow, design flow, demands in each mesh and others that led to the final design, taking into account the recommendations of the case and the criteria established in the regulations assigned by SENAGUA.

The proposal for the design of drinking water networks for the Chantilín Chico neighborhood will benefit many families, since they can use this study to request the execution of the project to the local government, which is in charge of public works.

Keywords: Potable Water, Future Population, Design Flow, Connections.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
<i>Objetivo General:</i> .....	<b>6</b>
<i>Objetivos Específicos:</i> .....	<b>6</b>
<b>DESARROLLO</b> .....	<b>7</b>
<b>1. UBICACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	<b>7</b>
<b>3. NORMAS APLICABLES</b> .....	<b>8</b>
<b>4. SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> .....	<b>8</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONTEMPLADO EN EL DISEÑO .....	<b>8</b>
4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	<b>9</b>
4.3. PERIODO DE DISEÑO .....	<b>9</b>
4.4. POBLACIÓN.....	<b>9</b>
4.5. DOTACIÓN .....	<b>10</b>
4.6. VARIACIONES DE CONSUMO .....	<b>10</b>
4.7. CAUDAL DE DISEÑO $q$ .....	<b>11</b>
4.8. PREDISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED .....	<b>12</b>
4.9. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	<b>14</b>
<b>CONCLUSIONES:</b> .....	<b>14</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>15</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>16</b>
<b>CÁLCULOS DEL CAUDAL DE DISEÑO</b> .....	<b>16</b>
1.2. DOTACIÓN .....	<b>16</b>

## INTRODUCCIÓN

El agua potable es un elemento vital para el desarrollo de nuestras vidas y un servicio básico que según la Asamblea de las Naciones Unidas reconoce como un derecho humano. [1] Por cuanto, estos proyectos deben primar en planes de política pública en donde los gobiernos locales deben dotar de este servicio en cada sector con calidad y eficiencia, buscando mecanismos para llegar a cubrir de este servicio en todo lugar. [2]

En el Ecuador una de las metas de los Objetivos del Desarrollo Sostenible es que toda la población tenga acceso a este líquido vital y en condiciones adecuadas, por ello la Secretaría de Agua (SENAGUA) y el Instituto de Obras Sanitarias (IOS) quienes gestionan los recursos hídricos en todo el territorio nacional ha impuesto las normativas para el diseño, estudio, construcción y mantenimiento para que la calidad de agua sea óptima para el consumo humano y de esta manera evitar las posibles enfermedades que se puede producir por incumplir estándares de calidad. [3]

El barrio Chantilín Chico es un sector perteneciente a la parroquia Chantilín del cantón Saquisilí que está elevado a unos 2900 msnm, al igual que en muchos sectores del país esta localidad no ha contado con un plan de ordenamiento territorial por la que ha sido descartado en muchos proyectos como agua potable, alcantarillado, alumbrado público, entre otros. De hecho, este año ha sido trascendental para este sector, debido a que toda la parroquia se reformó como parte de un área urbana y a partir de eso los proyectos han entrado en los planes del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Intercultural del Cantón Saquisilí y en el PDyOT de primer trimestre del año 2022 está tomado en cuenta para desarrollar proyectos de de vialidad, alcantarillado y dotación de líquido vital.

Este barrio ha tenido escasez de agua por mucho tiempo y se ha estado dotando por medio de un tanquero o por tuberías conectadas al agua del regadío que está destinada al cultivo en ese sector y por ello ya se ha dispuesto a hacer un estudio para que la ciudadanía acceda agua potable en condiciones óptimas, por tal motivo se necesita de conocimientos de los técnicos y de Ingeniería para plantear las soluciones en este lugar tomando en cuenta la problemática de este sector. [4]

El sistema de abasto para este barrio será de aguas superficiales captada en el Río San Agustín del Callo que está elevado a 3075 msnm, la cual pasa hasta la Planta de Tratamiento que está ubicada en el sector Nintanganga y a partir de ello llega con

una tubería de conducción de 200mm hasta el tanque de almacenamiento que está ubicado en la cabecera del Cantón Saquisilí a unos 3000 msnm y distribuido a las redes secundarias a la gran parte de la población del cantón. En este tipo de elevaciones es común encontrar abundancia de agua aún sin tener mucha presencia de épocas de lluvia debido a que existen precipitaciones acumuladas. [5]

La tubería principal por donde se va a acceder para dotar se encuentra justamente ubicado en el barrio Chantilín Chico, a partir de ello se realizará un estudio de redes de agua potable para su respectiva distribución con el caudal que se requiera a cada habitante de esta localidad, debido a eso se ha operado con todo tipo de información de este sitio que aporte para el análisis respectivo y así evitar errores que generan atrasos en el desarrollo de la misma. [6]

La calidad del agua está siendo monitoreada periódicamente por los técnicos del OAP (Oficina del Agua Potable) quienes velan por la eficiencia y funcionamiento de todo el sistema, este control es de suma importancia debido a que puede haber una contaminación en los arroyos que no ha sido tratado y esto perjudica a los cauces hídricos. [7] Además, que existe un laboratorio para estar en constante análisis de este líquido para que no haya afectaciones ya que esta agua es usada para preparación de alimentos y saneamiento personal. [8]

El crecimiento poblacional y la respectiva reorganización de parcelas en este sector han influido en el consumo de agua, siendo así necesario una planificación y así evitar impactos negativos en el futuro. [9] El barrio Chantilín Chico es una tierra dedicada a la agricultura en donde el 85% de la población está inmersa en el cultivo de flores. Debido a que tienen tierra de cultivo tienen lotes grandes, de hecho, la densidad media de la población es aproximadamente de 20 hab/ha.

Gracias al siguiente estudio se pretende dar una solución técnica más apropiada para el barrio Chantilín Chico ya que como ingeniero civil hay que contribuir en proyectos que beneficien el desarrollo de la localidad. Para ello se hará el uso de las herramientas tecnológicas que existen actualmente ya que esto ayuda a optimizar el tiempo de estudio y así llegar a los resultados esperados. [10]

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Elaborar un diseño de la red de distribución de agua potable en el barrio Chantilín Chico de acuerdo a las normativas ecuatorianas actuales, con el fin de obtener la solución técnica más apropiada.

### **Objetivos Específicos:**

- Establecer el número futuro de personas que se favorecen con el nuevo sistema de agua potable.
- Diseñar y dimensionar la red de agua potable, teniendo en cuenta la metodología y los requerimientos mínimos impuestos por la normativa vigente.
- Proponer una solución apropiada a la falta de agua potable que no ha permitido un adecuado desarrollo socio económico en esta localidad.

## DESARROLLO

### 1. UBICACIÓN

El barrio Chantilín Chico se encuentra ubicado en la parroquia Chantilín al sur-este del cantón Saquisilí con los siguientes linderos y coordenadas:

Norte: Cantón Saquisilí

Sur: Hacienda el Nopal

Este: Nintanga Bajo

Oeste: Barrio San Vicente.

Latitud: 0°51'29`` S

Longitud: 78°39'19`` O



*Figura 1. Croquis de ubicación: Barrio "Chantilín Chico" (Fuente: Programa Google Earth)*

### 2. ANTECEDENTES

El barrio Chantilín Chico es un lugar que está conformado por familias que se dedican a la agricultura, principalmente al cultivo de flores en donde tienen acceso al agua de regadío y ese mismo líquido ha sido usado por los lugareños sin haber potabilizado. Además, hasta el año 2020 la parroquia Chantilín formaba como una zona rural, en el año 2021 con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial se conformó como

un área urbana en donde el departamento de planificación del GADMIC-Saquisilí reorganizó en lotes en sectores que está cerca del Cantón. En tal sentido, con el siguiente estudio se pretende dar una solución más viable que esté acorde a lo establecido por la normativa vigente.

### **3. NORMAS APLICABLES**

Para este estudio se regirá a los criterios establecidos en CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN C.E.C, particularmente relacionado a la Ingeniería Sanitaria en donde proporciona criterios básicos para el abastecimiento del Agua Potable y se aplica para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Este documento contiene instructivos y recomendaciones que pueden encajar en todo el territorio a nivel nacional.

### **4. SISTEMAS DE AGUA POTABLE.**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONTEMPLADO EN EL DISEÑO**

El sistema agua potable que está considerado en el diseño proviene desde el Río Cutuchi de la Hacienda San Agustín del Callo a la planta de tratamiento de Agua Potable ubicado en sector de Nintanga y a partir de esta red primaria de acueducto viene con una tubería PVC de 200 mm hasta el tanque de almacenamiento y distribución que está ubicado estratégicamente en el barrio Carlosama, a partir de este tanque se distribuye a todos los sectores del cantón Saquisilí en donde la presión del agua llega a gravedad. El sistema diseñado se alimenta de una acometida principal existente en la vía del barrio Chantilín Chico, tubería que es considerado para dotar a este barrio y que se encuentra cerrada con una válvula de control, en este punto al agua cuenta con una presión de 30 psi (dato existente en la Oficina de Agua Potable), siendo así viable la dotación a partir de este punto.

El trazado de la malla será cerrado debido a que este lugar tiene condiciones adecuadas como la vialidad y topografía que entrelazan para formar las parcelas y de este modo lograr que circule el agua con una buena presión en cada circuito. Para el siguiente proyecto se ha planteado usar tuberías de PVC U/Z, este material es el más usado en nuestro país, debido a su sencilla manipulación para la instalación y mantenimiento. La presión más desfavorable será de 10 metros de columna de agua y con una velocidad promedio de 1,5 m/s tal como establece la normativa del Código Ecuatoriano de la Construcción.



## **4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

La información topográfica fue otorgada por parte del Departamento de Planificación del GADMIC-Saquisilí donde se ha realizado un plano actualizado de este barrio que ya conforma como un área urbana, además, se usaron información topográfica de la zona del proyecto haciendo el uso de Google Earth, siendo necesario conocer algunos detalles para la planificación y su respectivo estudio.

## **4.3. PERIODO DE DISEÑO**

El en siguiente proyecto se ha propuesto usar las tuberías del sistema de red de agua potable de tipo PVC como sugiere el Código Ecuatoriano de la Construcción de Obras Sanitarias según CO 10.07 – 601 en la Tabla V.2 que tiene una vida útil de 20 a 30 años, tomando en cuenta esta característica del material el periodo de diseño será de 30 años.

## **4.4. POBLACIÓN**

Según el censo catastral que realizó el Departamento de Planificación de GADMIC-Saquisilí en el año 2019 existen 92 familias las que conforman en todo el sector. No obstante, el censo realizado es netamente a las personas que residen en ese Barrio y no se ha tomado en cuenta a aquellas personas que han migrado a otras ciudades y vienen ocasionalmente.

### **4.4.1. Población Actual:**

La población actual del barrio Chantilín Chico es de 374 habitantes y su tasa de crecimiento anual según INEC en los años 2001 – 2010 es de 2.55% siendo así una de las parroquias con crecimiento sobre la media en comparación al Cantón Saquisilí que tiene de 2.28% de tasa de crecimiento.

### **4.4.2. Población Futura:**

Para el diseño del sistema de redes de agua potable se necesita conocer cuántos habitantes va crecer en un determinado tiempo y debido a esto se ha efectuado el cálculo correspondiente. Según como recomienda la norma se debe determinar de distintas maneras, por ejemplo; haciendo el uso de las proyecciones aritmética, geométrica y exponencial. No obstante, el área del proyecto de diseño ha sido lotizado por el Departamento de Planificación del GADMIC-Saquisilí, debido a esto para el cálculo de la población futura se utilizó el método de Saturación ya que este

barrio tiene una proyección establecida y de acuerdo a esto se procedió a calcular tomando en cuenta, el promedio de personas por hogar (3.78) establecido en el INEC, multiplicado por el número lotes. [11]

N° de lotes = 305

Promedio de personas por hogar = 3.78

$$Pf = N^{\circ}Lotes * Prom\ personas\ por\ hogar$$

$$Pf = 305 * 3.78$$

$$Pf = 1153$$

#### **4.5. DOTACIÓN**

Para la dotación se considera al caudal de agua que consume en promedio cada habitante en un día según las necesidades que pueden ser comercial, doméstico o industrial. Según la norma, en la tabla v.3 dotaciones recomendadas del Código Ecuatoriano de la Construcción de Obras Sanitarias CO 10.07 – 601, la dotación necesaria para habitantes superior a los 5000 y en un clima frío es de 180 a 200 l/hab/día.

##### **4.5.1. Dotación Media Futura:**

En este sector se consideró algunas condiciones como el clima, el número de la población y otras condiciones que recomienda el Código Ecuatoriano de la Construcción de Obras Sanitarias (tabla V.3). [12]

La población en el Cantón Saquisilí supera los 5000 habitantes y se encuentra en un clima frío, también por la abundancia del agua se tomó la dotación media futura de máximo valor. Además, según la Oficina de Agua Potable del GADMIC-Saquisilí recomienda considerar una dotación media futura de 200 l/hab/día, por lo tanto, se diseñó de acuerdo con lo establecido.

$$Dmf = 200\ l/hab/dia$$

#### **4.6. VARIACIONES DE CONSUMO**

Para el diseño de la red de distribución se considera el caudal máximo diario más el caudal de boca de fuego, tomando en cuenta el número de habitantes, por lo tanto, se tomó un caudal de 5 L/s debido a que la población de diseño no supera los 5000 habitantes como indica la norma.

#### **4.6.1. Caudal medio diario al final del periodo de diseño: ( $Q_{md}$ )**

Se considera a la cantidad de agua que consume una población durante un día.

$$Q_{md} = (D_{mf} * P_f) / 86400 \quad \text{Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-}$$

$$601 Q_{md} = 2.67 \text{ l/s}$$

#### **4.6.2. Caudal máximo diario: ( $Q_{MD}$ )**

Se considera a la cantidad máxima de agua que consumen una población en un día, además, según la norma se considera un factor  $k$  (1.3 – 1.5)

$$K_{max \text{ dia}} \quad 1.50 \text{ (1.3-1.5)} \quad \text{Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-}$$

$$601 Q_{MD} = K_{max \text{ dia}} * Q_{md}$$

$$Q_{MD} = 4.00 \text{ l/s}$$

#### **4.6.3. Caudal máximo horario: ( $Q_{MH}$ )**

Es la cantidad de agua que se consume en el lapso de 60 minutos, también se calcula con un coeficiente de variación  $k$  (2.0 – 2.3) según la norma.

$$K_{max \text{ hora}} \quad 2.2 \text{ (2.0-2.3)} \quad \text{Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-601}$$

$$Q_{MH} = K_{max \text{ hora}} * Q_{md}$$

$$Q_{MH} = 5.872 \text{ l/s}$$

#### **4.6.4. Protección Contra Incendios**

La dotación de contra incendios se adoptó de acuerdo a la recomendación de la Tabla V.4 que corresponde a dotación de agua contra incendios, de manera que, para nuestro caso el caudal de boca de fuego es igual a 5 L/s debido a que la población es menor de 5000 habitantes.

$$Q_b = \text{caudal de boca de fuego}$$

$$Q_b = 5 \text{ l/s}$$

#### **4.7. CAUDAL DE DISEÑO ( $Q$ )**

Para calcular el caudal de diseño según el Código Ecuatoriano de la Construcción de Obras Sanitarias es el caudal máximo diario sumado al caudal de boca de fuego según la tabla V.5

$$Q = Q_{MD} + Q_b = 9,00 \text{ l/s.}$$

## **4.8. PREDISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED**

### **4.8.1. Metodología.**

El método aplicado para calcular la red de distribución de agua fue la de Gradiente (Hardy Cross), en la cual, se estableció algunos parámetros iniciales para que mediante las aproximaciones sucesivas puedan converger y de esta manera determinar presiones, caudales, velocidades y las pérdidas en cada tramo de la red.

### **4.8.2. Trazado de la red**

Para trazar la red se tomó en cuenta la acometida existente en el barrio Chantilín Chico con una presión de entrada de 43 psi (30 mca) y con el diámetro de tubería de 200mm.

Se trazó la red de acuerdo a conveniencia de diseñador en donde las líneas se conectaron a nudos formando así 4 mallas en las que está conectados entre sí.

### **4.8.3. Diseño en las redes de distribución**

Para el cálculo de las redes se realizó en el programa Excel haciendo el uso de la opción SOLVER y tomando en cuenta ciertas consideraciones:

Material = PVC

Coeficiente de HW C = 140

Cotas de la malla = elevaciones del terreno (Ver Anexo)

Pérdidas de carga = Haciendo uso de la fórmula de Hazen Williams;

$$J = 10.665 * Q^{1.852} * L * C^{1-1.852} * D^{-4.87}$$

Donde:

J= pérdida de carga unitaria m/m

C= coeficiente de H.W.

Q= caudal en m<sup>3</sup>/s

D= diámetro en m

### **4.8.4. Ecuación de la conservación de la Masa.**

Se ubicó el sentido de las flechas en cada tramo de la tubería para mostrar el sentido del flujo del agua.

$$\Sigma Q \text{ entra} = \Sigma Q \text{ sale}$$

### **4.8.5. Ecuación de la conservación de la Energía.**

Se ubicó una flecha en sentido horario en cada malla indicando así que las presiones son positivas y en sentido anti horario indica que las presiones son negativas.

$$\Sigma hf = 0$$

#### **4.8.6. Áreas de aportación**

El sector trazado cuenta con 12 manzanas y distribuida en 4 mallas a conveniencia del diseñador, el área de aportación se realizó haciendo un dibujo con las medidas reales del sector y se trazó las áreas de aportación aplicando la geometría por medio de polígono de Thiessen, utilizando el programa AutoCAD tomando en consideración la recomendación que hace la norma de no superar una superficie de 2000 m.

#### **4.8.7. Demandas en cada nodo**

Para obtener la demanda en cada nodo se hizo la operación de regla de tres, es decir;

$$Caudal = \frac{\text{Área de tramo} * \text{Caudal de diseño}}{\text{Área Total}}$$

#### **4.8.8. Presiones y velocidades**

La presión mínima y máxima según la Norma CO 10.07-601 en el lugar más desfavorable del sistema debe ser de 10 mca y la presión máxima 50 mca, la cual, con previo análisis del área de servicio y relieve del terreno con un desnivel de 42 metros, la presión mínima que calculo fue de 13.43 mca y presión máxima de 27.32 mca cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de Construcción.

La velocidad máxima según a la Norma CO 10.07-601 para plásticos es de 4.50 m/s, de acuerdo los cálculos obtenidos en la red son de 3.29 m/s, la velocidad está definida por el caudal, las pérdidas, coeficiente y diámetros. Según la Norma CO 10.07-601 no establece valores mínimos, la velocidad mínima tiene la condición de que no se produzcan sedimentos en la tubería, la cual depende de la calidad del agua, en este diseño la velocidad mínima es de 0.12 m/s.

#### **4.8.9. Desnivel en el terreno**

Para obtener el desnivel en cada nodo se obtuvo las elevaciones en el punto de interés y se restó el punto más bajo de la elevación, consiguiente se obtuvo valores con las que se calculará la cota piezométrica y seguido a eso obtener valores de la presión.

#### **4.8.10. Restricciones para el uso de Solver en prediseño. [13]**

El SOLVER hace las operaciones y nos proporciona valores posibles de cada tramo de: Caudal Q (l/s), Diámetro D(mm), Pérdidas por fricción hf(mca), velocidad V(m/s).

Para hacer el uso de solver se hace las siguientes restricciones:

- Los diámetros de la tubería deben ser  $\geq 50$  y  $\leq 500$ mm
- Las presiones en los nodos deben ser  $\geq 10$  m.
- La Ecuación de la continuidad en nudo debe ser = 0
- La Ecuación de la energía en cada malla debe ser = 0
- La velocidad de entrada  $\geq 0,3$  m/s

#### **4.9. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED**

Para el diseño definitivo se toma en cuenta los datos de los diámetros que se obtuvo en el prediseño, seguidamente se adopta un diámetro comercial igual o mayor que el calculado.

##### **4.9.1. Restricciones para el uso de Solver en Diseño.**

- Las presiones en los nodos deben ser  $\geq 10$  m.
- La Ecuación de la continuidad en nudo debe ser = 0
- La Ecuación de la energía en cada malla debe ser = 0
- La velocidad de entrada  $\geq 0,1$  m/s
- Ya con los diámetros comerciales se Calcula el Caudal Q(l/s), Pérdidas por fricción  $h_f$ (mca), Velocidad V(m/s) y los precios respectivamente.

#### **CONCLUSIONES:**

- Se diseñó una red de distribución de agua potable en el barrio “Chantilín Chico” del Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi tomando en cuenta los requerimientos y recomendaciones que demanda la normativa vigente.
- Se estableció el número de personas que se favorecerán en estas 12 manzanas con una proyección que ha realizado el Departamento de Planificación del Cantón, para esto se calculó la población futura con el método de saturación.
- En la red de distribución diseñada se logró cumplir con la normativa con respecto a la presión mínima requerida en cada nodo obteniendo como presión máxima de 27.32 mca y la mínima de 13.43 mca.
- Se apreció que los valores obtenidos en la hoja de cálculo de Excel resultaron ser iguales a los valores del programa Epanet, corroborando así que los valores son correctos.
- Con los datos obtenidos se realizó el dibujo del plano especificando en cada tramo de las tuberías principales y secundarios. Las tuberías en las líneas secundarias no se calcularon y se asumió un diámetro mínimo de 50mm.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Vásquez García, «La compatibilidad del derecho humano al agua con la legislación chilena: el reconocimiento latinoamericano de este Derecho,» *Ius et Praxis*, vol. 26, nº 3, pp. 172 - 194, Diciembre 2020.
- [2] P. Chafla y P. Cerón, «Esquemas de participación público-privada en el sector del agua y saneamiento en Latinoamérica,» *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 7, nº 3, pp. 5-17, Junio 2016.
- [3] Y. Ramos Parra y M. Pinilla Roncancio, «Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia. Un análisis infraestructural,» *Revista EIA*, vol. 17, nº 34, pp. 219 - 233, Diciembre 2020.
- [4] N. Zúñiga y E. Mora, «Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias,» *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 54, nº 1, pp. 95 - 122, Junio 2020.
- [5] J. Rodríguez Esteves, «El desafío sociohidrológico de la cuenca del río Tijuana ante el cambio climático,» *Región y sociedad*, vol. 32, p. e1377, 2020.
- [6] E. A. González Ramírez y E. Bejarano Salazar, «Sistemas de información geográfica y modelado hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable,» *Revista Geográfica de América Central*, nº 63, pp. 247 - 272, Diciembre 2019.
- [7] C. Cañete, «La importancia del control y monitoreo de la calidad del agua del Río Paraguay para el desarrollo y la defensa nacional,» *Reportes científicos de la FACEN*, vol. 10, nº 1, pp. 17 - 24, Junio 2019.
- [8] U. Hernández Álvarez, J. Pinedo Hernández, R. Paternina Uribe y J. L. Marrugo Negrete, «Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia,» *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 24, nº 1, p. e1678, Junio 2021.
- [9] S. Huaquisto Cáceres y I. G. Chambilla Flores, «ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO,» *Investigación & Desarrollo*, vol. 19, nº 1, pp. 133 - 144, Junio 2019.
- [10] D. . I. Sánchez Tapiero y M. Mendoza Valencia, «SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable,» *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol. 42, nº 1, pp. 68 - 80, Abril 2021.
- [11] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, «Censo de Población y Vivienda (CPV),» 2010.
- [12] INEN, «NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES,» Quito.
- [13] Excel para todos, «Que es y para qué sirve el Solver Excel,» de *Solver Excel*, Granada, 2017.

## ANEXOS

### CÁLCULOS DEL CAUDAL DE DISEÑO

#### 1.1 Población Actual y datos complementarios:

La población actual del barrio Chantilín Chico es de 374 habitantes según el censo realizado por el Departamento de Planificación en 2019 en el Cantón Saquisilí.

$$Po = \text{Población actual}$$

$$Po = 374 \text{ hba}$$

#### 1.1.1. Población Futura:

Para obtener la población futura se realizó por el método de saturación, debido a que ya está establecido los lotes en esta área de estudio y eso se multiplica por el promedio de la población.

$$Pf = N^{\circ}\text{Lotes} * \text{Prom personas por hogar}$$

$$Pf = 305 * 3.78$$

$$Pf = 1153$$

### 1.2. DOTACIÓN

#### 1.2.1. Dotación Media Futura:

Tomando en cuenta la recomendación de Código CO 10.07 - 601 en la tabla V.3 para el clima frío y la población superior a 5000 habitantes se tomó la dotación de:

$$Dmf = 200 \text{ l/hab/dia}$$

### 1.3. VARIACIONES DE CONSUMO

#### 1.3.1. Caudal medio diario al final del periodo de diseño: ( $Qmd$ )

Es el consumo de agua de la población en el lapso de un día

$$Qmd = \frac{Dmf * Pf}{86400}$$

Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-601

$$Qmd = \frac{200 * 1153}{86400}$$

$$Qmd = 2.67 \text{ l/s}$$

#### 1.3.2. Caudal máximo diario: ( $Qmd$ )



Es el consumo máximo de la población en un día, con un factor de variación  $k$  según la norma.

$K_{max\ dia}$  1.50 (1.3 – 1.5)

Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-601

$$Q_{md} = K_{max\ dia} * q_{md}$$

$$Q_{md} = 1,50 * 2.67$$

$$Q_{md} = 4.00\ l/s$$

### 1.3.3. Caudal máximo horario: (QMH)

Se refiere a la cantidad que se gasta en una hora

$K_{max\ hora}$  2.2 (2.0 – 2.3)

Sección 4.1.5.1 – Norma Co 10.7-601

$$Q_{mh} = K_{max\ hora} * q_{md}$$
$$Q_{mh} = 2,2 * 2.66\ l/s$$
$$Q_{mh} = 5.87\ l/s$$

### 1.3.4. Protección Contra Incendios

Para nuestro caso el caudal de boca de fuego es igual a 5 L/s

$$D_{ci} = \text{dotación contra incendios}$$

$$D_{ci} = 5\ l/s$$

## 1.4. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño según el Código Ecuatoriano de la Construcción de Obras Sanitarias, el caudal de diseño es:

$$\text{Caudal de diseño} = Q_{MD} + D_{ci}$$

$$\text{Caudal de diseño} = 4\ l/s + 5\ l/s$$

$$\text{Caudal de diseño} = 9,00\ l/s$$

**1.5. ÁREAS DE APORTACIÓN:** Se determinó las áreas de acuerdo a las medidas obtenidas del plano en AutoCAD.

*Tabla 1. Áreas de Aportación*

<b>Nodo</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Área</b>	
2	A2	46408,51	m <sup>2</sup>
3	A3	88775,06	m <sup>2</sup>
4	A4	49739,55	m <sup>2</sup>
5	A5	110731,02	m <sup>2</sup>
6	A6	167585,64	m <sup>2</sup>
7	A7	65629,89	m <sup>2</sup>
8	A8	64488,35	m <sup>2</sup>
9	A9	76872,92	m <sup>2</sup>
10	A10	28698,66	m <sup>2</sup>
<b>A total</b>	<b>=</b>	<b>698929,60</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**1.6. DEMANDAS EN CADA NODO**

$$Caudal = (\text{Área de tramo} * \text{Caudal de diseño}) / \text{Área total}$$

*Tabla 2. Caudal de demanda base*

<b>Nodo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Caudal</b>	
2	Q2	0,60	l/s
3	Q3	1,14	l/s
4	Q4	0,64	l/s
5	Q5	1,43	l/s
6	Q6	2,16	l/s
7	Q7	0,85	l/s
8	Q8	0,83	l/s
9	Q9	0,99	l/s
10	Q10	0,37	l/s
<b>ΣQ =</b>		<b>9,00</b>	<b>l/s</b>

**1.7. ELEVACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO**

Tomando en cuenta que en este lugar existe elevaciones se obtuvo cotas desde Google earth, de la cual se obtuvo los desniveles para cada nodo.

*Tabla 3. Elevación en cada nudo*

<b>NODO</b>	<b>elevación msnm</b>
1	2931
2	2934
3	2931
4	2911
5	2916
6	2914
7	2893
8	2905
9	2900
10	2889

**1.7.1. Desnivel en cotas:** El desnivel no es otra cosa que la diferencia de elevaciones

$$\text{Desnivel} = \text{Elevación mayor} - \text{Elevación en el punto más bajo}$$

*Tabla 4. Valores de desnivel*

<b>NODO</b>	<b>elevación msnm</b>	<b>elevación punto menor</b>	<b>desnivel</b>
1	2931	2889	42
2	2934		45
3	2931		42
4	2911		22
5	2916		27
6	2914		25
7	2893		4
8	2905		16
9	2900		11
10	2889		0

**1.7.2. Longitud de tramos:** Medido haciendo el uso del Programa AutoCAD.

*Tabla 5. Longitud de cada tramo*

<b>Tramo</b>	<b>Longitud</b>	
T1	15	m
T2	265,61	m
T3	300,62	m
T4	377,04	m
T5	279,15	m
T6	528,35	m
T7	235,64	m
T8	622,64	m
T9	673,78	m
T10	676,13	m
T11	518,76	m
T12	450,03	m
T13	384,12	m

## 1.8. PREDISEÑO DE LA RED

Consideraciones:

- Material = tubería PVC
- Coeficiente de HW C = 140
- Presión en la entrada de la red = 30 m.

### 1.8.1. Restricciones para el uso de Solver en prediseño.

El SOLVER hace las operaciones y nos proporciona valores posibles de cada tramo de: Caudal Q (l/s), Diámetro D(mm), Pérdidas por fricción hf(mca), velocidad V(m/s).

Para hacer el uso de solver se hace las siguientes restricciones:

- Los diámetros de la tubería deben ser  $\geq 50$  y  $\leq 500$ mm
- Las presiones en los nodos deben ser  $\geq 10$  m.
- La Ecuación de la continuidad en nudo debe ser = 0
- La Ecuación de la energía en cada malla debe ser = 0
- La velocidad de entrada  $\geq 0,3$  m/s

The image shows a spreadsheet application with a Solver Parameters dialog box open. The spreadsheet is titled 'Prediseño de la Red' and contains data for a network design. The Solver dialog box is set to 'GRG Nonlinear' and has several constraints defined.

N	D	Q	C	hf	V	P	Q
	(mm)	(l/s)	(m/s)	(mca)	(m/s)	(mca)	(l/s)
1	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
2	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
3	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
4	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
5	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
6	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
7	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
8	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
9	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
10	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
11	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
12	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
13	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
14	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
15	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
16	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
17	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
18	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
19	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
20	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
21	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
22	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
23	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
24	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
25	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
26	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
27	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
28	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
29	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
30	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
31	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
32	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
33	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
34	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
35	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
36	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
37	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
38	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
39	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
40	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
41	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
42	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
43	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
44	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
45	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
46	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
47	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
48	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
49	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00
50	50	50,00	1,40	2,00	1,40	30,00	50,00

The Solver Parameters dialog box shows the following constraints:

- Objetivo: \$D\$4:\$D\$16
- Por:  Max  Min  Valor de:
- Restricciones:
  - \$D\$4:\$D\$16 <= 150
  - \$D\$4:\$D\$16 >= 50
  - \$F\$3:\$F\$33 >= 0
  - \$G\$2:\$G\$27 = 0
  - \$H\$4:\$H\$16 >= 0,1
- Método de resolución: GRG Nonlinear
- Convertir variables sin restricciones en no negativos:

Ilustración 1. Restricciones para emplear solver en el prediseño.

PREDISEÑO									
T	Q (l/s)	D (mm)	Coef C	L (m)	hf (mca)	Precio Unitario	Precio Total	V (m/s)	
1	9,00	50,00	140	15	6,0033	2,01	30,20	4,588	
2	2,85	54,42	140	265,61	8,3856	2,38	631,29	1,228	
3	2,48	50,00	140	300,62	11,0425	2,01	605,22	1,263	
4	0,20	50,00	140	377,04	0,1263	2,01	759,07	0,100	
5	0,36	50,00	140	279,15	0,2916	2,01	561,99	0,185	
6	0,20	50,00	140	528,35	0,1770	2,01	1063,69	0,100	
7	0,26	50,00	140	235,64	0,1337	2,01	474,40	0,133	
8	2,26	51,06	140	622,64	17,3508	2,10	1306,19	1,103	
9	2,53	50,00	140	673,78	25,6101	2,01	1356,48	1,287	
10	1,84	50,00	140	676,13	14,2760	2,01	1361,21	0,937	
11	1,03	71,41	140	518,76	0,6564	4,05	2099,63	0,257	
12	0,53	50,00	140	450,03	0,9597	2,01	906,02	0,272	
13	0,63	50,00	140	384,12	1,1175	2,01	773,32	0,321	
<b>Total Precio =</b>							\$ 11.928,72		

COTAS					
Cota entrada (m) :	42	P/Y (m) =	30	Cota piezométrica entrada (m) :	72

RESTRICCIONES								
Nudo	Cota nudo (m)	q en nudo (l/s)	Cota Hi (m)	P. Disp (mca)	Eq contin. en nudo		Malla No.	Eq energia en cada malla
1	42	9,00	72,00	30,000	0,000		I	0,00
2	45	0,60	57,6111	12,611	0,000		II	0,00
3	42	1,14	65,9967	23,997	0,000		III	0,00
4	22	0,64	54,9542	32,954	0,000		IV	0,00
5	27	1,43	40,2603	13,260	0,000			
6	25	2,16	40,3866	15,387	0,000			
7	4	0,85	40,6782	36,678	0,000			
8	16	0,83	39,6039	23,604	0,000			
9	11	0,99	39,4269	28,427	0,000			
10	0	0,37	39,5606	39,561	0,000			

Tabla 6. Resultado de Prediseño aplicando solver

## 1.9. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Para el diseño definitivo se toma en cuenta los datos de los diámetros que se obtuvo en el prediseño, seguidamente se adopta un diámetro comercial igual o mayor que el calculado.

### 1.9.1. Restricciones para el uso de Solver en Diseño.

- Las presiones en los nodos deben ser  $\geq 10$  m.
- La Ecuación de la continuidad en nudo debe ser  $= 0$
- La Ecuación de la energía en cada malla debe ser  $= 0$
- La velocidad de entrada  $\geq 0,1$  m/s
- Ya con los diámetros comerciales se Calcula el Caudal Q(l/s), Pérdidas por fricción  $h_f(mca)$ , Velocidad V(m/s) y los precios respectivamente.

The image shows a spreadsheet interface with a Solver Parameters dialog box. The spreadsheet contains a table with columns: N, Q (l/s), D (mm), Diámetro calculado (mm), Costo C, L (m), V (m/s), Pérdida Unitaria, Pérdida Total, and V (m/s). The Solver dialog box is open, showing the following settings:

- Establecer objetivo: SISTE
- Para:  Máx  Mín  Igual de
- Combinando las celdas de variables: \$C\$4:\$C\$10
- Sujeto a las restricciones:
  - \$F\$25:\$F\$33 = 10
  - \$G\$24:\$G\$33 = 0
  - \$K\$24:\$K\$37 = 0
  - \$K\$4:\$K\$10 >= 0,1
- Convertir variables sin restricciones en no negativas
- Método de resolución: GRG No lineal

Ilustración 2. Restricciones para emplear "solver" en el Diseño

<b>DISEÑO</b>									
T	Q (l/s)	D (mm)	Diámetro adoptado (mm)	Coef C	L (m)	hf (mca)	Precio Unitario	Precio Total	V (m/s)
1	9,00	50,00	59,00	140	15	2,6807	2,78	41,77	3,2949
2	2,69	54,42	59,00	140	265,61	5,0666	2,78	739,58	0,9844
3	2,55	50,00	59,00	140	300,62	5,1903	2,78	837,06	0,9328
4	0,46	50,00	59,00	140	377,04	0,2740	2,78	1049,85	0,1686
5	0,49	50,00	59,00	140	279,15	0,2303	2,78	777,28	0,1806
6	0,30	47,00	47,00	140	528,35	0,5111	1,78	942,24	0,1705
7	0,20	47,00	47,00	140	235,64	0,1101	1,78	420,23	0,1151
8	2,09	51,06	59,00	140	622,64	7,4568	2,78	1733,71	0,7656
9	2,62	50,00	59,00	140	673,78	12,2494	2,78	1876,10	0,9592
10	1,91	50,00	59,00	140	676,13	6,8288	2,78	1882,65	0,6983
11	1,13	71,41	84,40	140	518,76	0,3451	5,62	2913,20	0,2014
12	0,49	50,00	47,00	140	450,03	1,1302	1,78	802,57	0,2854
13	0,57	50,00	47,00	140	384,12	1,2504	1,78	685,03	0,3283
<b>Total, Precio =</b>								\$ 14.701,26	

<b>COTAS</b>						
Cota entrada (m) :	42		P/Y (m) =	30	Cota piezométrica entrada (m):	72

<b>RESTRICCIONES</b>							
Nudo	Cota nudo (m)	q en nudo (l/s)	Cota Hi (m)	P. Disp (mca)	Eq contin. en nudo	Malla No.	Eq energía en cada malla
1	42	9,00	72,00	30,000	0,000	I	0,00
2	45	0,60	64,2527	22,253	0,000	II	0,00
3	42	1,14	69,3193	27,319	0,000	III	0,00
4	22	0,64	64,1290	22,129	0,000	IV	0,00
5	27	1,43	56,7959	14,796	0,000		
6	25	2,16	57,0699	15,070	0,000		
7	4	0,85	57,3002	14,840	0,000		
8	16	0,83	56,4508	13,429	0,000		
9	11	0,99	55,9397	13,940	0,000		
10	0	0,37	56,0498	13,830	0,000		

Tabla 7. Resultado de Diseño de la malla aplicando solver



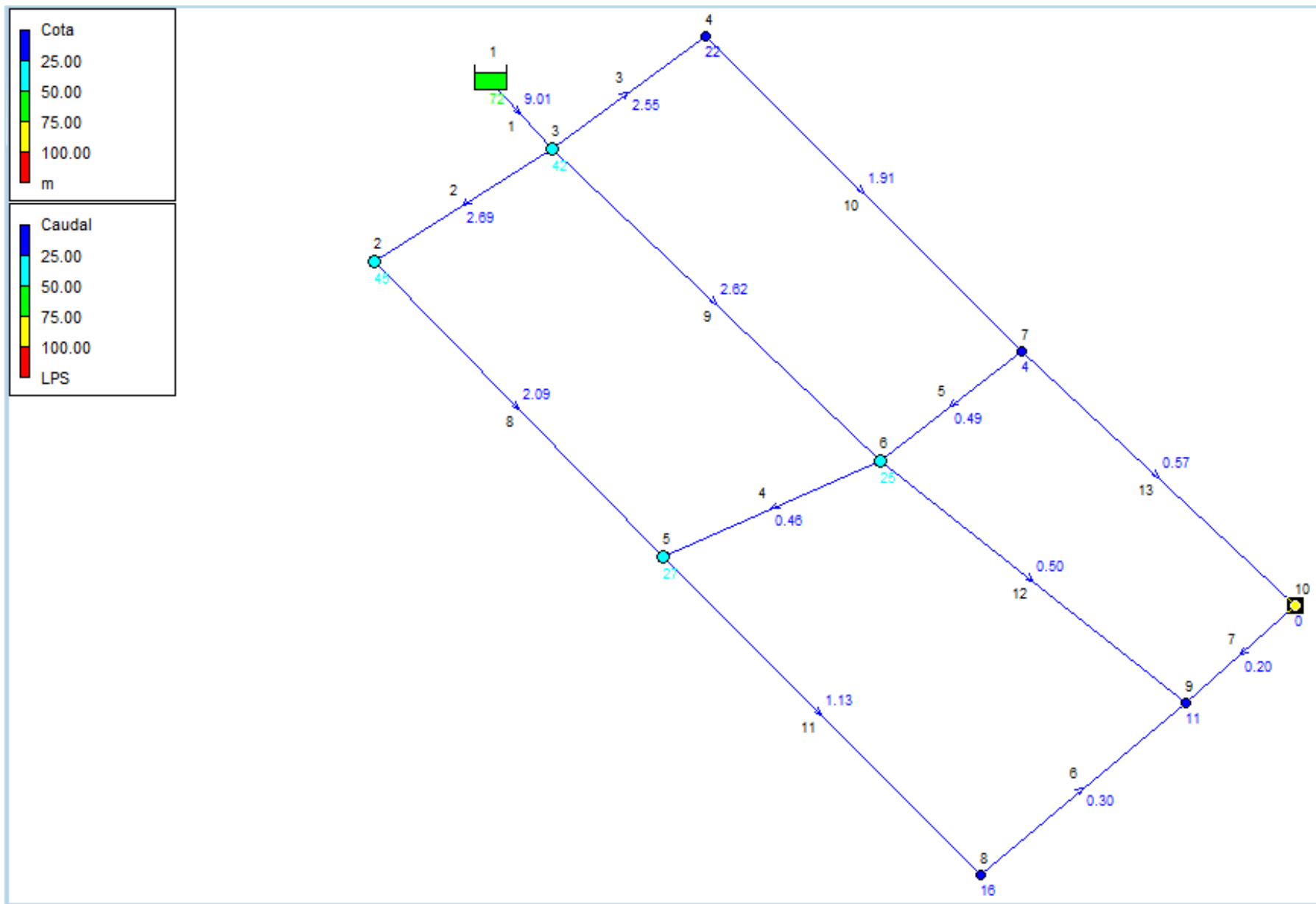
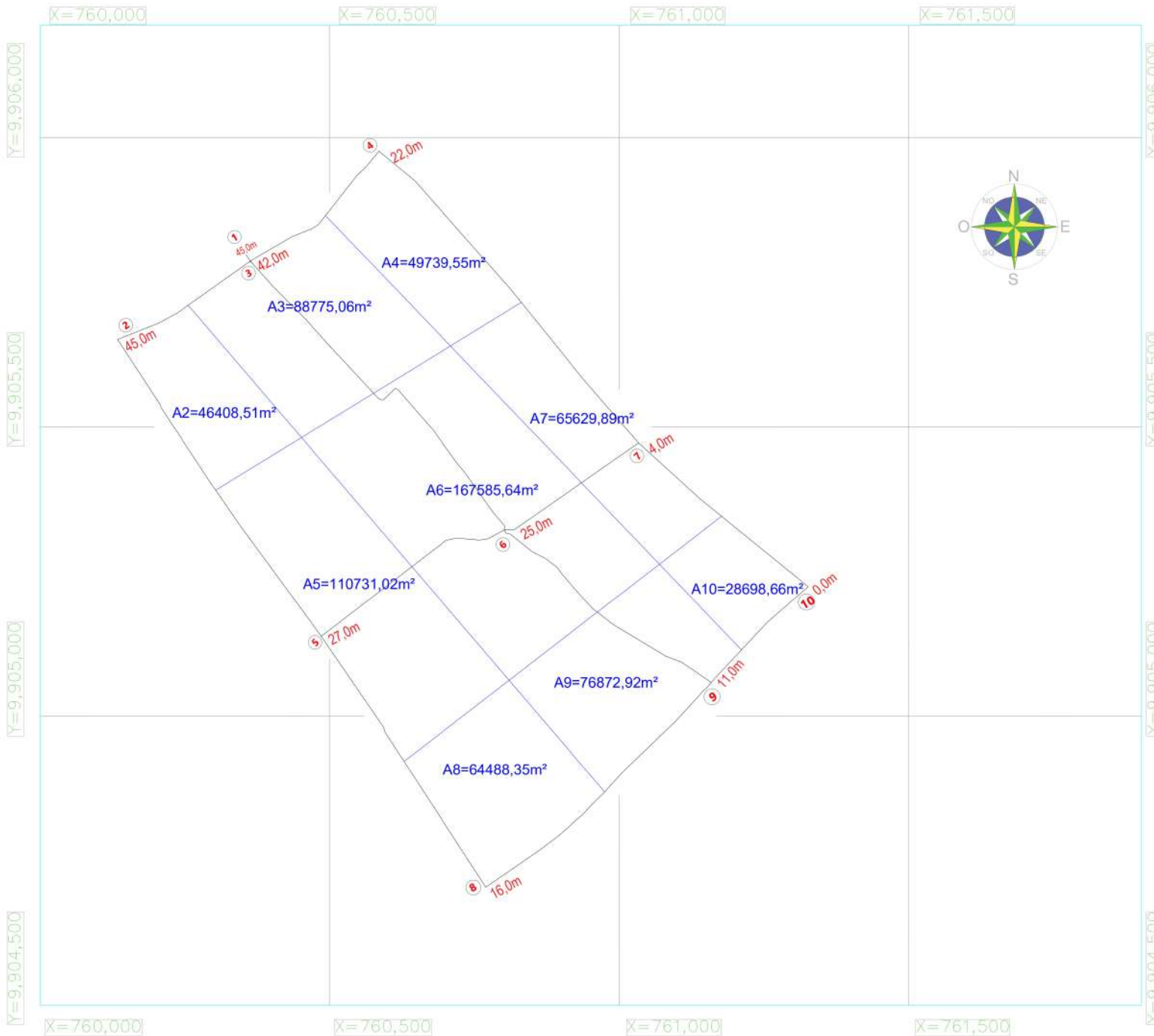


Ilustración 3. Resultados del caudal en los tramos haciendo uso del Software Epanet.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:  
ESTUDIO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

TUTOR RESPONSABLE:  
ING. FREDY ALEJANDRO AGUIRRE

ALUMNO RESPONSABLE:  
BYRON FERNANDO VARGAS VARGAS

CONTIENE:  
- DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS  
- COTAS

LEYENDA:

	TEE
	CRUZ
	CODO 90°
	TUBERÍA DISEÑADA PRINCIPAL (PVC)
	TUBERÍA SECUNDARIA (PVC)
	CONDUCCIÓN PRINCIPAL (PVC)
	NUMERO DE NODO
	DIAMETRO DE TUBERÍA EN mm
	LONGITUD DE TUBERÍA
	BOCA DE INCENDIO
	ACOMETIDA EXISTENTE

UBICACION:



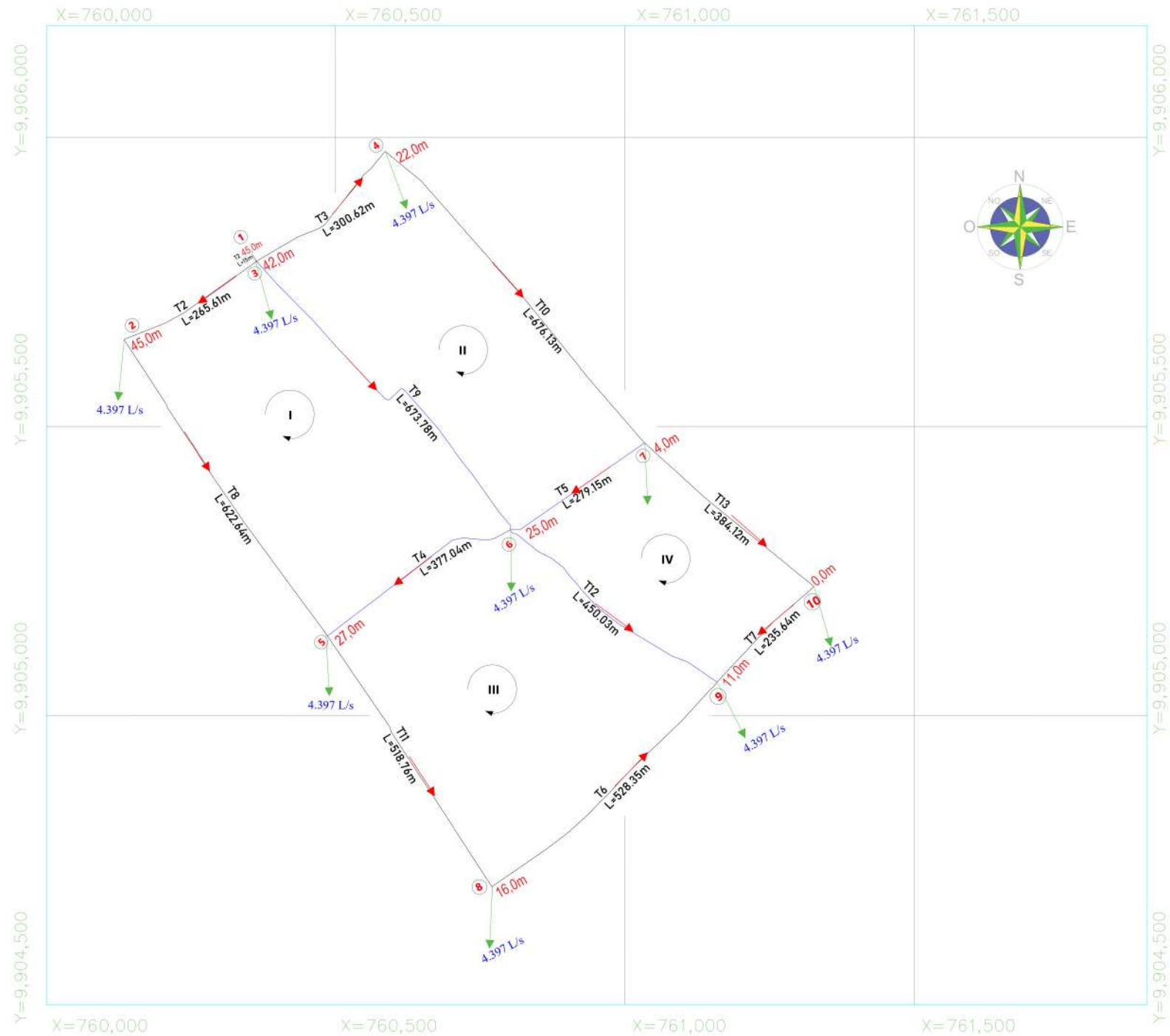
CHANTILIN CHICO, SAQUISILÍ

FECHA:  
4 DE FEBRERO DEL 2022

LAMINA:

ESCALA:  
INDICADAS

1/3



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:  
ESTUDIO DE LA RED DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

TUTOR RESPONSABLE:  
ING. FREDY ALEJANDRO AGUIRRE

ALUMNO RESPONSABLE:  
BYRON FERNANDO VARGAS VARGAS

CONTIENE:  
- CAUDALES DE DEMANDA BASE  
- COTAS

LEYENDA:

- TEE
- CRUZ
- CODO 90°
- TUBERIA DISEÑADA PRINCIPAL (PVC)
- TUBERIA SECUNDARIA (PVC)
- CONDUCCIÓN PRINCIPAL (PVC)
- 4 NUMERO DE NODO
- DIAMETRO DE TUBERIA EN mm
- LONGITUD DE TUBERIA
- BOCA DE INCENDIO
- ACOMETIDA EXISTENTE



CHANTILIN CHICO, SAQUISILÍ

FECHA:  
4 DE FEBRERO DEL 2022

LAMINA:

ESCALA:  
INDICADAS

2/3

X=760,000

X=760,500

X=761,000

X=761,500

Y=9,906,000

Y=9,906,000

Y=9,905,500

Y=9,905,500

Y=9,905,000

Y=9,905,000

Y=9,904,500

Y=9,904,500

X=760,000

X=760,500

X=761,000

X=761,500



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:

ESTUDIO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

TUTOR RESPONSABLE:

ING. FREDY ALEJANDRO AGUIRRE

ALUMNO RESPONSABLE:

BYRON FERNANDO VARGAS VARGAS

CONTIENE:

- DIÁMETROS DE LA TUBERÍA
- LONGITUDES

LEYENDA:



UBICACION:



CHANTILÍN CHICO, SAQUISILÍ

FECHA:

4 DE FEBRERO DEL 2022

LAMINA:

3/3

ESCALA:

INDICADAS