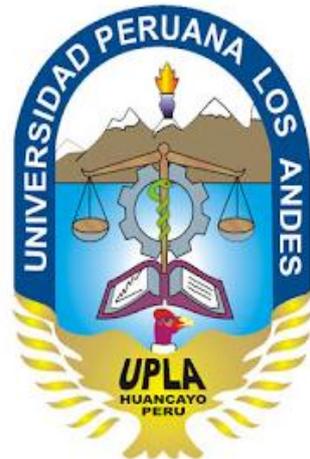


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA  
LOCALIDAD DE CAJA – HUANCVELICA**

**Presentado por**

**Bach. EMERSON DAVILA TITO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**Huancayo - Perú**

**2017**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO DE  
SUSTENTACIÓN DE TESIS**

---

Dr. Casio Aurelio Torres López  
Presidente

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Mg. Miguel Ángel, Carlos Canales  
Secretario Docente

Mg. Jorge Vladimir Pachas Huaytán.

**ASESOR METODOLÓGICO**

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala

**ASESOR TEMÁTICO**

**DEDICATORIA:**

**Dedicatoria.**

*A mis Padres por estar ahí cuando más los necesité;  
en especial a mi madre por su constante  
cooperación y ayudarme en los momentos más  
difíciles.*

*Emerson Dávila Tito.*

### **Agradecimiento.**

*A Dios, porque está conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.*

- *A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.*
- *A mi abuela Mercedes por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.*
- *Al Mg. Jorge Vladimir Pachas por brindarme la información necesaria para entender y realizar mi investigación.*

*Emerson Dávila Tito.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.5. LIMITACIONES .....	20
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.2. BASES TEÓRICAS .....	29
2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	51
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>52</b>

3.1.	VARIABLES.....	52
3.1.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE DEFINICIÓN CONCEPTUAL: .....	52
3.1.2.	VARIABLE DEPENDIENTE DEFINICIÓN CONCEPTUAL: .....	53
3.2.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	53
3.3.	TIPO DE ESTUDIO: .....	54
3.4.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.5.	LUGAR Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
3.6.	DISEÑO DEL ESTUDIO:.....	55
3.7.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
3.7.2.	MUESTRA DE ESTUDIO .....	56
3.7.3.	CRITERIOS DE VALIDACIÓN.....	56
3.8.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	57
3.9.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	63
3.10.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS EMPLEADOS. ....	64
3.10.1.	CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	64
3.10.2.	VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS.....	66
3.11.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	68
3.12.	ASPECTOS ÉTICOS.....	68
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>70</b>
4.1.	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS RESPECTO A LA VARIABLE INDEPENDIENTE REDES CERRADAS Y VARIABLE DEPENDIENTE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON SUS TRES DIMENSIONES. ....	70
4.2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y DISEÑO RESPECTO A LA VARIABLE INDEPENDIENTE REDES CERRADAS Y VARIABLE DEPENDIENTE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CON SUS TRES DIMENSIONES. ....	77

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	88
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</b>	<b>104</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.2.2.1-1 Dotación de agua según opción de saneamiento .....	33
Cuadro 3.1.1-1 Variable (Redes Cerradas).....	53
Cuadro 3.1.2-1 Variable (Abastecimiento de Agua Potable) .....	53
Cuadro 3.7.3-1 Muestra de Estudio de la Investigación.....	56
Cuadro 3.8-1 Operacionalización de Variable 1 .....	57
Cuadro 3.8-2 Operacionalización de Variable 2 .....	60
Cuadro 3.9-1 Técnicas de recolección de datos. ....	63
Cuadro 4.1-1 Niveles de la Variable 1: Redes cerradas .....	70
Cuadro 4.1-2 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable. ....	72
Cuadro 4.1-3 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño .....	73
Cuadro 4.1-4 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico. ....	74
Cuadro 4.1-5 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado .....	76
Cuadro 4.2.1-1 Dotación .....	78
Cuadro 4.2.1-2 Dotación .....	80
Cuadro 4.3.1.-1 Coeficiente Correlación.....	89
Cuadro 4.3.2.-2 Dotación .....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.5-1 Caja, Acobamba - Huancavelica.....	55
Gráfico 3.7.2-1 Muestreo no probabilístico “Muestreo por conveniencia” .....	56
Gráfico 4.1-1 Niveles de la Variable 1: Redes Cerradas.....	71
Gráfico 4.1-2 Niveles de la Variable 1: Redes Cerradas.....	71
Gráfico 4.1-3 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable.....	72
Gráfico 4.1-4 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable.....	72
Gráfico 4.1-5 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño.....	73
Gráfico 4.1-6 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño.....	74
Gráfico 4.1-7 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico.....	75
Gráfico 4.1-8 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico.....	75
Gráfico 4.1-9 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado.....	76
Gráfico 4.1-10 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado.....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Matriz de Consistencia. ....	112
Anexo 2 – Calidad de agua.....	114
Anexo 3 – Cuestionario sobre Redes cerradas y abastecimiento de agua potable .....	116
Anexo 4 – Ficha de Validación – Juicio de Experto .....	117
Anexo 5 – Validez de Instrumento Respecto al Juicio de Experto .....	122
Anexo 6 – Procesamiento de información respecto a la variable Redes Cerradas.....	123
Anexo 7 – Procesamiento de información respecto a la variable Abastecimiento de agua potable .....	124
Anexo 8 – Procesamiento de información de la Variable Redes Cerradas con sus Dos Dimensiones .....	125
Anexo 9 – Procesamiento de información de la Variable Abastecimiento de agua potable con sus Tres Dimensiones .....	126
Anexo 10 – Memoria de cálculo de la población .....	127
Anexo 11 – Memoria de cálculo con software .....	130
Anexo 12 – Panel fotográfico.....	148
Anexo 13 – Planos.....	151

## RESUMEN

La presente investigación de tesis parte de la problemática: ¿Cuál es la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?, Siendo el objetivo general: Determinar la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016. Como Hipótesis general: Existe una relación directa y significativa entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

La investigación es de tipo aplicada, nivel correlacional y diseño descriptivo – correlacional, la población queda definida por el número de habitantes de la localidad de Caja siendo este de 1286 habitantes, donde el tipo de muestreo es no probabilístico con una muestra de 1175 habitantes, la validación está conformada por 20 Ingenieros Civiles utilizando como instrumentos cuestionarios de encuesta y realizando la entrevista con cada uno de ellos, asimismo los datos fueron analizados y procesados teniendo como resultado un nivel de confianza del 95% y significancia del 5% que existe una relación directa positiva fuerte ( $r = 0.801$ ) y significancia ( $t_c = 10.39$ ) entre la variable Redes Cerradas y la variable Abastecimiento de agua potable. Las técnicas utilizadas al inicio del análisis de las redes cerradas fueron la encuesta, observación, levantamiento topográfico y trabajo en gabinete.

Como conclusión del presente proyecto de investigación, se tiene que se ha logrado

demostrar que el diseño de redes cerradas en el abastecimiento de agua potable, permitirá mejorar la calidad de vida de la población teniendo un servicio de forma eficiente y permanente.

**Palabra Clave:** Redes Cerradas, levantamiento topográfico, sistema de abastecimiento

## ABSTRACT

The present investigation of these part of the problematic: What is the relation that exists between the closed networks and the system of potable water supply of the locality of Box - Huancavelica in the year 2016? Being the general objective: To determine the relation Which exists between the closed networks and the drinking water supply system in the town of Caja - Huancavelica in the year 2016. As a general hypothesis: There is a direct and significant relationship between the closed networks and the drinking water supply system of the Locality of Caja - Huancavelica in the year 2016.

The research is applied type, correlational level and descriptive - correlational design, the population is defined by the number of inhabitants of the town of Caja being this one of 1286 inhabitants, where the type of sampling is non - probabilistic with a sample of 1175 inhabitants, The validation is made up of 20 Civil Engineers using as instrument questionnaires of survey and conducting the interview with each of them, also the data were analyzed and processed resulting in a level of confidence of 95% and significance of 5% that there is a relation (" $R$ " = 0.801) and significance ( $t_c$  = 10.39) between the closed networks variable and the potable water supply variable. The techniques used at the beginning of the analysis of the closed networks were the survey, observation, survey and cabinet work.

As a conclusion of this research project, it has been demonstrated that the design of closed networks in the supply of drinking water, will improve the quality of life of the population by having a service in an efficient and permanent way.

**Keyword:** Closed Networks, topographic survey, supply system

## **INTRODUCCIÓN**

Señor presidente del jurado examinador y señores miembros del jurado, presentamos a vuestro ilustrado criterios, la tesis de investigación titulado: “RELACIÓN ENTRE LAS REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCVELICA” el cual se ha elaborado, según las normas emanadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

La presente investigación tiene la finalidad de determinar la relación que existe entre el REDES CERRADAS y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, para lo cual, en primer lugar, se realizó el análisis de calidad de agua, en segundo lugar, se realizó la identificación y cálculo de los parámetros de diseño, en tercer lugar, se realizó el análisis y diseño hidráulico, en cuarto lugar, se realizó el diseño optimizado en redes cerradas obteniendo buenos resultados, según los lineamientos y normas que nos amparan.

Con los resultados obtenidos se busca satisfacer las necesidades de población obteniendo un servicio continuo y de calidad, minimizando las enfermedades agudas de las vías respiratorias e infecciones intestinales, incrementar el acceso de los servicios.

Por todo esto, el presente trabajo de investigación en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Peruana Los Andes para obtener el grado de Ingeniero Civil, la investigación para su mayor comprensión consta de cuatro capítulos,

analizadas y distribuidos de la siguiente manera:

El Capítulo I, sobre la Descripción del problema, la formulación del problema, objetivos de la investigación general y específicos, justificación de la investigación, limitaciones y viabilidad del estudio.

El Capítulo II, sobre el Marco Teórico, los Antecedentes de la Investigación, las Bases Teóricas, las definiciones conceptuales, Formulación de hipótesis general y específicas.

El Capítulo III, sobre sobre la Metodología de la Investigación, las Variables Independiente y Dependiente, el Diseño Metodológico, el Tipo de estudio, el Nivel de Investigación, el lugar y periodo de la investigación, el Diseño del estudio, la Población y muestra, Operacionalización de variables, Técnicas de recolección de datos, Validez y confiabilidad de los instrumentos empleados, Técnicas para el procesamiento, Aspectos éticos.

El Capítulo IV: sobre la Discusión de Resultados de la investigación, y culminando esta investigación esta las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Con los cuales se busca entender las redes cerradas en el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Caja, Huancavelica y, por consiguiente, cuál es su relación entre estas, para poder tener un diagnostico que nos permita mejorar las deficiencias que existen. Asimismo, espero que los resultados del presente estudio aporten en la mejora del servicio de agua potable satisfaciendo a toda la población de la localidad en estudio una mejor calidad de vida.

En espera de su aprobación.

Emerson Dávila Tito.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.Descripción de la realidad problemática**

El abastecimiento de agua potable es un factor determinante en el saneamiento básico de una población, la carencia o el mal funcionamiento de este puede significar desesperación y mortalidad de sus habitantes. Por lo tanto, el sistema de abastecimiento de agua potable debe realizarse de manera eficiente y con proyección futurista.

La presente investigación se desarrolló en la Localidad de Caja capital del distrito del mismo nombre, Acobamba – Huancavelica 2016. Debido que esta localidad está considerada como uno de los distritos en condiciones de pobreza y extrema pobreza, la situación negativa que motivo el estudio del presente proyecto radica en que, de acuerdo a la información proporcionada por el puesto de salud de caja, las enfermedades de origen hídrica tienen una importante prevalencia en el perfil epidemiológico de la localidad e impactan en la salud de la población. Por contar con un servicio deficiente de agua potable.

Frente a este problema el presente estudio se enfoca a la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable, donde se analizó y utilizo modelos matemáticos, realizando el modelamiento con Software (WaterCad). Donde el modelo ayudo a entender el problema mediante el uso de

escenarios de diseño por lo tanto fue importante conocer todas las ventajas y desventajas del programa logrando establecer limitaciones del mismo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general:**

¿Cuál es la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- ¿Cuál es la relación que existe entre las Redes Cerradas y los Parámetros de Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?
- ¿Cuál es la relación que existe entre Redes Cerradas y el Análisis Hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?
- ¿Cuál es la relación que existe entre las Redes Cerradas y el Diseño Optimizado del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general:**

Determinar la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Determinar la relación entre las Redes Cerradas y los Parámetros de Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad

de Caja – Huancavelica en el año 2016.

- Determinar la relación entre Redes Cerradas y el Análisis Hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.
- Determinar la relación entre las Redes Cerradas y el Diseño Optimizado del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

##### **1.4.1. Practica.**

La presente investigación corrobora en el bienestar personal y social de la comunidad. El trabajo es trascendente ya que beneficiara a Instituciones y Empresas como también a la población y de igual manera va a permitir tomar conciencia del rol de controlar el uso del agua, ya que poco a poco se verá afectado por el calentamiento global.

A nivel práctico la investigación presenta una alternativa en el diseño de redes cerradas en el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de caja utilizando modelos en el Software WaterCad. También corrobora en el bienestar personal y social de la comunidad.

##### **1.4.2. Metodológico.**

La presente investigación de la relación que existe entre redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de caja en el año 2016, aprovechó la recopilación de información y asimismo se analizó los datos, los mismos que fue guiado y orientado en todo momento por el método científico. En ese sentido la presente investigación se justifica.

### **1.5.Limitaciones**

En la presente investigación solo se está abarcando al análisis de la red matriz, con ayuda del Software WaterCad, donde se garantiza un diseño de abastecimiento eficiente en cantidades y presiones adecuadas. Se menciona una estimación de costos de tuberías aproximado sin considerar el costo de instalación. Por lo que la presente investigación se concentra en hacer un análisis y diseño de red de distribución cerrada.

### **1.6.Viabilidad del estudio**

La investigación es viable ya que las variables a estudiar son reales y existentes, adquiriendo las herramientas necesarias para evaluarlas en campo y laboratorio.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. A nivel Nacionales:**

- Alegría (2013). Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú.

Señala que la solución a la problemática del saneamiento básico el cual atraviesa la ciudad de Bagua Grande, para ello la Gobernación Regional como el Gobierno Local facilitaron el inicio del perfil del presente proyecto con código SNIP 5545, el cual se aprobó el 20 de octubre del 2003. Llegando a estimar que el monto de inversión superó los S/. 10 000 000.00, definieron el Estudio de Factibilidad que se aprobó el 10 de julio del 2006 y posteriormente el 20 de octubre del 2006 la Dirección General de Programación Multianual otorgó la viabilidad del mismo.

Señala que la solución al problema del saneamiento básico de la ciudad de Bagua Grande, para lo cual el gobierno regional como el Municipio facilitaron la iniciación del perfil del presente proyecto que

tiene código SNIP 5545, el cual es aprobado el 20 de octubre del 2003 donde se llegó a estimar que la inversión supero los S/.10 000 000.00, también se definió el Estudio de Factibilidad que se aprobó el 10 de julio del 2006 y posteriormente la Dirección General de Programación Multianual otorgo la viabilidad el 20 de octubre del 2006.

Determinándose así que en el primer capítulo de su estudio junta algunos aspectos que están vinculados con el proyecto, llegando a determinar la población favorecida luego se efectúa el diagnóstico de la situación existente donde se realizó el proyecto.

En el segundo capítulo se procedió a realizar un estudio de opciones fundado sobre la propuesta adecuada en el Estudio de Factibilidad.

En el tercer capítulo, se establece la demanda y oferta de los servicios propuestos en el proyecto.

En el cuarto capítulo se hace mención a los componentes avanzados, donde en el sistema de agua potable se llega a contar con los siguientes dispositivos, como son, captación, línea de conducción, válvulas reductoras de presión, cámaras repartidoras de caudal y red de distribución.

- Zapata (2014). Diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable en flujo permanente y aplicación al centro poblado Campanita ubicado en San José Pacasmayo-La Libertad. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú.

Señala que el objetivo es diseñar en forma optimizada las redes cerradas de tuberías presurizadas para el abastecimiento de agua potable donde se plantea una metodología que se basa en los algoritmos ingeniosos, lógicos y relativamente simples, por ello la aplicación tiene por finalidad exponer la metodología en forma didáctica en el centro poblado Campanita con ubicación en el distrito de San José, provincia Pacasmayo, departamento La Libertad.

Realizando un estudio hidráulico aplicado a la red cerrada de tuberías presurizadas tomando en cuenta los principios de conservación de masa y energía los que mandan en el cálculo hidráulico, con asistencia del software Excel se contrastó las diversas técnicas de cálculo hidráulico su estabilidad y convergencia, llegando así a elegir la técnica de la Teoría Lineal como el motor del cálculo hidráulico para la optimización que se formula por ser de relativa sencillez.

La normatividad actual OS.050 de redes de distribución de agua para consumo humano no toma en consideración la optimización en el diseño de tuberías presurizadas donde conforman sistemas de distribución de agua potable y con las técnicas que se propuso pretende perfeccionarlos.

La técnica para optimización contempla prevalecer tuberías teniendo en cuenta el número de Reynolds incrementando el diámetro por la tubería de diámetro comercial contiguo que se elige por iteración y que tenga mayor beneficio y costo hasta alcanzar la carga de presión mínima de 10m H<sub>2</sub>O al menor costo, dando alcance al análisis de cálculo hidráulico desde el punto de vista físico reconociendo las

tuberías primordiales, en el cual las tuberías principales son P1, P2, P7 y P8, donde tiene una correlación lógica con la topografía del terreno, quiere decir que se requiere tuberías con mayor diámetro para que la línea de carga dinámica se conserve en niveles que garanticen una carga de presión conveniente en dicho sector, llegándose a obtener reduciendo las pérdidas de carga por fricción incrementando el diámetro en tuberías.

- Doroteo (2014). Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano Los Pollitos-Ica, usando los programas WaterCad y SewetrCad. Tesis PARA Optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.

Señala que se hará el diseño de redes de agua potable y alcantarillado para el Asentamiento Humano Los Pollitos-Ica, para dar solución a la falta de abastecimiento de agua y recolección de aguas residuales.

El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, establece que los cinco servicios básicos que un estado debe de garantizar a sus habitantes para poder acceder por lo menos al desarrollo humano son los siguientes: la salud, la identidad, la educación, el saneamiento y la electrificación, tomando en cuenta estas consideraciones el trabajo se centró en el servicio de saneamiento.

Se tiene que, en la actualidad en el Perú, existen más de 2.64 millones de habitantes en las zonas rurales que no cuentan con agua potable y 5.11 millones no cuentan con un sistema de saneamiento y

eliminación de aguas residuales adecuados. Resultando solo el 12% de habitantes que cuentan con las instalaciones adecuadas las cuales también se encuentran en buen estado.

De acuerdo al Instituto de Estadísticas e Informática, las situaciones explicadas inciden en el indicador de mortalidad infantil en las zonas rurales, este índice tiene un promedio nacional de 47% de bebés nacidos vivos, de lo cual el 4.23% fallece por enfermedades gastrointestinales. Asimismo, de la mortalidad infantil, la falta de servicios de agua y saneamiento también llegan a intervenir la elevada presencia de enfermedades gastrointestinales en los niños que son menores a los 5 años de edad.

Donde en este trabajo se eligió por desarrollar una investigación que ayude a reducir la problemática que se presenta en nuestro país, tomando como prioridad los sectores que son más pobres del Perú. El estudio se ubicó en una localidad dentro del departamento de Ica, que no cuenta con los servicios básicos de agua potable y saneamiento integral, con el fin de que este trabajo sirva de base para brindar el servicio que es necesario que el ser humano progrese.

Con la información adquirida de la municipalidad provincial de Ica, el Asentamiento Humano “Los Pollitos” tiene 349 lotes de vivienda con una población de 2082 habitantes. El cual en la actualidad los pobladores consumen agua proveniente de los 8 pilotes existentes en el pueblo que están interconectados a la red de agua potable en la calle Las Gardenias, el cual se encuentra limitado su uso de poder usar agua permanente para sus viviendas en cantidad suficiente, por consiguiente,

corren el riesgo de contraer enfermedades infecciosas y parasitarias.

### **2.1.2. A nivel Internacionales:**

- Alcocer (2007). Flujo Estocástico y Transporte en Redes de Distribución de Agua Potable. Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ingeniería Hidráulica. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería.

Los modeladores de simulación matemática es la base para el cálculo hidráulico y de calidad del agua, para los diferentes estados que se producen en la red de distribución. De estos simulacros se extraen resultados que son considerados en la organización, operación, diseño y gestión de la red, donde es sustancial tener en cuenta que la problemática de análisis está casi resuelta en la actualidad a través de software sí se dispone de datos, circunstancias que normalmente no sucede.

- Filían (2004) su tesis: Utilización del EPANET a un Sistema de Agua Potable; a la Facultad en Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, para optar el Título de Ingeniero Civil.

Analizando desde el punto de vista de los resultados; diversos establecimientos de abastecimiento de agua potable del país presentan las siguientes dificultades en la operación del sistema a su cargo:

- Baja cobertura.
- Agua de calidad inadecuada y suministro intermitente.
- Presiones bajas en el suministro y falta de confiabilidad en

el servicio.

Las metodologías alternativas seleccionadas, no siempre pertenecen a las de menor costo o a las de tecnología más conveniente al medio donde deberán funcionar. Por ello, la técnica escogida no solo afectará a la economía sino a la operación y mantenimiento del sistema durante la vida útil del mismo.

A la fecha existen técnicas de cálculos para el diseño de las redes de agua potable, que se basan en iterar, destinados a examinar el equilibrio de la red como el método el de Hardy-Cross, Donde esta técnica es bastante aceptable. Sin embargo, la ejecución toma mucho tiempo. Una de las alternativas a esta limitación es el uso de software que disminuye el tiempo de cálculo.

Si bien una herramienta de diseño (software) no va a solucionar todos los problemas de diseño por lo cual sirve para tomar medidas rápidas, permitiendo hacer varias simulaciones de una red o algunas redes bajo distintos escenarios, vigilar niveles de cloro, situar los sectores de alta y baja presión, de menor y mayor demanda, horas pico, etc.

Dicho de otra manera, el software es una herramienta que sirve para controlar una red de agua potable e incluso como ayuda en el diseño de redes, siempre y cuando se tengan los conocimientos básicos para ello.

En la presente tesis, se utilizó la herramienta computacional EPANET para la evaluación del diseño de una red de agua potable existente, donde existen varios softwares tanto comerciales como de

distribución gratuita.

- Hidalgo y Cubillan (2009) su tesis: Diseño del sistema de abastecimiento y redes matrices de agua potable en los barrios: Vista Alegre, Los Machos y el Caico, sector Ojo de Agua, Municipio Simón Bolívar, estado anzoátegui; a la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Puerto de la Cruz, para optar el Título de Ingeniero Civil.

Los criterios hidráulicos del sistema como velocidades y presiones máximas y mínimas fueron evaluados con ayuda del software WaterCAD 4.5, llegando a tener un sistema confiable con presiones (min = 9.871 mH<sub>2</sub>O y max = 58.3 mH<sub>2</sub>O). El proyecto se dividió en cinco capítulos y se presentan en secuencia lógica; como se describe a continuación: El capítulo uno, muestra las características generales de la zona en estudio, así como el planteamiento del problema y los objetivos. El capítulo dos, el marco teórico referente al tema. En el capítulo tres, el marco metodológico. En el capítulo cuatro el análisis de la información y los resultados y en el capítulo cinco, se muestran las conclusiones y recomendaciones.

- Martínez (2016). Propuesta de rehabilitación para la red de abasto de agua potable de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Trabajo de Diploma. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Departamento de Ingeniería Hidráulica. Facultad de Construcción.

Con los cambios constantes en el medio en el que las tuberías se desempeñan y el desgaste inevitable, debido al tiempo de funcionamiento, en las redes de distribución de agua, se necesita

cambio de tuberías que permitan el normal funcionamiento del sistema y garantice la entrega de agua a los usuarios.

Debido a la situación actual del sistema de abastecimiento de agua en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas es necesario la rehabilitación de la red, como solución para su correcta operación definiéndose los escenarios de mallado unitario y sectorizado como alternativas a modelar su comportamiento con las herramientas del software WATERGEMS basado en los parámetros del índice de resiliencia y el coeficiente de uniformidad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Periodo de diseño y estudio de población**

#### **2.2.1.1. Período de diseño.**

El período de diseño se delimita como el tiempo donde se considera que el sistema funcionará en forma eficientemente donde cumplirá los parámetros, respecto a los cuales se ha planteado, El período de diseño cuenta con factores que influyen la determinación del mismo, de los cuales podemos denominar la durabilidad de materiales, ampliaciones futuras, crecimiento o decrecimiento poblacional y capacidad económica para la ejecución de las obras. (Arocha,1980, Pág. 11,12)

Tomando atención en los factores señalados, se establecerá para cada caso el período de diseño recomendable, donde a continuación, se muestran algunos valores establecidos a los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua para poblaciones rurales. (Agüero, 1997)

Obras de captación	20 años.
Conducción	10 a 20 años.
Reservorios	20 años.
Redes	10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todas las componentes mencionadas anteriormente, las normas generales del Ministerio de Salud para proyectos de abastecimiento de agua en el medio rural recomiendan un periodo de diseño de 20 años. (MINISTERIO DE SALUD, 1994, Pág. 9)

#### **2.2.1.2. Determinación del período de diseño.**

Tomando en consideración los factores precedentemente descritos, se hará un estudio de la vida útil de las estructuras e instalaciones que se tiene pensado construir, además verificando la realidad de la zona en estudio, se debe estipular para cada componente su período de diseño. Esto se puede ejecutar a través de comparaciones de cuadros, llegando a considerar el componente y su valor adoptado, para así luego se llegue a determinar el promedio de la vida útil, estableciendo un período de diseño para el conjunto de obras. Se tiene que para este tipo de diseños usualmente se elige un período de vida útil de estructuras entre 15 y 25 años. (Arocha, 1980, Pág. 14)

#### **2.2.1.3. Cálculo de la población futura.**

Los métodos que más utilizan en la estimación de la población futuras son:

##### **Métodos Analíticos**

Se admite que el cálculo de la población para una región o zona en estudio se llega a ajustar a una curva matemática. Es cierto que este ajuste llega a depender de las características de los valores de población censada, así mismo como del lapso de tiempo en que éstos se llegan a medir.

Dentro de los métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logístico, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, mínimos cuadrados y método de los incrementos. (Agüero, 1997)

### **Métodos Comparativos**

Es aquel método que, mediante operaciones gráficas se llega a calcular los valores de la población ya sea de acuerdo a datos censales de la región o también considerando los datos de poblaciones que tienen un crecimiento similar a la que se está estudiando. (Agüero, 1997)

### **Método racional**

Es aquel caso que, para calcular la población futura, se tiene que realizar un estudio socioeconómico de la zona en estudio, llegando a considerar el crecimiento vegetativo el cual es en función a los nacimientos, defunciones, emigraciones, inmigraciones y población flotante. (Agüero, 1997)

La metodología más utilizada para la estimación de la población futura en las zonas rurales llega a ser el método analítico donde se utiliza con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones de

bajo crecimiento, al respecto éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y el cual se encuentran cerca del límite de saturación. (Agüero, 1997)

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf=Pa(1+rt/1000)$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coef. de crecimiento anual por 1000 hab.

t = Tiempo en años.

### **2.2.2. Dotación y consumo**

La demanda o dotación per cápita, se define por la cantidad de agua que necesita cada habitante de la zona en donde se realiza el estudio, expresado en lt/hab/día. Después de conocer la dotación, llega a ser necesario calcular el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario. (Organización Panamericana de la Salud, 2006)

#### **2.2.2.1. Dotación de agua.**

La dotación deberá ser estimada sobre la base de un estudio de consumo de agua del ámbito rural, que deberá ser suscrito y sustentado por el ingeniero sanitario o civil responsable del proyecto. En ausencia de dicho estudio se aplicarán valores comprendidos en los siguientes rangos, cuadro 2.2.2.1-1 extraído de la norma del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento 2016.

*Cuadro 2.2.2.1-1 Dotación de agua según opción de saneamiento*

<b>REGION</b>	<b>SIN ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>
COSTA	60 lt/habitante/día	90 lt/habitante/día
SIERRA	50 lt/habitante/día	80 lt/habitante/día
SELVA	70 lt/habitante/día	100 lt/habitante/día

*Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.*

#### **2.2.2.2. Consumo promedio diario anual.**

El consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ), se precisa como la respuesta al cálculo del consumo per cápita para la cantidad de pobladores proyectados del período de diseño expresada en litros por segundo (lt/seg), determinándose mediante la siguiente fórmula. (Agüero, 1997)

$$Q_m = (P_f \times d) / (86400 \text{ s/día})$$

Dónde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s).

$P_f$  = Población futura (hab.).

$d$  = Dotación (l/hab./día).

El  $Q_m$ , servirá para calcular el consumo máximo diario y horario.

#### **2.2.2.3. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )**

El consumo máximo diario se llega definir como el día de máximo utilización de una continuación de registros que se observa durante un año (365 días), mientras que el consumo máximo horario se precisa como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. (Agüero, 1997)

Para el consumo máximo diario (Qmd) se podrá considerar entre el 120% y 150% del consumo promedio anual (Qm), donde se recomienda el valor promedio de 130%.

Para el consumo máximo horario (Qmh) se podrá considerar entre el 180% y 250% del consumo promedio anual (Qm), donde se recomienda el valor máximo de 250%.

De acuerdo a la Norma OS.100 los coeficientes se deben fijar de acuerdo al estudio de la información estadística comprobada, de otro modo se puede utilizar los siguientes coeficientes: Para el Qmd el coeficiente será de 130% y Qmh el coeficiente deberá estar dentro del rango de 180% a 250%. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.100, 2006)

En el presente trabajo de tesis los coeficientes que se utilizara son los siguientes:

Consumo máximo diario (Qmd) = 1.3 Qm (l/s)

Consumo máximo horario (Qmh) = 2.5 Qm (l/s)

### **2.2.3. Parámetros específicos**

Los parámetros específicos y criterios de diseño que se presentan a continuación se basan en las siguientes normativas:

- Normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinadas a las localidades urbanas - Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

#### **2.2.3.1. Parámetros específicos de agua potable**

Tomando en consideración los datos básicos del caudal a

transportar, la extensión de tubería, el desnivel del punto de carga y descarga, consideraremos los siguientes parámetros:

#### 1. Redes de distribución.

En la línea de aducción y las redes de distribución los parámetros que se utilizara en las estimaciones son los siguientes:

- El tipo de tubería que se utilizara.
- La velocidad que se recomienda en la conducción.
- La protección contra la acumulación de aire en los puntos altos.
- El sistema por donde se evacuará los sedimentos en los puntos bajos.

Se define a línea de aducción a la tubería que transporta agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento. (Arocha, 1980, Pág. 20)

El presente trabajo de tesis se centra en el diseño definido de la red de agua potable en la localidad de Caja, Huancavelica, donde la línea de aducción se considerará como la tubería que se conecta del reservorio simulado, que se considera en el modelado, que va hacia la red de distribución de agua potable.

#### 2. Coeficientes de fricción

El coeficiente de fricción "C" de Hazen-Williams considerado en el cálculo hidráulico, lo podemos observar en el siguiente Cuadro 2.2.3.1-1.

**Cuadro 2.2.3.1-1** Coeficiente de fricción "C" de acuerdo al material

<b>Tipo de Tubería</b>	<b>C</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Absbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.*

La determinación de las pérdidas locales se evaluará solo en caso de contar con un número elevado de accesorios o tener una velocidad muy alta en la red. En este caso para la determinación de las pérdidas se usará la siguiente ecuación. (Azevedo y Acosta, 1976, Pág. 210,211)

$$H_f = k \times V^2 / 2g$$

Dónde:  $V$  = Velocidad en m/s

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>

$K$  = Factor adimensional que depende del

tipo de accesorio en la red (Ver Cuadro 2.2.3.1-2)

**Cuadro 2.2.3.1-2** Coeficiente de fricción "C" de acuerdo al material

<b>Accesorio Local</b>	<b>K</b>
Válvula de globo, totalmente abierta	10.00
Válvula angular, totalmente abierta	5.00
Válvula Check, totalmente abierta	2.50
Válvula de compuerta, totalmente abierta	0.20

Codo de radio pequeño	0.90
Codo de radio grande	0.80
Codo de 45°	0.60
Curva de cierre de retorno	0.40
Te estándar con flujo	2.20
Te estándar con flujo por una rama	0.60
Ingreso rectangular	0.80
Salida	0.50

*Fuente: Manual de Hidráulica. De Azevedo Netto y Acosta Alvarez – 1976*

### 3. Velocidad en el conducto

Para la elección del diámetro de tubería se encuentra relacionada en forma directa a la velocidad que se produzca en el conducto donde la velocidad máxima admisible será de 3 m/s y para los casos justificados se admitirá una velocidad máxima de 5 m/s. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.050, 2006)

### 4. Zonas de presión

En las zonas de presión definiremos de acuerdo a la topografía donde se podrán identificar las presiones mínimas y el área de influencia del reservorio. La topografía nos delimitara las zonas de abastecimiento y teniendo en cuenta las presiones mínimas y máximas en la red de distribución el cual es de 10 a 50 metros de columna de agua (m.c.a.) respectivamente. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.050, 2006)

Se tendrá en consideración que las presiones mínimas de 10.00 metros de columna de agua (m.c.a.) en las redes de

distribución se usará en casos en que la zona se cuenta con inmuebles de hasta 2 pisos.

#### 5. Válvulas de aire

Para la línea de conducción se optará por instalar válvulas extractoras de aire en los puntos altos también cuando se presenten cambios en la trayectoria de los tramos con pendiente positiva. En los ramales donde la pendiente se conserva uniforme se instalarán válvulas cada 2 kilómetros como máximo. Las dimensiones de las válvulas se determinarán en función del caudal, presión y diámetro de la tubería. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.010, 2006)

#### 6. Válvulas de Purga

Para la ubicación de las válvulas de purga se realizará en los puntos más bajos de la línea de conducción para lo cual se tendrá que considerar la calidad del agua como también la modalidad de funcionamiento de la dicha línea de conducción. Para el dimensionamiento de las válvulas se calculará en función de la velocidad de drenaje, estas serán instaladas en una cámara de concreto armado. (Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.010)

En la presente tesis se tomará el siguiente criterio, las válvulas de aire y válvulas de purga no serán considerados en el modelado de dicha red de agua potable por lo que las pérdidas no superan el 10% con respecto a las pérdidas

formadas por fricción.

## 7. Criterios de diseño

La red de conducción o distribución se proyectarán, siempre en cuando sea posible, formando un circuito cerrado (malla). Las dimensiones de la red se realizan en base a cálculos hidráulicos que por lo tanto aseguren el caudal y la presión adecuada en cualquier punto de la red. De acuerdo a la Norma OS.050, el cálculo hidráulico del sistema de distribución se realizará mediante el método de Hardy Cross o cualquier otro método equivalente y el cálculo hidráulico de las tuberías se realizará mediante la fórmula de Hazen - Williams.

Fórmula de Hazen – Williams. (Azevedo y Acosta, 1976, Pág. 509)

$$V = 0.355 C D^{0.63} S_f^{0.54}$$

Dónde:

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro (m)

Sf = Perdida de carga unitaria (m/m)

C = Coeficiente de fricción

Reemplazando esta fórmula en la ecuación de continuidad,

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Se obtiene la fórmula para el caudal.

$$Q = 0.2875 C D^{2.63} S_f^{0.54}$$

Dónde:

$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$ .

(Organización Panamericana de la Salud, 2006)

#### **2.2.4. Fuentes de Abastecimiento**

Se sabe que las fuentes de para abastecer agua forman el elemento principal en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar el siguiente paso es necesario precisar su ubicación, tipo, calidad y calidad. Teniendo en consideración su naturaleza y ubicación de la fuente de abastecimiento, así también la topografía del terreno, teniendo en consideración dos tipos de sistemas: los de bombeo y los de gravedad. Se sabe que las fuentes de para abastecer agua forman el elemento principal en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar el siguiente paso es necesario precisar su ubicación, tipo, calidad y calidad. Teniendo en consideración su naturaleza y ubicación de la fuente de abastecimiento, así también la topografía del terreno, teniendo en consideración dos tipos de sistemas: los de bombeo y los de gravedad. Se tiene que, en los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe ubicarse en la parte alta de la población para que el agua pueda fluir a través de tuberías, utilizando solo la fuerza de la gravedad. Para los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra ubicada en elevaciones menores a las poblaciones de consumo por lo tanto es necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento que se encuentran ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. Para el diseño de un sistema de agua potable, es de suma importancia seleccionar una fuente adecuada o una

combinación de fuentes para proveer de agua a la población en cantidad suficiente. De acuerdo a la forma de abastecer se consideran tres tipos principales de fuente: aguas superficiales, aguas de lluvia y aguas subterráneas. (Agüero, 1997)

#### **2.2.4.1. Tipos de fuentes de agua**

##### **a) Agua de lluvia**

La captación del agua de la lluvia se debe emplear en aquellas situaciones en los que es imposible conseguir aguas subterráneas y superficiales de adecuada calidad y también cuando el registro de lluvias sea importante. Para lo cual se utilizarán las cubiertas de las casas o como también superficies impermeables para llegar a captar agua y llevar a sistemas cuya capacidad dependerá del consumo que se requiere y del régimen pluviométrico. (Agüero, 1997)

##### **b) Agua superficial**

Tenemos que las aguas superficiales se encuentran constituidas por los ríos, lagos, arroyos, etc. Que circulan naturalmente en la superficie de la tierra, por lo que se puede ver que estas fuentes no son tan deseables, fundamentalmente si existen zonas habitadas o donde se pastorea animales aguas arriba. A pesar de esto a veces no existe otra fuente alternativa en la localidad, por ende, se necesita para su uso, contar con una información de forma completa y detallada que nos permita ver su estado sanitario, calidad de agua y caudales disponibles. (Agüero, 1997)

### **c) Agua subterránea**

Sabemos que parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formándose así las aguas subterráneas. La explotación de estas aguas dependerá de la formación geológica del acuífero y de las características hidrológicas. Para captar aguas subterráneas se puede realizar a través de galerías filtrantes, pozos (excavados y tubulares) y manantiales. (Agüero, 1997)

#### **2.2.4.2. Selección del tipo de fuente**

Por lo general en la gran mayoría de zonas rurales del país, existen 2 tipos de fuentes de agua: subterráneas y superficial, donde la primera es representada por las ríos, quebradas y riachuelos, que usualmente transporta agua que está contaminada con presencia de restos orgánicos y sedimentos; siendo obligatorio diseñar un sistema de tratamiento para su captación, el cual implicara en la construcción de obras civiles como desarenadores, bocatomas, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración. Diseñar dicha opción representara un costo elevado donde en la mayoría de zonas rurales del país la propuesta no se logra obtener resultados satisfactorios el cual se debe primariamente al mantenimiento que requiere para el sistema. En la segunda alternativa el cual se representa por manantiales que se localizan en la parte alta de la población, usualmente se cuenta con agua de excelente calidad, por lo general es el tipo de fuente que se considera en los sistemas de

abastecimiento de agua potable que es por gravedad sin tratamiento. (Agüero, 1997)

**a) Manantiales**

El manantial se puede definir como el terreno donde se origina un afloramiento de forma natural de agua que es subterránea. Tenemos que el agua de manantial filtra a través de una formación de capas que tiene arena, grava o roca fisurada. En las zonas donde se encuentra capas impermeables, el cual llegan a bloquear el flujo subterráneo del agua ello permite que aflore a la superficie. Por lo general el agua de manantial alcanza ser pura y, por ende, se usa sin ningún tratamiento con la condición de que el manantial este adecuadamente protegido, con estructura ideal que llegue a impedir que se contamine el agua, en el cual se asegura que el agua venga efectivamente de un acuífero y que no sea de agua de un río o arroyo que se ha embebido a corta distancia. (Agüero, 1997)

**2.2.4.3. Cantidad de agua**

En la gran mayoría de los sistemas de abastecimientos de agua potable en las zonas rurales, tenemos como fuente los manantiales, donde la falta de registros hidrológicos nos llega a obligar que se realice una buena y detallada investigación de las fuentes, donde lo ideal llega a ser que los aforos se verificaran en la tiempo critico de rendimientos que llega a corresponder a los meses de estiaje y lluvias, con el fin de conocer los caudales

máximos y mínimos, donde el caudal mínimo deberá ser mayor que el consumo máximo diario con el fin de llegar a cubrir la demanda de agua de la población proyectada. Por lo tanto, se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca de la variación de caudal y comportamiento que consiguen existir en el manantial, por lo que aquellos conocen con una mayor certeza si la fuente de agua se seca o no. (Agüero, 1997)

#### **a) Método volumétrico**

Para aplicar el método volumétrico es necesario canalizar el agua formando una comente del agua donde se pueda provocar un chorro. Este método consiste en medir el tiempo que demora el fluido en llenarse un recipiente de un volumen que se conoce y luego, se tiene que dividir el volumen (l) entre el tiempo promedio (s), obteniéndose el caudal (l/s). (Agüero, 1997)

$$Q = V/t$$

Donde:

Q = Caudal en lt/seg.

V = Volumen del recipiente en litros.

t = tiempo promedio en seg.

#### **2.2.4.4. Calidad de agua**

para consumo humano la calidad de agua se garantiza su inocuidad que se rige concretamente por los siguientes lineamientos. (MINSA, 2011)

- Prevenir las enfermedades que transmitan a través del consumo del agua de insegura o mala calidad.

- Que se asegure la aplicación de las obligaciones sanitarias para que se garantice la inocuidad del agua para consumo humano.
- Que se desarrolle acciones de educación, promoción, y capacitación que aseguren que el abastecimiento, el control, la vigilancia y la calidad del agua para consumo humano, sean eficaces, sostenibles y eficientes.
- Se buscará la calidad del servicio mediante la aceptación de métodos y procesos convenientes de almacenamiento, distribución y tratamiento del agua para consumo humano, el cual garantice la inocuidad del producto.
- El compromiso solidario por parte de los beneficiarios del recurso hídrico con relación a la defensa de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo humano.
- Los controles de calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor deben estar basados en el análisis de puntos críticos de control y de peligros.
- Los pobladores tienen derecho a la información sobre la calidad del agua que se consume.

**Cuadro 2.2.4.4-1 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.**

<b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0(*)
E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0(*)
Bacterias Coliformes termo tolerantes o fecales	UFC/100mL a 44.5°C	0(*)
bacterias heterotróficas	UFC/100mL a 35°C	500
Huevos de Larvas de Helminths, quistes y orquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC/ml	0

Organismo de Vida Libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos	N° org/L	0
UFC = unidad formadora de calorías		
(*) en caso de analizar por la técnica de NMP por los tubos múltiples =<1.8/100ml		

*Fuente: Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011*

*Cuadro 2.2.4.4-2 Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.*

<b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Limites máximo permisible</b>
Olor		Aceptable
Sabor		Aceptable
Color	UCV ESCALA Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Ph	Valor de Ph	6.5 a 8.5
Conductividad (25°C)	um ho/cm	1500
Solidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
cloruros	mgCL <sup>-1</sup>	250
Sulfatos	mgSO4L <sup>-1</sup>	250
Dureza total	mgCaCO3L <sup>-1</sup>	500
Amoniaco	mgNL <sup>-1</sup>	1.5
Hierro	mgFeL <sup>-1</sup>	0.3
Manganeso	mgMnL <sup>-1</sup>	0.4
Aluminio	mgAIL <sup>-1</sup>	0.2
Cobre	mgCuL <sup>-1</sup>	2
Zinc	mgZnL <sup>-1</sup>	3
Sodio	mgNaL <sup>-1</sup>	200
UCV = Unidad de color verdadero		
UNT = Unidad nefelometría de turbiedad		

*Fuente: Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, 2011*

### **2.2.5. Red de distribución**

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. Para el diseño de la red de distribución es

necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{rn}$ ). Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen danos en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja). En el capítulo se presentan las consideraciones básicas de diseño y tipos de redes con algunos detalles específicos de cálculo. (Agüero, 1997)

#### **2.2.6. Consideraciones de diseño según Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento 2016.**

Para la red de distribución se cumplirá lo siguiente:

- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25mm, y en redes abiertas, y en redes abiertas se admite un diámetro de 20 mm para ramales.
- Las redes de distribución se diseñarán para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- La velocidad mínima no será menor 0.6 m/seg. En ningún caso podrá ser inferior a 0.3 m/seg

- La velocidad máxima admisible será 3 m/seg
- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 mca y la presión estática no será mayor a 60mca.
- De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se considerará el uso de cámaras distribuidoras de caudal y reservorios de cabeza, a fin de sectorizar las zonas de presión.

### **2.2.7. Referencia de los Softwares**

En el diseño de la red de agua potable y alcantarillado de la presente tesis se empleará el software WATERCAD V8i. El software ha evolucionado de manera similar frente a sus versiones anteriores mejorando la interfaz entre el programa y el usuario, ampliando la posibilidad de obtención de gráficos, integrando los softwares con sistemas de información geográfica (GIS), mayores herramientas de productividad, etc. A continuación, se presenta con mayor detalle las características de cada uno de los softwares.

#### **2.2.7.1. WaterCad v8i**

El software WATERCAD es propiedad y uno de los más populares de la empresa de softwares Bentley Systems, Incorporated. Este software permite el análisis y la modelación hidráulica de sistemas o redes a presión. El algoritmo de cálculo en el cual se basa el software es el método de gradiente hidráulico (conocido como el método de la red simultánea) el cual permite el análisis hidráulico de redes. El método del gradiente hidráulico constituye un método híbrido con variaciones a los procesos

clásicos de solución (Newton - Raphson) donde mediante una técnica de manejo de matrices dispersas el problema es finalmente conducido a una solución algebraica mediante el proceso iterativo conocido como algoritmo de factorización incompleta de Choleski.

WATERCAD ofrece todas las herramientas de análisis hidráulico en régimen permanente de redes a presión (da la posibilidad de modelar cualquier fluido newtoniano) como son: El análisis en periodo estático (Steady State), periodo extendido (EPS), análisis de flujo contra incendio (Fire Flow Analysis) y análisis de calidad (Water Quality). (Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. En: Bentley Colleague Blogs, 2012). Los principios básicos en los cuales se basan todos los métodos numéricos de análisis de régimen permanente en redes de distribución, conocidos también como Leyes de Kirchoff, constituyen un sistema de ecuaciones resultantes de naturaleza no lineal que no tiene una resolución directa y requiere de procesos iterativos. Las diferentes aproximaciones numéricas, para la solución de las redes de distribución, se pueden agrupar en dos grandes grupos. (Historia de los métodos de análisis y modelos computacionales para análisis de redes de distribución a presión. En Bentley Colleague Blogs, 2011)

Metodologías basadas en técnicas iterativas de Gauss - Seidel y Jacobi en las cuales la resolución del problema se efectúa en cada iteración (una resolución secuencial de cada una de las ecuaciones) como por ejemplo el Método de Cross y sus derivados.

Metodologías de equilibrio simultáneo de las variables en las cuales la resolución es basada en técnicas de linealización de las ecuaciones como por ejemplo los métodos de los nodos y circuito simultáneos.

Dentro de este último grupo de metodologías se encuentran los métodos del circuito y nodo simultáneo, teoría lineal y gradiente hidráulico que emplean formulaciones matriciales para la solución de los sistemas de distribución, siendo esta última metodología la más utilizada como algoritmo de cálculo en los softwares diseñados actualmente para poder analizar y resolver los sistemas de distribución de agua a presión. (Historia de los métodos de análisis y modelos computacionales para análisis de redes de distribución a presión. En Bentley Colleague Blogs, 2011)

Dentro de las nuevas funcionalidades del programa se cuenta con el análisis de criticidad de sistemas (Criticality Analysis) basado en la operación de válvulas de aislamiento y el análisis de vaciado unidireccional de sistemas (Flushing Analysis). Además, se cuenta con herramientas de integración con fuentes externas de datos como el ModelBuilder (construcción de modelos) y el LoadBuilder (carga de demanda basada en operaciones de análisis espacial). (Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. En: Bentley Colleague Blogs, 2012). Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc. Además de contar con una interfaz

gráfica independiente (Windows Stand Alone), puede trabajarse de manera integrada con entornos CAD como lo son Autocad y Bentley MicroStation. (Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. En: Bentley Colleague Blogs, 2012)

## **2.3. Formulación de hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis general:**

Existe una relación directa y significativa entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016

### **2.3.2. Hipótesis específica:**

- Existe una relación directa y significativa entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.
- Existe una relación directa y significativa entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.
- Existe una relación directa y significativa entre el diseño optimizado y el diseño de las redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Variables**

#### **3.1.1. Variable independiente definición conceptual:**

V1: (Redes Cerradas): Según Agüero (1997): son las redes constituidas por tuberías que se comunican entre sí formando mallas. Este tipo de red es el más beneficioso y tratara de lograrse mediante la interconexión de tuberías con el de crear un circuito cerrado que permita un servicio más permanente y eficiente.

En este tipo de sistema se eliminan los puntos muertos, si se tienen que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas, la otra ventaja es que es más económico.

Los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros, ofrece más seguridad en caso de incendios, ya que se podría cerrar las válvulas que se necesitan para llevar el agua hacia el lugar del siniestro.

Para el análisis hidráulico de una red de distribución en un sistema cerrado los métodos más utilizados son el de Seccionamiento y el de Hardy Cross

Dimensiones:

1. Consideraciones de cálculo de diseño.
2. Impacto Ambiental.

*Cuadro 3.1.1-1 Variable (Redes Cerradas)*

<b>VARIABLE REDES CERRADAS</b>	
<b>NIVELES</b>	<b>ESCALA DE VALORES</b>
Muy desfavorable	10 a 20
Desfavorable	21 a 30
Favorable	31 a 40
Muy favorable	41 a 50

*Fuente: Variable (Redes Cerradas) - Elaboración Propia.*

### **3.1.2. Variable dependiente definición conceptual:**

V2: (Abastecimiento de Agua Potable): Es el conjunto de infraestructura, servicios y equipos que están destinados al racionamiento de agua para consumo humano, el agua racionada debe ser en capacidades suficiente y de buena calidad física, química y bacteriológica. Para construir un sistema de abastecimiento de agua se deben elaborar estudios que definan las unidades operacionales requeridas, las unidades deben tener capacidad hidráulica para las condiciones actuales y futuras de la localidad

Dimensiones:

1. Parámetros de diseño.
2. Análisis hidráulico.
3. Diseño optimizado.

*Cuadro 3.1.2-1 Variable (Abastecimiento de Agua Potable)*

<b>VARIABLE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	
<b>NIVELES</b>	<b>ESCALA DE VALORES</b>
Muy desfavorable	9 a 18
Desfavorable	19 a 27
Favorable	28 a 36
Muy favorable	37 a 45

*Fuente: Variable (Abastecimiento de Agua Potable) - Elaboración Propia.*

### **3.2. Diseño Metodológico**

En la presente investigación, se utilizó el Método cuantitativo. En la

actualidad según Cataldo, (1992, p.26): “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”.

### **3.3.Tipo de estudio:**

La investigación es aplicada o tecnológica. No persigue una utilización inmediata para los conocimientos obtenidos, sino que busca acrecentar los acontecimientos teóricos para el progreso de una ciencia, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencia prácticas.

### **3.4.Nivel de investigación.**

La investigación es correlacional, porque en este tipo de investigación se persigue fundamentalmente determinar el grado en el cual las variaciones en uno o varios factores son concomitantes con la variación en otro u otros factores. La existencia y fuerza de esta covariación normalmente se determina estadísticamente por medio de coeficientes de correlación. Es conveniente tener en cuenta que esta covariación no significa que entre los valores existan relaciones de causalidad, pues éstas se determinan por otros criterios que, además de la covariación, hay que tener en cuenta.

### **3.5.Lugar y periodo de la investigación.**

La investigación se realizó en la Localidad de Caja, distrito de Caja, Provincia de Acobamba, Departamento de Huancavelica durante el periodo de marzo del 2016 hasta mazo del 2017.

Gráfico 3.5-1 Caja, Acobamba - Huancavelica

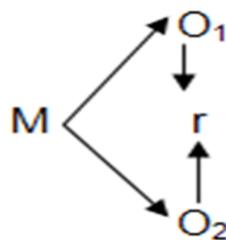


Fuente: Google earth 2016

### 3.6. Diseño del estudio:

El diseño de investigación es el descriptivo – correlacional.

Según Sánchez, et al. (1998, p.79): Los diseños descriptivo– correlacionales, se orientan a la determinación del grado de relación existente entre dos a más variables de interés en una misma muestra de sujetos o el grado de relación existente entre dos fenómenos o eventos observados. El esquema es el siguiente:



Donde:

M = Muestra

O1 = Observación de la variable 1.

O2 = Observación de la variable 2.

r = Correlación entre dichas variables.

### 3.7. Población y muestra

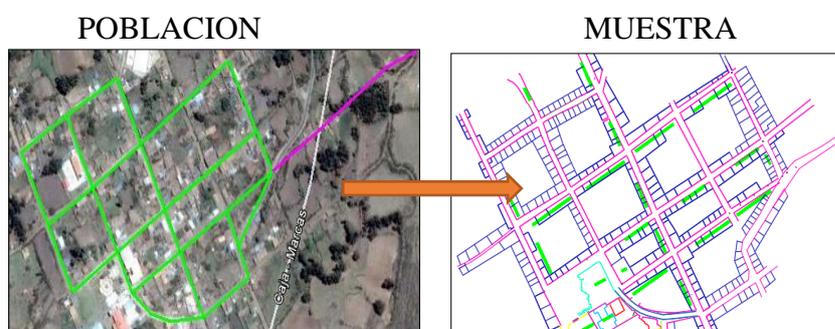
#### 3.7.1. Población o universo.

La población objetivo estuvo conformada por la población urbana de la localidad de Caja, siendo este de 1285 habitantes.

#### 3.7.2. Muestra de estudio

La muestra de estudio corresponde al denominado muestreo no probabilístico, para lo cual se tomó como muestra 1175 habitantes que se encuentran en las manzanas consolidadas.

*Gráfico 3.7.2-1 Muestreo no probabilístico “Muestreo por conveniencia”*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.7.3. Criterios de validación

la validación de los instrumentos por el juicio de expertos especialistas en el tema de estudio se determinó mediante cuestionario de encuesta

*Cuadro 3.7.3-1 Muestra de Estudio de la Investigación*

<b>Grupos de investigación</b>	<b>N° Ingenieros</b>
Ingenieros civiles	20
<b>TOTAL:</b>	<b>20</b>

*Fuente: Muestra de Estudio - Elaboración Propia.*

### 3.8. Operacionalización de variables

Cuadro 3.8-1 Operacionalización de Variable 1

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN							
Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	N° de preg.	%	Escala Valorativa	Instrumento
Variable 1: Redes Cerradas	1.1.- Consideraciones de cálculo de diseño	1.1.1. Elaboración de planos	1. Cree usted estar de acuerdo que la elaboración de planos es indispensable para mostrar resultados finales.	8 ítems	80%	Escala de medición: Ordinal 1. Nunca 2. Casi Nunca 3. A veces 4. Casi Siempre 5. Siempre	Cuestionario de encuesta
		1.1.2. Periodo de diseño	2. Cree usted estar de acuerdo que el periodo de diseño es el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100% ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.				
		1.1.3. Población de diseño	3. Considera usted estar de acuerdo que la población de diseño, corresponde a determinar el número de habitantes que tendrá acceso al servicio directo de agua potable.				

		1.1.4. Dotación	4. Cree usted estar de acuerdo que la dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima.				
		1.1.5. Calculo de caudales de diseño y variación de consumo	5. Cree usted estar de acuerdo que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios.				
		1.1.6. Presiones	6. Considera usted estar de acuerdo que la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red y en condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. según OS.050				
		1.1.7. Diseño hidráulico de tuberías	7. Considera usted estar de acuerdo en utilizar las ecuaciones de continuidad y conservación de la energía, así como la formula empírica de Hazen Williams.				

		1.1.8. Estructuras Hidráulicas	8. Considera usted estar de acuerdo que las estructuras hidráulicas son esenciales para su almacenamiento y posterior distribución de agua potable.				
<b>1.2.- Impacto ambiental</b>		1.2.1. Plan de manejo ambiental	9. Cree usted estar de acuerdo en Identificar y evaluar los impactos ambientales previsibles, directos e indirectos al medio ambiente físico, biológico, socioeconómico y cultural.	2 ítems	20%		
		1.2.2. Calidad de agua	10. Considera usted estar de acuerdo en hacer un estudio Hidrogeoquímico, para la calidad de agua.				
<b>Total</b>				<b>10 ítems</b>	<b>100%</b>		

*Fuente: Elaboración Propia.*

Cuadro 3.8-2 Operacionalización de Variable 2

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN							
Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	N° de preg.	%	Escala Valorativa	Instrumento
Variable 2: Abastecimiento de agua potable	2.1.- Parámetros de diseño	2.1.1. Estudio de la población	1. Considera usted estar de acuerdo en determinar la población final para el periodo de diseño se realice a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecido por el organismo oficial que regula estos indicadores.	4 ítems	44.40%	Escala de medición: Ordinal 1. Nunca 2. Casi Nunca 3. A veces 4. Casi Siempre 5. Siempre	Cuestionario de encuesta
		2.1.2. Fuentes de abastecimiento	2. Considera usted estar de acuerdo que las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.				
		2.1.3. Levantamiento topográfico	3. Considera usted estar de acuerdo en hacer un levantamiento topográfico, que contenga: Plano de				

			lotización, perfil longitudinal, secciones transversales.				
		2.1.4. Datos obtenidos de estudio de campo	4. Considera usted estar de acuerdo en realizar un estudio de campo para la obtención de datos importantes como, calidad, cantidad, disponibilidad física del agua, topografía y sucesos históricos.				
	<b>2.2.- Análisis hidráulico</b>	2.2.1. Métodos a utilizar	5. Considera usted estar de acuerdo que los métodos más usados son el de seccionamiento y el de Hardy Cross	3 ítems	33.33%		
		2.2.2. Beneficio	6. Cree usted estar de acuerdo que con un buen análisis hidráulico se estaría satisfaciendo las necesidad de agua potable en la población.				
		2.2.3. Eficiencia y permanencia	7. Considera usted estar de acuerdo que el tipo de red influye en la eficiencia y continuidad del servicio de agua potable.				
	<b>2.3.- Diseño optimizado</b>	2.3.1. Reglamentos de diseño	8. Considera usted estar de acuerdo que para un buen diseño optimizado es	2 ítems	22.23%		

			necesario utilizar las normas y reglamento de diseño.				
		2.3.2. Economía	9. Considera usted estar de acuerdo en encontrar la combinación de diámetros de tuberías que minimice el costo constructivo del sistema.				
<b>Total</b>				9 ítems	100%		

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.9. Técnicas de recolección de datos.

Según Sierra, (1995, p.245) el instrumento cuestionario de encuesta es “un conjunto de preguntas, preparados cuidadosamente sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación sociológica para su contestación por la población o su muestra a que se extiende el estudio emprendido”.

*Cuadro 3.9-1 Técnicas de recolección de datos.*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Datos a observar</b>
<b>Fichaje</b>	Fichas bibliográficas, resumen, transcripción y resumen.	Marco teórico conceptual, recolectar y detectar la mayor cantidad de información relacionada con el trabajo de investigación.
<b>Cuestionarios</b>	Cuestionarios de encuesta sobre la percepción del Variable Independiente redes cerradas y Variable Dependiente abastecimiento de agua potable.	La descripción de los niveles del Variable Independiente Redes Cerradas y Variable Dependiente Abastecimiento de Agua Potable.
<b>Levantamiento topográfico</b>	Levantamiento topográfico con estación total Topcon, de la población en estudio	Distribución de las viviendas y desniveles.
<b>Trabajo en</b>	Utilización de software	Presiones, velocidades y diámetro

<b>gabinete</b>	para el análisis de las redes cerradas	de las tuberías
-----------------	---	-----------------

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.10. Validez y confiabilidad de los instrumentos empleados.

#### 3.10.1. Confiabilidad de los instrumentos

Para dar la confiabilidad del instrumento de medición se utilizó el coeficiente de Alpa de Cronbach, porque estima la consistencia interna de la prueba total. Se interpreta como el promedio de la correlación entre todos los reactivos que constituyen un test, además este coeficiente es considerado como una de las mejores medidas de la homogeneidad de un test.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum s^2i}{s^2t} \right]$$

k= Numero de preguntas o ítems

$S^2i$  = Varianza de cada ítem

$S^2t$  = Varianza de la suma de los ítems

El Coeficiente de Confiabilidad del Cuestionario de Encuesta que sirvió para medir las REDES CERRADAS y el ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE mediante el método de mitades partidas se sintetiza de la siguiente manera:

REDES CERRADAS		
Coef. correlacion=	0.95182	Media= 39.9
		DS= 4.34
Correccion =	0.97532	P75= 42.83
Prueba V con dsitribucion t		P25= 36.97
t = 23		
Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746 entonces este coeficiente es significativo		



1.0	Confiabilidad perfecta
-----	------------------------

Se deduce que ambos cuestionarios de encuesta tienen una excelente confiabilidad.

### **3.10.2. Validez de los instrumentos**

La validación de los instrumentos se realizó principalmente en el marco teórico de la categoría “validez de contenido” utilizando el procedimiento de criterio de expertos calificados, que determinarán la adecuación muestral de los ítems de los instrumentos. El Coeficiente de Validez del Cuestionario de Encuesta sobre el ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE y REDES CERRADAS se muestra en las fichas de validación en los anexos Nro.4. Porcentualmente, las puntuaciones alcanzan el 79.69%. Ver anexos Nro. 5.

Como quiera que para los ítems sea válido se necesita un completo acuerdo entre los jueces (Escrura, 1991), concluimos que ambos cuestionarios de encuesta son válidos.

• **Fiabilidad**

**Escala: ALL VARIABLES**

**Resumen de procesamiento de casos**

		N	%
Casos	Válido	5	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	5	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,797	10

Aplicando la siguiente fórmula para calcular el alfa de Cronbach:

$$\begin{array}{l}
 S_i^2 = 205.00 \\
 S_t^2 = 725.00 \\
 K = 10
 \end{array}
 \quad \Rightarrow \quad
 \alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right] = \boxed{0.7969}$$

Ahora bien, teniendo de referencia a (Oseda, 2011) los valores hallados pueden ser comprendidos entre la siguiente Tabla:

0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
<b>0,72 a 0,99</b>	<b>Excelente validez</b>
1.0	Validez perfecta

Se deduce que ambos cuestionarios de encuesta tienen una

excelente validez.

### 3.11. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se utilizó los modelos tabulares numéricos y gráficos, además el uso del software aplicativo como el SPSS v.22.00 y el Ms-Excel v. 2013; donde se considerará.

Las Medidas de Tendencia Central (la media aritmética, la mediana y la moda), de Dispersión (La varianza y la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad). Las de forma: la Asimetría y la Kurtosis.

Los estadígrafos de la Estadística Inferencial como la prueba “r” de Pearson y la Prueba “t” para investigaciones correlacionales.

Se utilizó el programa SPSS v. 22.00 para calcular los siguientes estadígrafos:

La r de Pearson:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Y finalmente hicimos el uso de la prueba “t” para contrastar la hipótesis de investigación.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

### 3.12. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de esta investigación contienen los siguientes principios fundamentales, que son de obligatoria aplicación:

- Respeto a la persona y a la personalidad, principio que se extiende a la dignidad e intimidad del individuo, sus creencias religiosas, su inclinación política, las prácticas derivadas de la pertenencia cultural, su capacidad de

autodeterminación.

- La buena fe que expresan los individuos.
- La justicia que rige las relaciones entre las instancias involucradas, los investigadores y las personas participantes en el estudio.
- Proporcionalidad y razonabilidad que permitan sopesar la idoneidad del estudio.
- La no maleficencia dirigida a evitar riesgo o perjuicio que puedan sufrir los sujetos participantes o incluso los investigadores.
- La honestidad dada en la comunicación transparente entre las partes involucradas dentro de la investigación.
- No ejecutar la investigación que afecten negativamente la calidad de vida, la seguridad y la integridad de la población vulnerable y dependiente.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1.Resultados de las encuestas realizadas respecto a la Variable Independiente Redes cerradas y Variable dependiente Abastecimiento de agua potable con sus tres dimensiones.

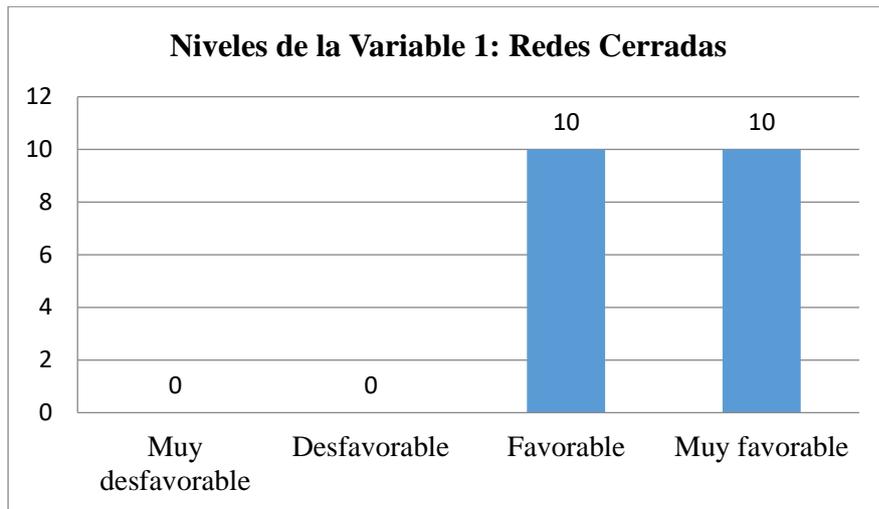
En el presente cuadro se muestra el consolidado de la variable “Redes Cerradas” y sus tres dimensiones: Parámetros de diseño, Análisis Hidráulico, Diseño optimizado, el cual se aplicó a la muestra de 20 Ingenieros Civiles; el cual se presenta los siguientes cuadros y gráficos:

*Cuadro 4.1-1 Niveles de la Variable 1: Redes cerradas*

<b>Niveles de la Variable 1: Redes Cerradas</b>		
<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	0	0.00
Favorable	10	50.00
Muy favorable	10	50.00
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

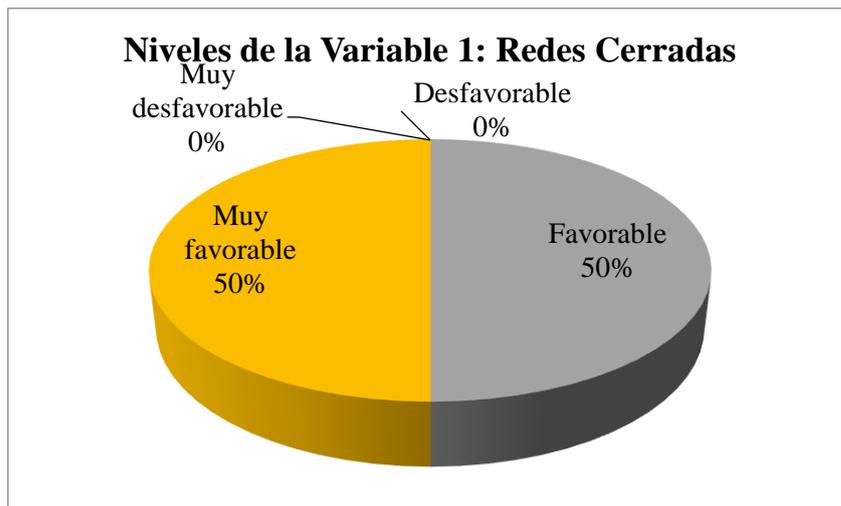
*Fuente: Base de datos Redes Cerradas.*

**Gráfico 4.1-1 Niveles de la Variable 1: Redes Cerradas**



**Fuente: Cuadro N° 4.1-1.**

**Gráfico 4.1-2 Niveles de la Variable 1: Redes Cerradas**



**Fuente: Cuadro N° 4.1-1.**

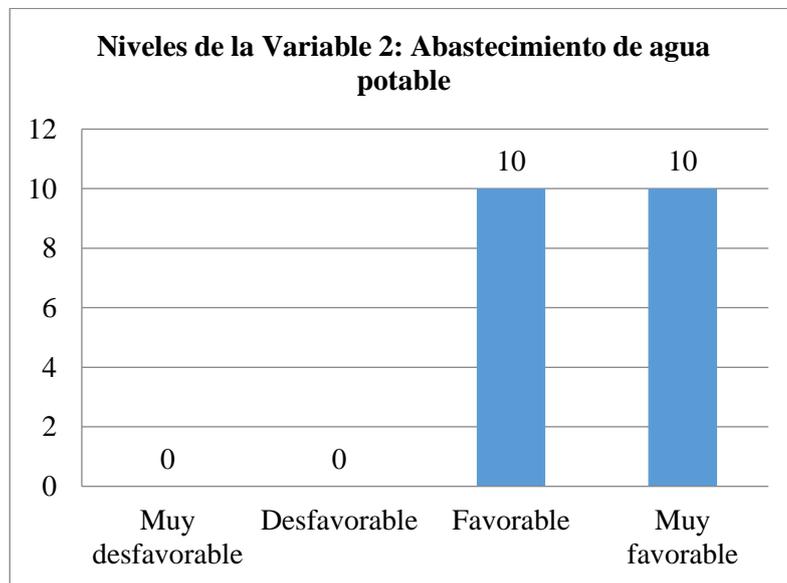
Según el Cuadro N° 4.1-1 y los Gráficos N° 4.1-1 y 4.1-2 se puede apreciar que los niveles de la variable N° 1 Redes Cerradas de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 10 Ingenieros Civiles representa el (50%) perciben las Redes Cerrada favorable; luego 10 Ingenieros Civiles que representan el (50%) perciben un las Redes Cerradas muy favorable; luego 0 Ingenieros Civiles es el (0%) perciben las Redes Cerradas muy desfavorable; luego 0 Ingenieros Civiles que representa el (0%) perciben las Redes Cerradas desfavorable y 0 Ingenieros Civiles que representa el (0%) perciben las Redes Cerradas muy desfavorable.

Cuadro 4.1-2 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable.

Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable		
Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	0	0.00
Favorable	10	50.00
Muy favorable	10	50.00
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

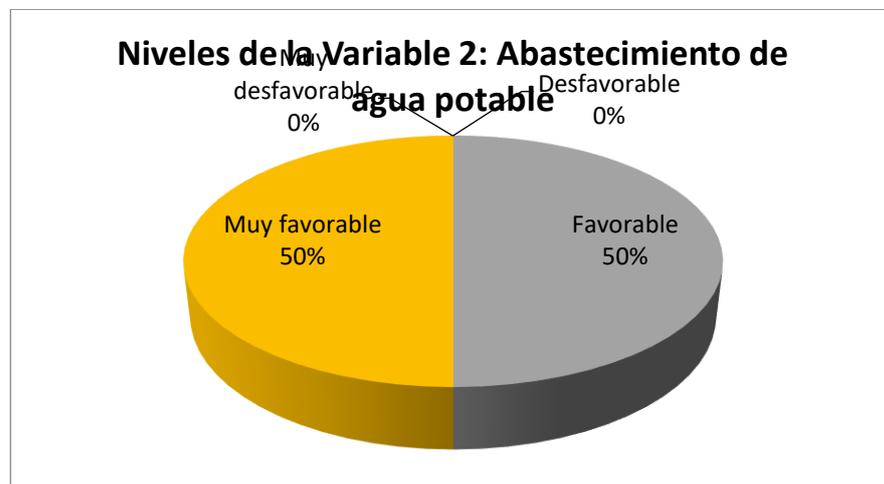
Fuente: Base de datos Abastecimiento de agua potable

Gráfico 4.1-3 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable.



Fuente: Cuadro N° 4.1-2.

Gráfico 4.1-4 Niveles de la Variable 2: Abastecimiento de agua potable.



Fuente: Cuadro N° 4.1-2.

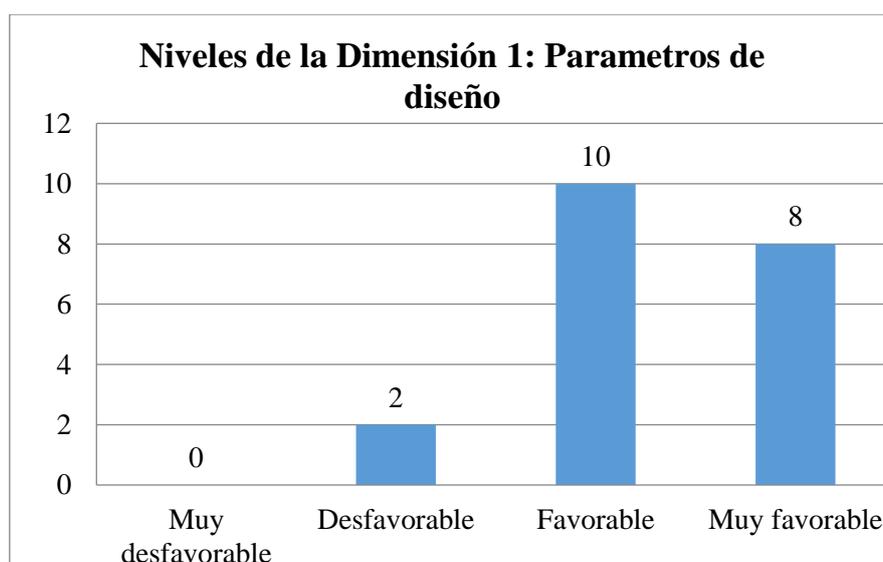
Según el Cuadro N°4.1-2 y los Gráficos N°4.1-3 y 4.1-4 se puede apreciar que los niveles de la variable N° 2 Abastecimiento de agua potable, de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 20 Ingenieros Civiles que representa el (50%) perciben un Abastecimiento de agua potable favorable; luego 20 Ingenieros Civiles que representan el (50%) perciben un Abastecimiento de agua potable muy favorable; luego 0 Ingenieros Civiles es el (0%) perciben un Abastecimiento de agua potable desfavorable y 0 Ingenieros Civiles que representa el (0%) perciben un Abastecimiento de agua potable desfavorable muy desfavorable.

*Cuadro 4.1-3 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño*

<b>Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño</b>		
<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	2	10.00
Favorable	10	50.00
Muy favorable	8	40.00
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

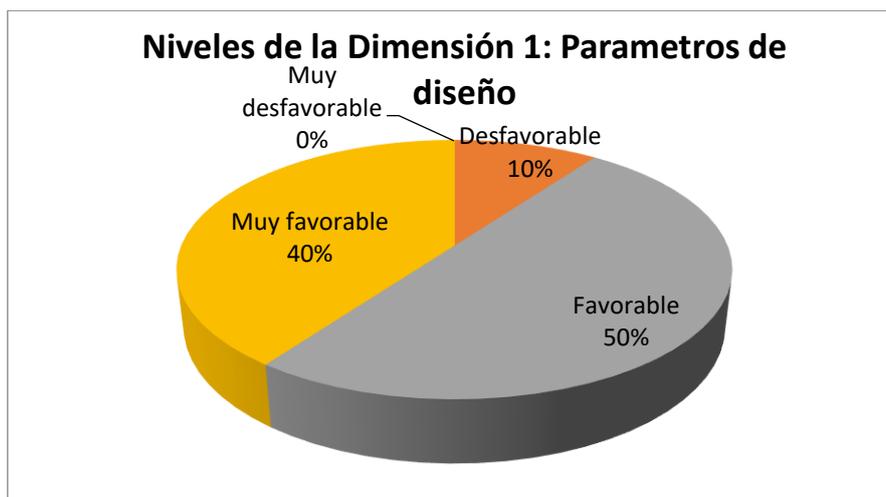
*Fuente: Base de datos de los Parámetros de diseño*

*Gráfico 4.1-5 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño*



*Fuente: Cuadro N° 4.1-3.*

*Gráfico 4.1-6 Niveles de la Dimensión 1: Parámetros de diseño.*



*Fuente: Cuadro N° 4.1-3.*

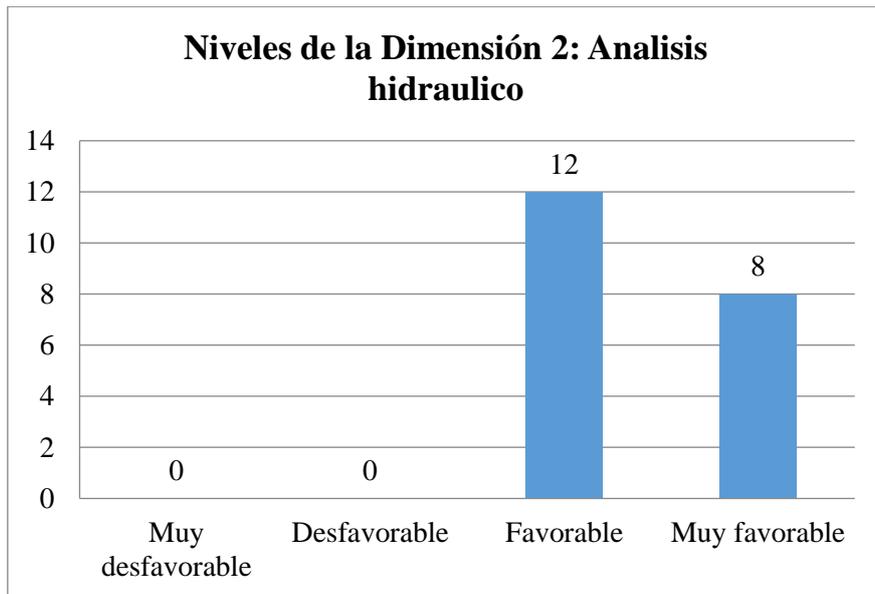
Según el Cuadro N° 4.1-3 y los Gráficos N° 4.1-5 y 4.1-6 se puede apreciar que los niveles de la dimensión N° 1 Parámetros de Diseño, de los 20 Ingenieros civiles encuestados, 10 Ingenieros civiles que representa el (50%) perciben que los Parámetros de diseño son favorable; luego 8 Ingenieros Civiles que representan el (40%) perciben que los Parámetros de diseño son muy favorable; luego 2 Ingenieros civiles que es el (10%) perciben que los Parámetros de diseño son desfavorable y 0 Ingenieros Civiles que representa el (0%) perciben que los Parámetros de diseño son muy desfavorable.

*Cuadro 4.1-4 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico.*

<b>Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico</b>		
<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	0	0.00
Favorable	12	60.00
Muy favorable	8	40.00
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

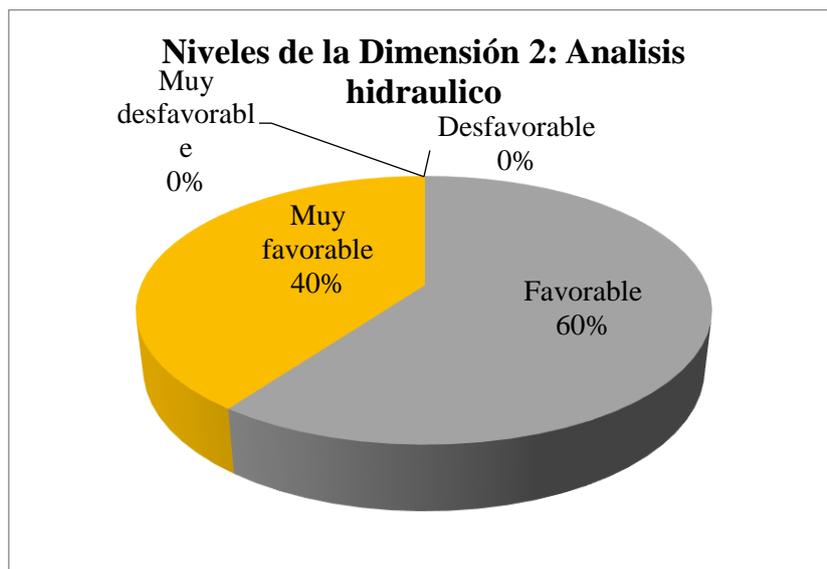
*Fuente: Base de datos del Análisis hidráulico*

Gráfico 4.1-7 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico.



Fuente: Cuadro N° 4.1-4

Gráfico 4.1-8 Niveles de la Dimensión 2: Análisis hidráulico



Fuente: Cuadro N° 4.1-4

Según el Cuadro N° 4.1-4 y los Gráficos N° 4.1-7 y 4.1-8 se puede apreciar que los niveles de la dimensión N° 2 Análisis Hidráulico, de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 12 Ingenieros Civiles que representa el (60%) perciben un Análisis Hidráulico favorable; luego 8 Ingenieros Civiles que representan el (40%) perciben un Análisis Hidráulico muy favorable; luego 0 Ingenieros Civiles que es el (0%) perciben un Análisis Hidráulico desfavorable y 0 Ingenieros Civiles

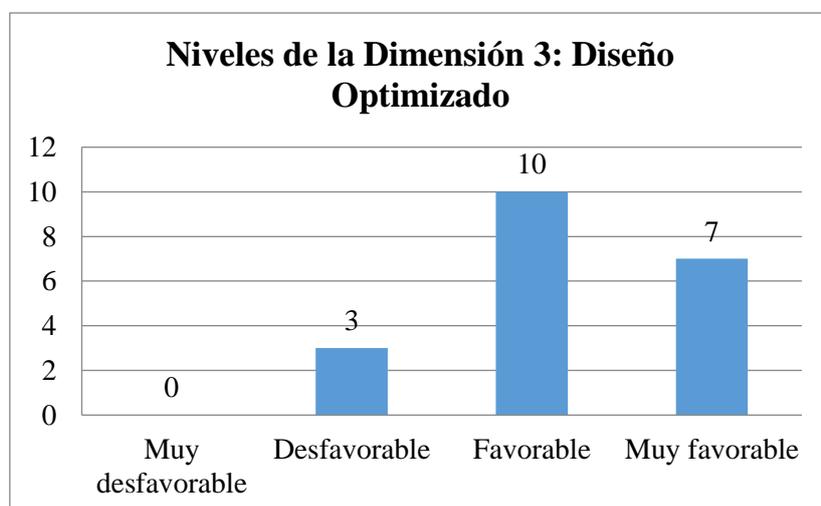
que representa el (0%) perciben un Análisis Hidráulico muy desfavorable.

*Cuadro 4.1-5 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado*

<b>Niveles de la Dimensión 3: Diseño Optimizado</b>		
<b>Niveles</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy desfavorable	0	0.00
Desfavorable	3	15.00
Favorable	10	50.00
Muy favorable	7	35.00
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

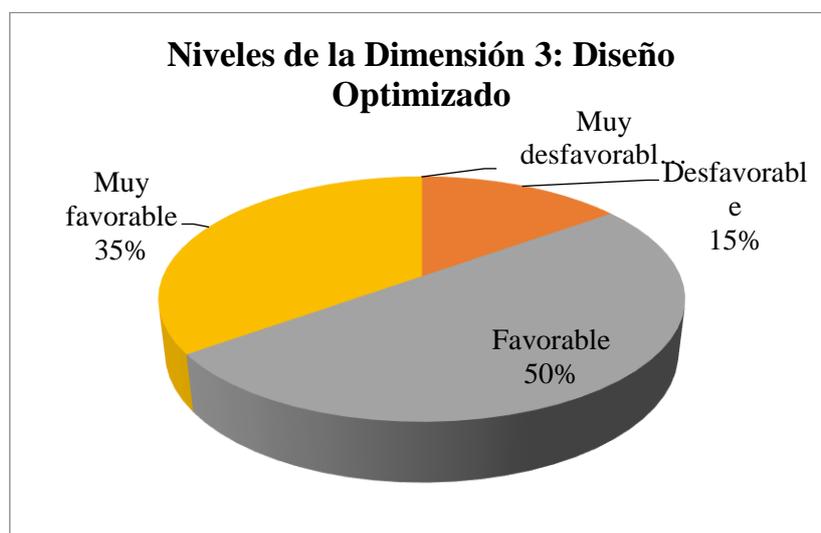
*Fuente: Base de datos del Diseño Optimizado*

*Gráfico 4.1-9 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado*



*Fuente: Cuadro N° 4.1-5*

*Gráfico 4.1-10 Niveles de la Variable 3: Diseño Optimizado.*



*Fuente: Cuadro N° 4.1-5*

Según el Cuadro N° 4.1-5 y los Gráficos N° 4.1-9 y 4.1-10 se puede apreciar que los niveles de la dimensión N° 3 Diseño Optimizado de los 20 Ingenieros Civiles encuestados, 10 Ingenieros Civiles que representa el (50%) perciben un Diseño Optimizado favorable; luego 7 Ingenieros Civiles que representan el (35%) perciben un Diseño Optimizado muy favorable; luego 3 Ingenieros Civiles que representa el (15%) perciben un Diseño Optimizado favorable, y 0 Ingenieros Civiles que representa el (0%) perciben un Diseño Optimizado muy desfavorable.

#### **4.2.Resultados del análisis y diseño respecto a la Variable Independiente Redes Cerradas y Variable Dependiente Abastecimiento de Agua Potable con sus tres Dimensiones.**

##### **4.2.1.Parámetros de Diseño**

###### **- Población de Diseño**

Considerando 5 habitantes por lote y con una tasa de crecimiento (r) de 1.20% anual; y que la población (Po) crece con un modelo geométrico, la población de diseño (Pf) a 20 años (t) será:

$$P_f = P_{actual} \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

Donde:

$$P_o = 1175 \text{ habitantes};$$

$$r = 0.012$$

$$t = 20$$

$$P_f = 1457 \text{ habitantes}$$

###### **- Dotación**

Las Normas regidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, recomiendan utilizar una dotación de 80 l/hab./día (Cuadro

4.2.1-1) para poblaciones rurales en la Región Sierra. Para el caso de la Población de Caja se realizó un análisis de acuerdo al área de influencia y analizando los grandes consumidores que podrían existir, para nuestro análisis solicitamos a la Municipalidad Distrital de Caja nos proporcionara el Plan de desarrollo concertado del distrito, a manera de respuesta recibimos que este se encuentra en elaboración.

*Cuadro 4.2.1-1 Dotación*

Para centros poblados con proyección de servicios de alcantarillado	
REGIÓN	DOTACIÓN
	(l/hab/día)
COSTA	90
SIERRA	80
SELVA	100

*Fuente: Ministerio de vivienda 2016*

- **Consumo promedio diario anual(Qm):**

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población.

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Donde:

Pf = 1457 hab.

D = 80 l/hab/día

Qm = 1.35 l/s

- **Consumo máximo diario(Qmd) y horario(Qmh):**

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365.

$$Q_{md} = k_1 Q_m ; Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Valores recomendados y más utilizados son:

$$K1 = 1.3; K2 = 2.5$$

Donde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l / s)

$Q_{md}$  = Consumo máximo diario (l / s)

$Q_{mh}$  = Consumo máximo horario (l / s)

$K1, K2$  = Coeficientes de variación

$Q_{md} = 1.76$  l/s

$Q_{mh} = 3.38$  l/s

- **Fuentes de abastecimiento:**

Para la Fuente de Agua del Distrito de Caja se propone captar de 2 manantiales, donde uno de ellos existe y que abastece a una fracción de la población (C-1) este manantiales se encuentran a unos 1.82 km al N de la población de Caja, sus coordenadas son 558584m E, 8572576m N, (C-2) se encuentra a 2.2 km al NE de la población de caja sus coordenadas son 558808.42m E, 8574775.29m N. no cuentan con registros hidrológicos según el informe de la Autoridad Local del Agua (ALA) Caja- Acobamba - Huancavelica, por tanto; fueron necesarios realizar aforos, estos se efectuaron en las épocas de rendimientos críticos en los meses de estiaje y lluvias con la finalidad de conocer sus caudales mínimos.

$C - 1$  = Caudal mínimo (existente) = 1.2 l/s

$C - 2$  = Caudal mínimo = 2.18 l/s

En relación a la calidad del agua se hicieron los respectivos análisis físico-químico y bacteriológico de los manantiales de ladera denominados C1, C2; los resultados del ensayo, se encuentran para más detalle en el Anexo N<sup>o</sup>2.

- **Levantamiento topográfico:**

Mediante el levantamiento topográfico se pudo determinar el relieve de la zona con el fin de poder tener una representación digital del terreno. Para luego poder realizar el modelado de la red de distribución de agua potable de la Comunidad de Caja. La cota más alta del terreno es 3403.20m y la más baja es 3382.13m. Así mismo la cota de terreno más alta en la cual se ubica la línea de aducción y la red de distribución es 3401.20m y la más baja es 3386.71m. Las pendientes varían de 1% a 12%. El área que cubre la red de distribución es 99658.22 m<sup>2</sup>.

- **Asignación de caudales:**

Asignación de caudales a nodos por método de áreas tributarias. En cuadro 4.2.1-2 se observa los caudales para cada nodo que se realizó mediante el programa Arcmap.

*Cuadro 4.2.1-2 Dotación*

<b>ELEMENTO</b>	<b>Qmh(lt/seg)</b>	<b>Área(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Total(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Q diseño(lt/seg)</b>
36	3.37	9014.69193	276996.897	0.11
35	3.37	8195.17448	276996.897	0.10
34	3.37	19668.4188	276996.897	0.10
33	3.37	15570.8315	276996.897	0.25
32	3.37	13112.2792	276996.897	0.11
31	3.37	9834.20938	276996.897	0.24
48	3.37	8195.17448	276996.897	0.10
47	3.37	9014.69193	276996.897	0.11
46	3.37	8195.17448	276996.897	0.19
45	3.37	8195.17448	276996.897	0.12
44	3.37	9834.20938	276996.897	0.19
43	3.37	15570.8315	276996.897	0.16
42	3.37	9014.69193	276996.897	0.10
41	3.37	45073.4596	276996.897	0.12
39	3.37	36058.7677	276996.897	0.55
38	3.37	31961.1805	276996.897	0.44
37	3.37	20487.9362	276996.897	0.39
		276996.90		3.38

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.2. Análisis hidráulico**

Con el propósito de encontrar una alternativa de solución adecuada y de apreciar las deficiencias que pudiera presentar el sistema actual se evaluó el comportamiento del flujo de agua en la red, con la ayuda del programa de computación WaterCAD CONNECT Edition, cumpliendo las normas del RNE, como también con las normas del Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento.

- **Presión en nodos:**

$$P_{\min} = 18 \text{ mca} ; P_{\max} = 48 \text{ mca}$$

- **Velocidades en tuberías:**

$$V_{\min} = 0.3 \text{ m/s} ; V_{\max} = 0.87 \text{ m/s}$$

- **Diámetros de tuberías:**

$$D_{\min} = 33 \text{ mm} ; D_{\max} = 110 \text{ mm}$$

Resultados después del análisis de múltiples escenarios (ver anexo N°11, Cuadro 10,11)

*Cuadro 4.2.2-1 Diámetros de catálogo PAVCO*

<b>ESPESOR mm</b>	<b>DIAMETRO INTERIOR mm</b>	<b>DIAMETRO NOMINAL mm</b>
2.30	43.40	48.00
2.50	58.00	63.00
2.90	69.20	75.00
3.50	83.00	90.00
5.30	99.40	110.00

*Fuente: Elaboración propia*

Con los diámetros de la tabla 4.2.2-1 se calculó con el programa de computación Excel, y por la fórmula de Hazen-Williams se calculó los diámetros nominales.

Cuadro 4.2.2-2 Resultados del cálculo del diámetro nominal

TRAMO		LONGITUD (mtrs)	CAUDAL (l/s)			COTA (m.n.m.m)		DESNIVEL (mtrs)	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS (pie <sup>0.5</sup> /seg)	DIAMETRO TEORICO (mm.)	DIAMETRO INTERIOR COMERCIAL (mm.)	DIAMETRO NOMINAL (mm.)
INICIAL	FINAL		UNIARIO		TRAMO	INICIAL	FINAL					
			INICIAL (q)	FINAL (q)								
(Point)-3	(Point)-2	36.0	0.1	0.1	1.0	3398.7	3398.1	0.6	150.0	40.9	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-9	47.0	0.2	0.1	0.5	3394.2	3391.3	2.9	150.0	23.4	29.4	33.00
(Point)-7	(Point)-1	49.0	0.2	0.2	1.6	3390.4	3401.2	-10.8	150.0	28.3	29.4	33.00
(Point)-8	(Point)-6	50.0	0.1	0.1	0.4	3384.4	3385.8	-1.4	150.0	25.7	29.4	33.00
(Point)-11	(Point)-12	75.0	0.3	0.1	0.3	3378.2	3377.7	0.5	150.0	30.2	29.4	33.00
(Point)-17	(Point)-16	76.0	0.6	0.4	0.3	3379.3	3370.4	8.9	150.0	16.3	29.4	33.00
(Point)-6	(Point)-4	76.0	0.1	0.2	0.4	3385.8	3393.5	-7.7	150.0	19.2	29.4	33.00
(Point)-10	(Point)-9	77.0	0.1	0.1	0.4	3391.4	3391.3	0.1	150.0	46.9	58.0	63.00
(Point)-3	(Point)-4	77.0	0.1	0.2	0.9	3398.7	3393.5	5.2	150.0	29.5	29.4	33.00
(Point)-9	(Point)-12	77.0	0.1	0.1	0.4	3391.3	3377.7	13.6	150.0	16.8	29.4	33.00
(Point)-13	(Point)-8	78.0	0.1	0.1	0.3	3377.4	3384.4	-7.0	150.0	18.8	29.4	33.00
(Point)-15	(Point)-13	79.0	0.4	0.1	0.8	3368.7	3377.4	-8.7	150.0	24.9	29.4	33.00

(Point)-11	(Point)-10	80.0	0.3	0.1	0.3	3378.2	3391.4	-13.2	150.0	15.2	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-6	81.0	0.2	0.1	0.3	3394.2	3385.8	8.4	150.0	17.2	29.4	33.00
(Point)-9	(Point)-8	82.0	0.1	0.1	0.3	3391.3	3384.4	6.9	150.0	19.1	29.4	33.00
(Point)-16	(Point)-15	83.0	0.4	0.4	0.4	3370.4	3368.7	1.7	150.0	26.9	29.4	33.00
(Point)-12	(Point)-13	84.0	0.1	0.1	0.4	3377.7	3377.4	0.3	150.0	37.3	29.4	33.00
(Point)-14	(Point)-7	85.0	0.1	0.2	1.0	3393.3	3390.4	2.9	150.0	35.0	29.4	33.00
(Point)-16	(Point)-12	86.0	0.4	0.1	0.3	3370.4	3377.7	-7.3	150.0	18.6	29.4	33.00
(Point)-17	(Point)-11	87.0	0.6	0.3	0.3	3379.3	3378.2	1.1	150.0	26.8	29.4	33.00
(Point)-2	(Point)-1	93.0	0.1	0.2	1.1	3398.1	3401.2	-3.1	150.0	37.0	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-4	113.0	0.2	0.2	0.4	3394.2	3393.5	0.7	150.0	34.7	29.4	33.00
(Point)-13	(Point)-14	155.0	0.1	0.1	0.9	3377.4	3393.3	-15.9	150.0	26.8	29.4	33.00
(Point)-8	(Point)-7	157.0	0.1	0.2	0.4	3384.4	3390.4	-6.0	150.0	23.4	29.4	33.00
(Point)-1	(Point)-6	158.0	0.2	0.1	0.4	3401.2	3385.8	15.4	150.0	20.5	29.4	33.00
(Point)-1	PRV-3	84.0	0.2		3.4	3401.2	3419.3	-18.1	150.0	38.1	29.4	33.00
PRV-3	T-1	165.00			3.38	3,419.25	3,456.10	-	150	37.82	29.40	33.00

*Fuente: Elaboración propia*

Con los diámetros de la tabla 4.2.2-1 se hizo el análisis de presiones, velocidades y diámetros con el programa de computación

Watercad. Para obtener las estimaciones de los diámetros nominales como se observa en la tabla 4.2.2-2

Cuadro 4.2.2-3 Reporte del Watercad

TRAMO		CALCULADO CON DIAMETRO - Water Cad							
INICIAL	FINAL	DIAMETRO - Water Cad (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PENDIENTE (%)	PERDIDA DE CARGA (mtrs.)	COTA PIEZOMETRICA (m.n.m.m)		PRESION (mtrs. H2O)	
						INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
(Point)-3	(Point)-2	48.00	0.56	0.760%	0.2737	3,418.64	3,418.91	20.00	21.00
(Point)-5	(Point)-9	33.00	0.56	1.168%	0.5488	3,417.26	3,416.70	23.00	25.00
(Point)-7	(Point)-1	48.00	0.87	1.690%	0.8280	3,418.31	3,419.14	28.00	18.00
(Point)-8	(Point)-6	33.00	0.47	0.833%	0.4165	3,417.19	3,417.61	33.00	32.00
(Point)-11	(Point)-12	33.00	0.33	0.430%	0.3228	3,415.87	3,416.20	38.00	38.00
(Point)-17	(Point)-16	33.00	0.30	0.375%	0.2851	3,415.46	3,415.74	36.00	45.00
(Point)-6	(Point)-4	33.00	0.43	0.721%	0.5480	3,417.61	3,418.16	32.00	25.00

(Point)-10	(Point)-9	33.00	0.43	0.721%	0.5552	3,416.16	3,416.70	25.00	25.00
(Point)-3	(Point)-4	48.00	0.51	0.628%	0.4836	3,418.64	3,418.16	20.00	25.00
(Point)-9	(Point)-12	33.00	0.41	0.651%	0.5009	3,416.70	3,416.20	25.00	38.00
(Point)-13	(Point)-8	33.00	0.39	0.583%	0.4551	3,416.75	3,417.19	39.00	33.00
(Point)-15	(Point)-13	48.00	0.43	0.452%	0.3569	3,416.39	3,416.75	48.00	39.00
(Point)-11	(Point)-10	33.00	0.30	0.375%	0.3001	3,415.87	3,416.16	38.00	25.00
(Point)-5	(Point)-6	33.00	0.33	0.430%	0.3486	3,417.26	3,417.61	23.00	32.00
(Point)-9	(Point)-8	33.00	0.39	0.583%	0.4784	3,416.70	3,417.19	25.00	33.00
(Point)-16	(Point)-15	33.00	0.44	0.758%	0.6288	3,415.74	3,416.39	45.00	48.00
(Point)-12	(Point)-13	33.00	0.41	0.651%	0.5465	3,416.20	3,416.75	38.00	39.00
(Point)-14	(Point)-7	48.00	0.55	0.733%	0.6230	3,417.68	3,418.31	24.00	28.00
(Point)-16	(Point)-12	33.00	0.36	0.520%	0.4469	3,415.74	3,416.20	45.00	38.00
(Point)-17	(Point)-11	33.00	0.34	0.459%	0.3996	3,415.46	3,415.87	36.00	38.00
(Point)-2	(Point)-1	63.00	0.37	0.248%	0.2311	3,418.91	3,419.14	21.00	18.00
(Point)-5	(Point)-4	33.00	0.46	0.795%	0.8983	3,417.26	3,418.16	23.00	25.00

(Point)-13	(Point)-14	48.00	0.50	0.603%	0.9347	3,416.75	3,417.68	39.00	24.00
(Point)-8	(Point)-7	33.00	0.43	0.721%	1.1321	3,417.19	3,418.31	33.00	28.00
(Point)-1	(Point)-6	33.00	0.50	0.952%	1.5049	3,419.14	3,417.61	18.00	32.00
(Point)-1	PRV-3	110.00	0.36	0.123%	0.1035	3,419.14	3,419.25	18.00	-
PRV-3	T-1	110.00	0.36	0.00	0.20	3,455.90	3,456.10	-	-

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 4.2.2.-3 se aprecia que las presiones, velocidades y diámetros cumplen con las restricciones.

### 4.2.3. Diseño Optimizado

Aprovechando las bondades del programa, me permite tener una estimación probable de las tuberías que podrían ser instaladas en el proyecto, además puede obtener el metrado total de las tuberías clasificados de acuerdo al diámetro y material, si le ingresamos un costo nos podría sacar el presupuesto de estas tuberías. Esta es una información de ayuda básica si queremos estimar costos referenciales.

A continuación, mostramos en la tabla de reporte de la alternativa 1 (ver Cuadro 4.2.3.-1), las longitudes de las tuberías clasificadas por su diámetro, cabe indicar que en este reporte están incluidas las tuberías de todas las localidades en estudio, en el cual todas son de material de PVC y son de clase 10, soportando presiones de entre 10 y 50 m.c.a, cumpliendo así con el RNE. Se realizará la optimización solo en la tubería de aducción, los costos son aproximados.

*Cuadro 4.2.3-1 Reporte de metrado de tuberías de acuerdo a su diámetro y material*

<b>Diámetro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
110	249	8.75	2178.75
<b>TOTAL</b>	2390		5597.09

*Fuente: Elaboración propia con resultados del Watercad*

mostramos en la tabla de reporte de la alternativa 2 (ver Cuadro 4.2.3.-2), las longitudes de las tuberías clasificadas por su diámetro, cabe indicar que en este reporte están incluidas las tuberías de la localidad en estudio, en el cual todas son de material de PVC y son de clase 10, soportando presiones de entre 10 y 50 m.c.a, cumpliendo así con el RNE. Se realizará la optimización solo en la tubería de aducción, los costos son aproximados.

*Cuadro 4.2.3-2 Reporte de metrado de tuberías de acuerdo a su diámetro y material*

<b>Diametro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
90	249	5.4	1344.6
<b>TOTAL</b>	2390		4762.94

*Fuente: Elaboración Watercad*

mostramos en la tabla de reporte de la alternativa 2 (ver Cuadro 4.2.3.-3), las longitudes de las tuberías clasificadas por su diámetro, cabe indicar que en este reporte están incluidas las tuberías de la localidad en estudio, en el cual todas son de material de PVC y son de clase 10, soportando presiones de entre 10 y 50 m.c.a, cumpliendo así con el RNE. Se realizará la optimización solo en la tubería de aducción, los costos son aproximados.

*Cuadro 4.2.3-3 Reporte de metrado de tuberías de acuerdo a su diámetro y material*

<b>Diametro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
75	249	3.65	908.85
<b>TOTAL</b>	2390		4327.19

*Fuente: Elaboración Watercad*

### **4.3. Contrastación de Hipótesis.**

#### **4.3.1. Contrastación de la Hipótesis general**

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores y cada uno de ellos con sus respectivas características y peculiaridades, motivo por el cual era necesario decidir por uno de ellos para ser aplicado en la investigación.

Ahora bien respecto a la prueba de hipótesis general, se utilizó el

estadígrafo “r” de Pearson, que se define como  $r = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$

Donde:

r: Coeficiente de correlación entre “X” y “Y”

Sx: Desviación típica de “X”

Sy: Desviación típica de “Y”

Sx,y: Covarianza entre “X” y “Y”

*Cuadro 4.3.1.-1 Coeficiente Correlación*

Correlaciones		REDES_CERRADAS	ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE
REDES_CERRADAS	Correlación de Pearson	1	,801**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	20	20
ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_POTABLE	Correlación de Pearson	,801**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**“r” de Pearson = 0,801**

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453)

se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
Correlación positiva media: +0,50 a +0,74
<b>Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89</b>
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99

Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,801, éste es considerado como correlación positiva fuerte. Ahora veamos la contratación de hipótesis general.

**a) Planteamiento de hipótesis General**

**Hipótesis nula:** Ho: NO Existe una relación directa y significativa entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

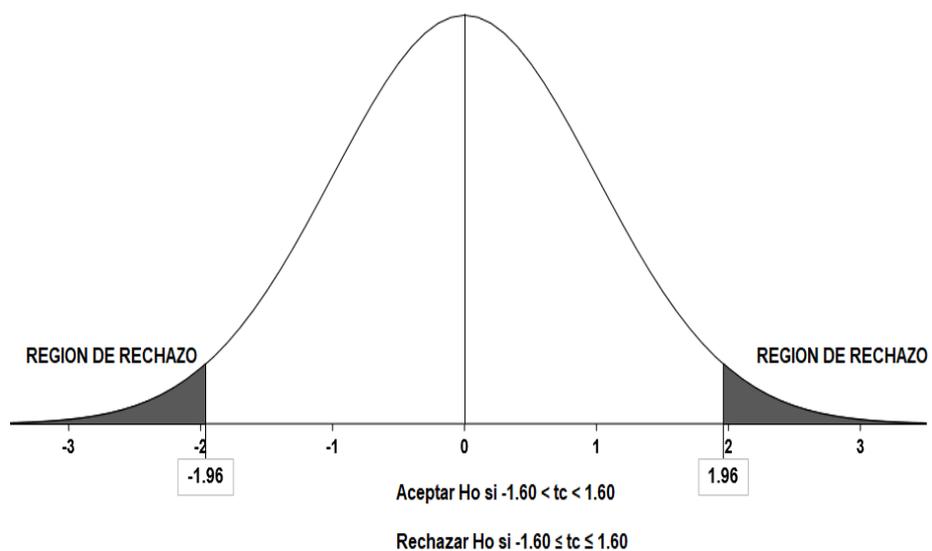
**Hipótesis alterna:** H1: EXISTE una relación directa y significativa entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

**b) Nivel de significancia o riesgo**

$\alpha=0,05$ .

$gl = N - 2 = 60 - 2 = 58$

Valor crítico = 1,96



**c) Cálculo del estadístico de prueba**

$N = 20$

$r = 0,801$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = 5.68$$

**d) Decisión estadística:**

Puesto que  $t_c$  es mayor que  $t$  teórica ( $5.68 > 1,96$ ), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

**e) Conclusión estadística:**

Se concluye que existe una correlación positiva muy fuerte entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.

**f) Conclusión Técnica:**

Se concluye que en las Redes Cerradas existe una relación directa y significativa con el Sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016, el cual se encuentra detallado:

**4.3.2. Contrastación de las hipótesis específicas**

**Hipótesis Específica N°01:**

*Cuadro 4.3.2.-1 Coeficiente de Correlación*

		<b>Correlaciones</b>	
		REDES_CERRADAS	PARAMETROS_DE_DISEÑO
REDES_CERRADAS	Correlación de Pearson	1	,591**
	Sig. (bilateral)		,006
	N	20	20
PARAMETROS_DE_DISEÑO	Correlación de Pearson	,591**	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

### “r” de Pearson = 0,591

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453)

se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
<b>Correlación positiva media: +0,50 a +0,74</b>
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,591, éste es considerado como correlación positiva media. Ahora veamos la contratación de hipótesis específica N°01.

#### a) Planteamiento de hipótesis específica N°01

**Hipótesis nula:** Ho: NO Existe una relación directa y significativa entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

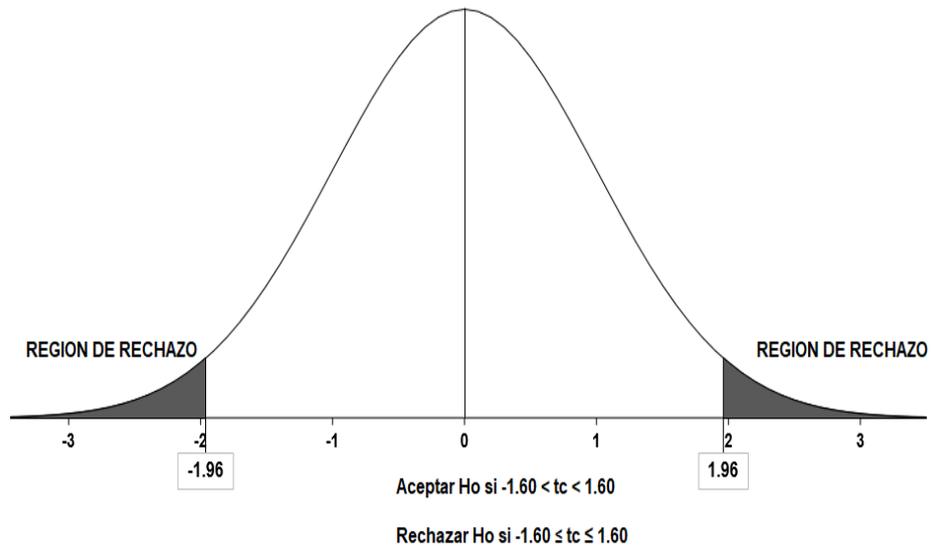
**Hipótesis alterna:** H1: EXISTE una relación directa y significativa entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

**b) Nivel de significancia o riesgo**

$$\alpha=0,05.$$

$$gl = N - 2 = 60 - 2 = 58$$

$$\text{Valor crítico} = 1,96$$



**c) Cálculo del estadístico de prueba**

$$N = 20$$

$$r = 0,591$$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = 3.11$$

**d) Decisión estadística:**

Puesto que  $t_c$  es mayor que  $t$  teórica ( $3.11 > 1,96$ ), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

**e) Conclusión estadística:**

Se concluye que existe una correlación positiva media entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

f) **Conclusión Técnica:**

Existe una relación directa y significativa entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016 los cuales se obtuvieron de los cálculos realizados a la población en estudio donde se encuentran detallados en el Cuadro N° 4.3.2.-3.

*Cuadro 4.3.2.-2 Dotación*

N° Viviendas	235	viviendas
Densidad Poblacional	5	habitantes/vivienda
Población Actual 2016	1175	habitantes
Tasa de crecimiento	1.20%	-
Población 2036	1457	habitantes
Dotación	80	lt/hab/dia
Qm	1.35	lt/seg
K1	1.3	-
Qmax diario	1.76	lt/seg
K2	2.5	-
Qmax horario	3.38	lt/seg

*Fuente: Elaboración propia*

**4.3.3. Contratación de las hipótesis específicas**

**Hipótesis Específica N°02:**

*Cuadro 4.3.3.-1 Coeficiente de correlación*

		Correlaciones	
		REDES_CERRA DAS	ANALISIS_HID RAULICO
REDES_CERRADAS	Correlación de Pearson	1	,711**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	20	20
ANALISIS_HIDRAULICO	Correlación de Pearson	,711**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**“r” de Pearson = 0,711**

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453)

se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
<b>Correlación positiva media: +0,50 a +0,74</b>
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,711, éste es considerado como correlación positiva media. Ahora veamos la contratación de hipótesis específica N°02.

**a) Planteamiento de hipótesis específica N°02:**

**Hipótesis nula:** Ho: NO Existe una relación directa y significativa entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

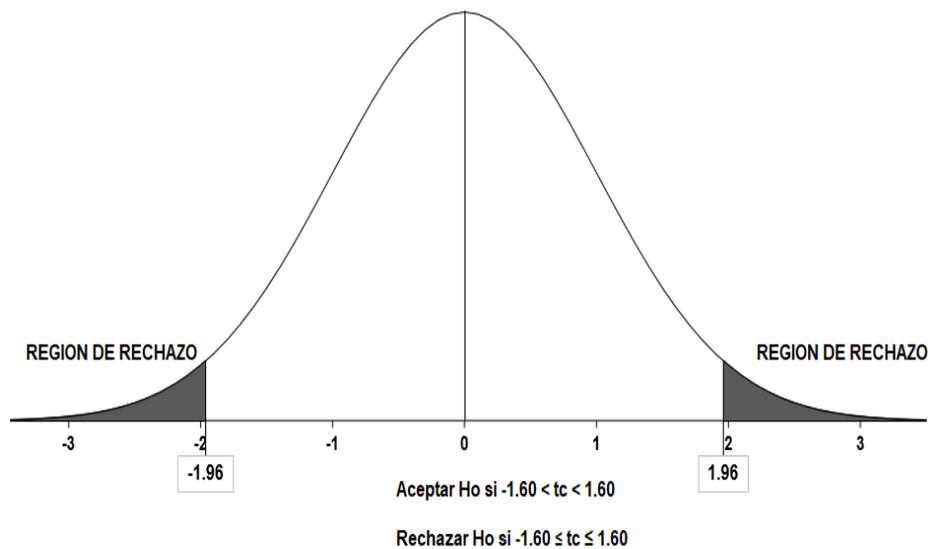
**Hipótesis alterna:** H1: EXISTE una relación directa y significativa entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

**b) Nivel de significancia o riesgo**

$\alpha=0,05$ .

$gl = N - 2 = 60 - 2 = 58$

Valor crítico = 1,96



**c) Cálculo del estadístico de prueba**

$$N = 20$$

$$r = 0,711$$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = 4.22$$

**d) Decisión estadística:**

Puesto que  $t_c$  es mayor que  $t$  teórica ( $4.22 > 1,96$ ), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_i$ ).

**e) Conclusión estadística:**

Existe una correlación positiva media entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

**f) Conclusión Técnica:**

EXISTE una relación directa y significativa entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016. los cuales se obtuvieron del

análisis y calculo hidráulico.

Se obtuvieron los reportes finales con la ayuda del software Watercad donde en el cuadro 4.3.3-2 se observa que las velocidades y presiones cumplen con las restricciones de diseño.

Cuadro 4.3.3-2 Resultados del cálculo del diámetro nominal

TRAMO		CALCULADO CON DIAMETRO - Water Cad							
INICIAL	FINAL	DIAMETRO - Water Cad (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PENDIENTE (%)	PERDIDA DE CARGA (mtrs.)	COTA PIEZOMETRICA (m.n.m.m)		PRESION (mtrs. H2O)	
						INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
(Point)-3	(Point)-2	48.00	0.56	0.760%	0.2737	3,418.64	3,418.91	20.00	21.00
(Point)-5	(Point)-9	33.00	0.56	1.168%	0.5488	3,417.26	3,416.70	23.00	25.00
(Point)-7	(Point)-1	48.00	0.87	1.690%	0.8280	3,418.31	3,419.14	28.00	18.00
(Point)-8	(Point)-6	33.00	0.47	0.833%	0.4165	3,417.19	3,417.61	33.00	32.00
(Point)-11	(Point)-12	33.00	0.33	0.430%	0.3228	3,415.87	3,416.20	38.00	38.00
(Point)-17	(Point)-16	33.00	0.30	0.375%	0.2851	3,415.46	3,415.74	36.00	45.00
(Point)-6	(Point)-4	33.00	0.43	0.721%	0.5480	3,417.61	3,418.16	32.00	25.00

(Point)-10	(Point)-9	33.00	0.43	0.721%	0.5552	3,416.16	3,416.70	25.00	25.00
(Point)-3	(Point)-4	48.00	0.51	0.628%	0.4836	3,418.64	3,418.16	20.00	25.00
(Point)-9	(Point)-12	33.00	0.41	0.651%	0.5009	3,416.70	3,416.20	25.00	38.00
(Point)-13	(Point)-8	33.00	0.39	0.583%	0.4551	3,416.75	3,417.19	39.00	33.00
(Point)-15	(Point)-13	48.00	0.43	0.452%	0.3569	3,416.39	3,416.75	48.00	39.00
(Point)-11	(Point)-10	33.00	0.30	0.375%	0.3001	3,415.87	3,416.16	38.00	25.00
(Point)-5	(Point)-6	33.00	0.33	0.430%	0.3486	3,417.26	3,417.61	23.00	32.00
(Point)-9	(Point)-8	33.00	0.39	0.583%	0.4784	3,416.70	3,417.19	25.00	33.00
(Point)-16	(Point)-15	33.00	0.44	0.758%	0.6288	3,415.74	3,416.39	45.00	48.00
(Point)-12	(Point)-13	33.00	0.41	0.651%	0.5465	3,416.20	3,416.75	38.00	39.00
(Point)-14	(Point)-7	48.00	0.55	0.733%	0.6230	3,417.68	3,418.31	24.00	28.00
(Point)-16	(Point)-12	33.00	0.36	0.520%	0.4469	3,415.74	3,416.20	45.00	38.00
(Point)-17	(Point)-11	33.00	0.34	0.459%	0.3996	3,415.46	3,415.87	36.00	38.00
(Point)-2	(Point)-1	63.00	0.37	0.248%	0.2311	3,418.91	3,419.14	21.00	18.00
(Point)-5	(Point)-4	33.00	0.46	0.795%	0.8983	3,417.26	3,418.16	23.00	25.00

(Point)-13	(Point)-14	48.00	0.50	0.603%	0.9347	3,416.75	3,417.68	39.00	24.00
(Point)-8	(Point)-7	33.00	0.43	0.721%	1.1321	3,417.19	3,418.31	33.00	28.00
(Point)-1	(Point)-6	33.00	0.50	0.952%	1.5049	3,419.14	3,417.61	18.00	32.00
(Point)-1	PRV-3	110.00	0.36	0.123%	0.1035	3,419.14	3,419.25	18.00	-
PRV-3	T-1	110.00	0.36	0.00	0.20	3,455.90	3,456.10	-	-

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.3.4. Contrastación de las hipótesis específicas

##### Hipótesis Específica N°03:

Cuadro 4.3.4-1 Coeficiente de correlación

		Correlaciones	
		REDES_CERRA DAS	DISEÑO_OPTIM IZADO
REDES_CERRADAS	Correlación de Pearson	1	,542*
	Sig. (bilateral)		,013
	N	20	20
DISEÑO_OPTIMIZADO	Correlación de Pearson	,542*	1
	Sig. (bilateral)	,013	
	N	20	20

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**“r” de Pearson = 0,542**

Ahora bien, teniendo como referencia a Hernández, et al. (2006, p.453)

se tiene la siguiente equivalencia:

Correlación negativa perfecta: -1
Correlación negativa muy fuerte: -0,90 a -0,99
Correlación negativa fuerte: -0,75 a -0,89
Correlación negativa media: -0,50 a -0,74
Correlación negativa débil: -0,25 a -0,49
Correlación negativa muy débil: -0,10 a -0,24
No existe correlación alguna: -0,09 a +0,09
Correlación positiva muy débil: +0,10 a +0,24
Correlación positiva débil: +0,25 a +0,49
<b>Correlación positiva media: +0,50 a +0,74</b>
Correlación positiva fuerte: +0,75 a +0,89
Correlación positiva muy fuerte: +0,90 a +0,99
Correlación positiva perfecta: +1

Y puesto que la “r” de Pearson es 0,542, éste es considerado como correlación positiva media. Ahora veamos la contratación de hipótesis específica N°02.

**a) Planteamiento de hipótesis específica N°02:**

**Hipótesis nula:** Ho: NO Existe una relación directa y significativa entre el diseño optimizado y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

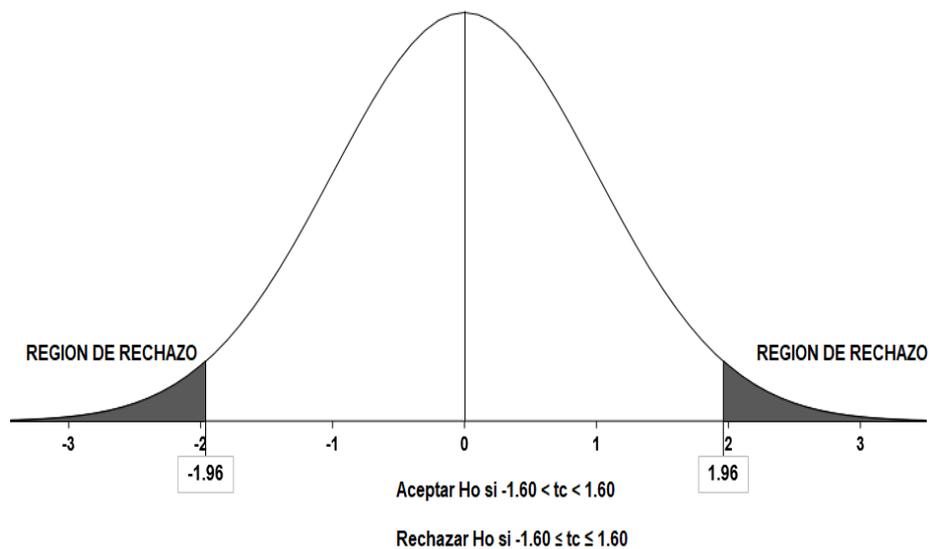
**Hipótesis alterna:** H1: EXISTE una relación directa y significativa entre el diseño optimizado y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

**b) Nivel de significancia o riesgo**

$$\alpha=0,05.$$

$$gl = N - 2 = 60 - 2 = 58$$

$$\text{Valor crítico} = 1,96$$



**c) Cálculo del estadístico de prueba**

$$N = 20$$

$$r = 0,542$$

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$t = 2.74$$

**d) Decisión estadística:**

Puesto que  $t_c$  es mayor que  $t$  teórica ( $2.74 > 1,96$ ), en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

**e) Conclusión estadística:**

Existe una correlación positiva media entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

Existe una correlación positiva media entre el diseño optimizado y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016.

**f) Conclusión Técnica:**

Existe una relación directa y significativa entre el diseño optimizado y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el 2016. Se realizaron tres casos de optimización de costos solo en la tubería de aducción cambiando los diámetros de tuberías ( ver anexo N°11)

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados obtenidos de la investigación realizada se basa en la demostrar la relación entre Redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja - Huancavelica.

Respecto al estudio de los parámetros de diseño se determinó las características principales de la población: población futura o población de diseño que es de 1457 habitantes, fuente de abastecimiento que es de tipo subterránea ( manantial), calidad de agua que es apto para el consumo(ver anexo N°2 ), topografía que varía la pendiente de 1% - 12% habitantes, así mismo los datos obtenidos se corrobora en la tesis de Alegría (2013) revelo que con el proyecto se disminuirá enfermedades gastro intestinales, parasitosis y demicas, mejora del ingreso económico familiar, mejorara las condiciones de vida de la población, con respecto a la topografía indica que las cotas establecidas en las estructuras que se indican son definitivos para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Respecto al Análisis Hidráulico, con presiones y velocidades recomendadas por la norma del Ministerio de Vivienda , Construcción y Saneamiento 2016 con resolución ministerial N° 173- 2016-vivienda, se obtuvo presiones de:  $P_{min} = 18$  mca,  $P_{max} = 48$  mca, velocidades de :  $V_{min} = 0.3$  m/seg,  $V_{max} = 0.87$  m/seg, en la tesis de Hidalgo y Cubillan (2009) donde sus restricciones de diseño son distintas a nuestra investigación y

que se evaluó con el software Watercad y también logro resultados adecuados en cuanto a restricciones velocidades y presiones . Por lo que se puede concluir que nuestro análisis hidráulico cumple con las normas de diseño.

Respecto al diseño óptimo, al calcular los diámetros óptimos con el software Watercad el programa nos escoge diferentes diámetros de tubería donde se observa que las tuberías no siguen un adecuado orden (ver anexo N° 11) y además por contar con caudales mínimos no cumplen con las restricciones por lo que se procedió cambiar los diámetros en los tramos q no cumplían con las restricciones. En la tesis de Zapata (2014) donde menciona mientras mayor es el número total de tuberías con que cuenta un sistema de distribución de agua potable, mayor es el número de combinaciones de diámetros posibles en las diferentes tuberías; de tal forma que para llegar a un arreglo de diámetros tal que satisfaga las condiciones que una red debe cumplir para que sea eficiente, se lleva a cabo una selección de manera iterativa basada en identificar las tuberías de mayor importancia para la conducción y sobre estas proponer cambios de diámetros hasta cumplir el objetivo del menor costo satisfaciendo las condiciones mínimas y máximas de carga de presión en nudos y verificando velocidades en tuberías.

También las tesis de Doroteo (2014), Alcocer (2007), Filian (2004), mencionan que los diseños de redes cerradas se utilizan para brindar servicios de agua potable de manera permanente y eficiente.

## CONCLUSIONES

1. El diseño de redes cerradas en el abastecimiento de agua potable, permitirá mejorar la calidad de vida de la población teniendo un servicio de forma eficiente y permanente.
2. Los parámetros de diseño son importantes porque permite conocer la cantidad actual de la población y la elección de la fuente de abastecimiento con una adecuada cantidad y calidad de agua para el consumo humano.
3. El uso del programa Watercad permitió analizar las velocidades y presiones a lo largo de la red de distribución el cual permite minimizar el tiempo en obtener resultados y así tomar decisiones con rapidez y precisión.
4. Para que el sistema sea eficiente y de bajo costo, se lleva a cabo una selección de manera iterativa basada en identificar las tuberías de mayor importancia para la conducción y sobre estas proponer cambios de diámetros hasta cumplir el objetivo del menor costo satisfaciendo las condiciones mínimas y máximas de carga de presión en nudos y verificando velocidades en tuberías.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda mayores estudios y evaluación de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales con el fin de obtener otras variaciones de consumo y particularidades técnicas que permitan el diseño más realista de futuros sistemas.
2. Se recomienda contar con un plano catastral actualizado, para un buen planteamiento de las redes de distribución.
3. Se recomienda en tramos de caudales menores a 0.1 lt/seg. Utilizar 0.1 lt/seg como caudal mínimo como recomienda las normas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
4. Se recomienda que en las normas de diseño incorporar el acápite de optimización en el diseño de redes de tuberías presurizadas de distribución de agua potable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegría (2013). Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú.
2. Zapata (2014). Diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable en flujo permanente y aplicación al centro poblado Campanita ubicado en San José Pacasmayo-La Libertad. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú.
3. Doroteo (2014). Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos”-Ica, usando los programas WaterCad y SewetrCad. Tesis PARA Optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
4. Alcocer (2007). Flujo Estocástico y Transporte en Redes de Distribución de Agua Potable. Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ingeniería Hidráulica. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería.
5. Filían (2004) su tesis: Utilización del EPANET a un Sistema de Agua Potable; a la Facultad en Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, para optar el Título de Ingeniero Civil.
6. Hidalgo y Cubillan (2009) su tesis: Diseño del sistema de abastecimiento y redes matrices de agua potable en los barrios: Vista Alegre, Los Machos y el Caico, sector Ojo de Agua, Municipio Simón Bolívar, estado Anzoátegui; a la Escuela

- de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Puerto de la Cruz, para optar el Título de Ingeniero Civil.
7. Martínez (2016). Propuesta de rehabilitación para la red de abasto de agua potable de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Trabajo de Diploma. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Departamento de Ingeniería Hidráulica. Facultad de Construcción.
  8. Arocha (1980) Abastecimientos de agua. Teoría y diseño. Caracas: Vega.
  9. Agüero (1997) Agua potable para poblaciones rurales. Lima, Perú.
  10. Azevedo Netto y Acosta, Guillermo (1975) Manual de hidráulica. 6ta ed. Sao Paulo: Edgard Blucher.
  11. Díaz, A. (2010) Construcción de instrumentos de investigación y medición estadística.
  12. Gutiérrez, Juan (2009) Diferencias entre WaterCAD y WaterGEMS. En: BentleyColleagueBlogs,([http://communities.bentley.com/other/old\\_site\\_member\\_blogs/bentley\\_employees/b/juan\\_gutierrez\\_blog/archive/2009/05/14/diferencias-entre-watercad-y-watergems](http://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrez_blog/archive/2009/05/14/diferencias-entre-watercad-y-watergems))
  13. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2012), (<http://www.inei.gob.pe/>) Sitio web oficial del INEI; contiene información sobre la institución y enlaces de interés.
  14. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural.
  15. Oseda, D., Cori, S., Alvarado, H. y Zevallos, H. (2011) Metodología de la Investigación. (3° Ed.). Huancayo: Pirámide.
  16. Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2005) Guías para el diseño de

tecnologías de alcantarillado. Lima: Organización Mundial de la Salud.

17. Oseda, D., Gonzales, A., Ramírez, F. y Gave, J. L. (2011) ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Huancayo: Pirámide.

## **ANEXOS**

Anexo 1 - Matriz de Consistencia.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA

MATRIZ DE CONSISTENCIA



**RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCVELICA**

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la relación que existe entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016.</p>	<p><b>1. Antecedentes:</b> <b>A nivel Nacional.</b> a) Alegria (2013). Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú. b) Zapata (2014). Diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable en flujo permanente y aplicación al centro poblado Campanita ubicado en San José Pacasmayo-La Libertad. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo, Perú. c) Doroteo (2014). Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano "Los Pollitos"-Ica, usando los programas WaterCad y SewerCad. Tesis PARA Optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú. <b>A nivel internacional.</b> a) Alcocer (2007). Flujo Estocástico y Transporte en Redes de Distribución de Agua Potable. Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ingeniería Hidráulica.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> 1. Existe una relación directa y significativa entre las redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> 1. Existe una relación directa y significativa entre los parámetros de diseño y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016. 2. Existe una relación directa y significativa entre el análisis hidráulico y el diseño de redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016. 3. Existe una relación directa y significativa entre el diseño optimizado y el diseño de las redes cerradas del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Caja – Huancavelica en el año 2016</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Redes Cerradas <b>Dimensiones:</b> - Consideraciones de Cálculo de Diseño - Impacto Ambiental</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Abastecimiento de Agua Potable <b>Dimensiones:</b> - Parámetros de Diseño - Análisis Hidráulico - Diseño optimizado.</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada/tecnológica <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Diseño:</b> Descriptivo –Correlacional</p> <p>Cuando: M=Muestra O1, Correlación de la variable 1 O2, Correlación de la variable 2 r = Relación entre las dos variables</p> <p><b>Población y muestra:</b> Localidad de caja-Huancavelica. <b>TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS</b> -Observación y Muestreo <b>RECOLECCION DE DATOS</b> -Datos obtenidos de Censos nacionales (INEI). -Datos obtenidos del ministerio de educación. - Datos obtenidos del ministerio de salud</p>

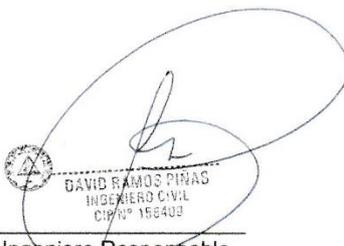
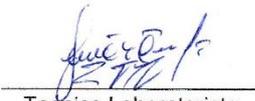
Estudiante: Emerson Dávila Tito

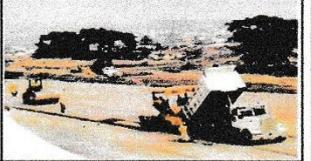


## MATRIZ DE CONSISTENCIA

		<p>Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería.</p> <p>b) Filian (2004) su tesis: Utilización del EPANET a un Sistema de Agua Potable; a la Facultad en Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, para optar el Título de Ingeniero Civil.</p> <p>c) Hidalgo y Cubillan (2009) su tesis: Diseño del sistema de abastecimiento y redes matrices de agua potable en los barrios: Vista Alegre, Los Machos y el Caico, sector Ojo de Agua, Municipio Simón Bolívar, estado Anzoátegui; a la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Puerto de la Cruz, para optar el Título de Ingeniero Civil.</p> <p><b>2. Marco teórico referencial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Período de diseño y estudio de población.</li><li>- Dotación y consumo</li><li>- Parámetros específicos</li><li>- Calidad de agua</li><li>- Red de distribución</li><li>- Referencia del software</li></ul>			
--	--	---	--	--	--

Estudiante: Emerson Dávila Tito

	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS</b></p> <p><b>MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.</b></p> <p>Jr. Huascar N° 230 - El Tambo Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490</p>	<p>" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."</p> 			
<b>ENSAYO DE CALIDAD DE AGUA</b>					
<p><b>PROYECTO</b></p> <p><b>SOLICITA</b></p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p><b>TECNICO</b></p> <p><b>FECHA</b></p>	<p>RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCAVELICA</p> <p>Bach. DAVILA TITO, Emerson</p> <p>CAPTACION 01 (LUGAR: SANTA MARIA YURACC CANCHA) 558584 E , 8572576 N</p> <p>Bach. DAVILA TITO, Emerson</p> <p>OCTUBRE DEL 2017</p>				
<b>MUESTRA</b>	<b>PH</b>	<b>SO4 ppm</b>	<b>Solidos en Suspension ppm</b>	<b>Alcalinidad ppm</b>	<b>M.O. ppm</b>
CAPTACION 01 (LUGAR: SANTA MARIA YURACC CANCHA) 558584 E , 8572576 N	6.50	0.00	120.00	15.00	Ninguno
<b>RESULTADOS DE ENSAYO</b>					
Sin Observaciones para consumo Humano					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>DAVID RAMOS PINAS INGENIERO CIVIL CIP/N° 156403</p> <p>Ingeniero Responsable</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Técnico Laboratorista</p> </div> </div>					

	<p align="center"><b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS</b></p> <p align="center"><b>MULTIPROYECTOS FULL CALIDAD E.I.R.L.</b></p> <p align="center">Jr. Huascar N° 230 - El Tambo Telef. Cel. N° 954461847 y Cel. 964914490</p>	<p align="center">" CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE SUS MATERIALES."</p> 
---	--	---

**ENSAYO DE CALIDAD DE AGUA**

**PROYECTO** RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCAVELICA

**SOLICITA** Bach. DAVILA TITO, Emerson

**MUESTRA** CAPTACION 02 (LUGAR: SANTA MARIA YURACC CANCHA) 558808 E , 8574775 N

**TECNICO** Bach. DAVILA TITO, Emerson

**FECHA** OCTUBRE DEL 2017

MUESTRA	PH	SO4 ppm	Solidos en Suspension ppm	Alcalinidad ppm	M.O. ppm
CAPTACION 02 (LUGAR: SANTA MARIA YURACC CANCHA) 558808 E , 8574775N	6.7	0.00	115	15	Ninguno

**RESULTADOS DE ENSAYO**

Sin Observaciones para consumo Humano

  
 DAVID RAMOS PINAS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 158409  
 Ingeniero Responsable

  
 Tecnico Laboratorista

Anexo 3 – Cuestionario sobre Redes cerradas y abastecimiento de agua potable



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Civil

**CUESTIONARIO SOBRE RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCAMELICA**

Especialidad		CIP		Años de servicio		Fecha	
Estado civil		Edad	Sexo		Condición Laboral		
Soltero	Casado		M	F	Nombrado	Contratado	
Conviviente	Viudo						
Divorciado							

**Instrucciones:** A continuación le presentamos varias proposiciones, le solicitamos que frente a ellos exprese su opinión personal considerando que no existen respuestas correctas ni incorrectas, marcando con una (X) la que mejor exprese su punto de vista, de acuerdo al siguiente código.

(1). Totalmente en desacuerdo	(2). En desacuerdo	(3). Parcialmente de acuerdo	(4). De acuerdo	(5). Totalmente de acuerdo
-------------------------------	--------------------	------------------------------	-----------------	----------------------------

PARTE I: Redes cerradas	1	2	3	4	5
<b>Dimensión: Consideraciones de Cálculo de Diseño</b>					
1. Cree usted estar de acuerdo que la elaboración de planos es indispensable para mostrar resultados finales.					X
2. Cree usted estar de acuerdo que el periodo de diseño es el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100% ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.			X		
3. Considera usted estar de acuerdo que la población de diseño, corresponde a determinar el número de habitantes que tendrá acceso al servicio directo de agua potable.					X
4. Cree usted estar de acuerdo que la dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima.			X		
5. Cree usted estar de acuerdo que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios.			X		
6. Considera usted estar de acuerdo que la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red y en condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. según OS.050		X			
7. Considera usted estar de acuerdo en utilizar las ecuaciones de continuidad y conservación de la energía, así como la formula empírica de Hazen Williams.			X		
8. Considera usted estar de acuerdo que las estructuras hidráulicas son esenciales para su almacenamiento y posterior distribución de agua potable.				X	

<b>Dimensión: Impacto Ambiental</b>					
9. Cree usted estar de acuerdo en identificar y evaluar los impactos ambientales previsible, directos e indirectos al medio ambiente físico, biológico, socioeconómico y cultural.					X
10. Considera usted estar de acuerdo en hacer un estudio Hidrogeoquímico, para la calidad de agua.					X

PARTE II: Abastecimiento de Agua Potable	1	2	3	4	5
<b>Dimensión: Parámetros de Diseño</b>					
11. Considera usted estar de acuerdo en determinar la población final para el periodo de diseño se realice a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecido por el organismo oficial que regula estos indicadores.			X		
12. Considera usted estar de acuerdo que las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.				X	
13. Considera usted estar de acuerdo en hacer un levantamiento topográfico, que contenga: Plano de lotización, perfil longitudinal, secciones transversales.					X
14. Considera usted estar de acuerdo en realizar un estudio de campo para la obtención de datos importantes como, calidad, cantidad, disponibilidad física del agua, topografía y sucesos históricos.					X
<b>Dimensión: Análisis Hidráulico</b>					
15. Considera usted estar de acuerdo que los métodos más usados son el de seccionamiento y el de Hardy Cross			X		
16. Cree usted estar de acuerdo que con un buen análisis hidráulico se estaría satisfaciendo las necesidad de agua potable				X	
17. Considera usted estar de acuerdo que el tipo de red influye en la eficiencia y continuidad del servicio de agua potable.				X	
<b>Dimensión: Diseño Optimizado</b>					
18. Considera usted estar de acuerdo que para un buen diseño optimizado es necesario utilizar las normas y reglamento de diseño.			X		
19. Considera usted estar de acuerdo en encontrar la combinación de diámetros de tuberías que minimice el costo constructivo del sistema.				X	

Muchas Gracias por su colaboración...



Tesista: Bach. Emerson , DAVILA TITO





## FICHAS DE VALIDACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

#### DATOS GENERALES

- Título de la Investigación: **RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCAVELICA.**
- Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: Cuestionarios de encuesta sobre **redes cerradas y abastecimiento de agua potable.**

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				X	
4. Organización	Existe una organización lógica.																					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																					X

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

97%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	CHRISTIAN PADILLA DELGADILLO	DNI N°	20095886
Dirección domiciliar:	PS. ANCALA NRO 130 CHILCA-HYO-SUNIN	Teléfono/Celular:	972471823
Grado Académico:	INGENIERO CIVIL		
Mención:			

Tesista: Bach. Emerson Dávila Tito





## FICHAS DE VALIDACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

#### DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCVELICA.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: Cuestionarios de encuesta sobre **redes cerradas y abastecimiento de agua potable.**

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente					Deficiente					Regular					Buena					Muy buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96					
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				X					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																					X				
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				X					
4. Organización	Existe una organización lógica.																					X				
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				X					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																	X								
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				X					
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																				X					
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																				X					
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																					X				

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 93%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	<i>Raúl A. Zambrano Ochoa</i>	DNI N°	23560019
Dirección domiciliaria:	<i>Av. Marco Copac S/N Acobamba - Horea</i>	Teléfono/Celular:	935482224
Grado Académico:	<i>Ingeniero Civil</i>		
Mención:			

**Raúl A. Zambrano Ochoa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 81458

Firma  
 Lugar y fecha: *Acobamba 15-12-2016*

Tesista: Bach. Emerson Dávila Tito



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Civil

## FICHAS DE VALIDACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

#### DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCAVELICA.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: Cuestionarios de encuesta sobre **redes cerradas y abastecimiento de agua potable.**

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																				X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																		X		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				X
4. Organización	Existe una organización lógica.																			X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																	X			
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																			X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																			X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																X				
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																			X	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																X				

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	Ing. Franklin H. Huacho Rojas	DNI N°	45049878
Dirección domiciliaria:	Jr. Mariscal Sucre N°353 - Lircay.	Teléfono/Celular:	999990908.
Grado Académico:	Ingeniero.		
Mención:	Civil.		

Tesista: Bach. Emerson Dávila Tito





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Civil

## FICHAS DE VALIDACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO

#### DATOS GENERALES

- 1.1. Título de la Investigación: **RELACIÓN ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA – HUANCAVELICA.**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de Evaluación: Cuestionarios de encuesta sobre **redes cerradas y abastecimiento de agua potable.**

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Muy deficiente					Deficiente					Regular					Buena					Muy buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96					
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																		X							
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				X					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				X					
4. Organización	Existe una organización lógica.																		X							
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad																				X					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				X					
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																					X				
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																				X					
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																		X							
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																					X				

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y Apellidos:	INGMAR A. DIAZ CABRERA	DNI N°	23392547
Dirección domiciliaria:	AV. LEONCIO PRADO N° 558 HUANCABELICA	Teléfono/Celular:	949735832
Grado Académico:	INGENIERIA CIVIL		
Mención:			

  
Ingmar A. Díaz  
INGENIERO  
CIP N° 114200  
Firma  
Lugar y fecha: HUANCABELICA 20 OCTUBRE 2016

Testista: Bach. Emerson Dávila Tito

Anexo 5 – Validez de Instrumento Respecto al Juicio de Experto

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO (PRE TEST)											
JUECES	ITEMS										Total Fila
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ing. Cesar Julian Landeo Tito	86	86	86	91	86	91	91	86	86	91	880.00
Ing. Christian Padilla Delgadillo	91	86	91	96	91	91	96	96	96	96	930.00
Ing. Raúl Zambrano Ochoa	86	91	86	91	86	81	86	86	86	91	870.00
Ing. Franklin Hiraoka Huacho Rojas	91	86	96	91	86	91	91	81	91	81	885.00
Ing. Ingmar Díaz Cabrera	81	91	86	81	86	86	91	86	81	91	860.00
Total Columna	435.00	440.00	445.00	450.00	435.00	440.00	455.00	435.00	440.00	450.00	4425.00
Promedio	87.00	88.00	89.00	90.00	87.00	88.00	91.00	87.00	88.00	90.00	885.00
Desv.Standard	4.18	2.74	4.47	5.48	2.24	4.47	3.54	5.48	5.70	5.48	26.93

Aplicando la siguiente fórmula para calcular el alfa de Cronbach:

$$\begin{array}{l}
 S_i^2 = 205.00 \\
 S_t^2 = 725.00 \\
 K = 10
 \end{array}
 \rightarrow
 \alpha = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] = 0.7969$$

Anexo 6 – Procesamiento de información respecto a la variable Redes Cerradas

REDES CERRADAS																		
Especialista	Items										ΣXt	ΣX2t	Σxi	Σxp	dj	ΣXi.Xp'	ΣX2i	ΣX2p
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	33	111	17	16	1	272	289	256
2	5	3	3	4	3	2	3	4	4	4	35	129	18	17	1	306	324	289
3	4	5	3	5	5	3	5	5	5	4	44	200	22	22	0	484	484	484
4	5	4	5	5	4	3	4	5	4	5	44	198	22	22	0	484	484	484
5	4	3	3	5	5	3	5	5	4	5	42	184	21	21	0	441	441	441
6	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	35	125	18	17	1	306	324	289
7	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	37	139	19	18	1	342	361	324
8	4	4	5	5	5	3	3	4	3	3	39	159	20	19	1	380	400	361
9	4	3	5	4	3	3	3	4	3	4	36	134	18	18	0	324	324	324
10	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	48	232	24	24	0	576	576	576
11	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	45	205	22	23	-1	506	484	529
12	4	3	3	5	5	3	5	5	4	5	42	184	21	21	0	441	441	441
13	3	4	4	3	4	2	3	4	4	4	35	127	18	17	1	306	324	289
14	4	3	3	5	5	3	5	5	5	5	43	193	22	21	1	462	484	441
15	5	4	4	5	4	2	3	5	4	4	40	168	20	20	0	400	400	400
16	5	3	5	3	3	5	3	4	5	5	41	177	21	20	1	420	441	400
17	4	3	3	4	3	2	3	4	4	4	34	120	17	17	0	289	289	289
18	4	3	3	5	5	3	5	5	5	4	42	184	22	20	2	440	484	400
19	5	5	5	5	4	3	4	5	4	5	45	207	22	23	-1	506	484	529
20	4	3	3	3	5	4	3	5	4	4	38	150	19	19	0	361	361	361
ΣX	82	74	79	85	83	61	76	90	83	85	798	3326	403	395		8046	8199	7907
ΣX2	346	286	327	377	357	197	304	412	351	369								

REDES CERRADAS																			
Coef.correlacion=	0.95182										Media=	39.9							
											DS=	4.34							
Correccion =	0.97532										P75=	42.83							
Prueba V con dsitribucion t											P25=	36.97							
	t = 23																		
	Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746																		
	entonces este coeficiente es significativo																		

Anexo 7 – Procesamiento de información respecto a la variable Abastecimiento de agua potable

Especialista	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE									ΣXt	ΣX2t	Σxi	Σxp	dj	ΣXi.Xp'	ΣX2i	ΣX2p
	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
1	3	4	5	4	3	4	4	3	4	34	132	19	15	4	285	361	225
2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	32	116	18	14	4	252	324	196
3	5	5	5	5	4	3	4	5	4	40	182	22	18	4	396	484	324
4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	41	189	23	18	5	414	529	324
5	5	5	5	3	5	3	5	3	3	37	161	23	14	9	322	529	196
6	3	3	3	3	3	4	4	4	4	31	109	17	14	3	238	289	196
7	5	4	3	4	4	3	4	4	3	34	132	19	15	4	285	361	225
8	5	3	4	4	3	4	4	4	4	35	139	20	15	5	300	400	225
9	4	4	5	5	4	3	3	4	4	36	148	20	16	4	320	400	256
10	5	4	5	4	5	5	4	4	4	40	180	23	17	6	391	529	289
11	4	4	5	5	3	5	4	4	5	39	173	21	18	3	378	441	324
12	3	4	4	4	5	4	5	5	5	39	173	22	17	5	374	484	289
13	4	5	3	4	3	3	4	3	5	34	134	19	15	4	285	361	225
14	5	4	3	4	4	5	4	4	5	38	164	21	17	4	357	441	289
15	4	4	4	4	5	3	4	4	3	35	139	20	15	5	300	400	225
16	4	4	5	5	4	4	5	3	4	38	164	22	16	6	352	484	256
17	4	4	3	3	4	3	5	4	3	33	125	19	14	5	266	361	196
18	5	4	3	4	5	5	5	5	5	41	191	23	18	5	414	529	324
19	5	5	5	4	5	5	4	5	5	43	207	24	19	5	456	576	361
20	3	3	3	3	3	3	4	3	3	28	88	16	12	4	192	256	144
728	ΣX	84	81	82	81	81	76	84	79	80	728	3046	411	317	6577	8539	5089
	ΣX2	364	335	352	337	341	302	360	323	332							

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Coef. De correlacion= 0.80881                      Media= 36.4  
 Correccion = 0.8943                                      DS= 3.858006

Prueba V con dsitribucion t                      P75= 39.00415  
 t = 11    P25= 33.79585

Ahora para alfa= 0,05 y 16 g.l. = 1,746  
 entonces este coeficiente es significativo

*Anexo 8 – Procesamiento de información de la Variable Redes Cerradas con sus Dos Dimensiones*

VARIABLE: REDES CERRADAS													
INGENIEROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	D1	D2
ING01	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	33	26	7
ING02	5	3	3	4	3	2	3	4	4	4	35	27	8
ING03	4	5	3	5	5	3	5	5	5	4	44	35	9
ING04	5	4	5	5	4	3	4	5	4	5	44	35	9
ING05	4	3	3	5	5	3	5	5	4	5	42	33	9
ING06	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	35	27	8
ING07	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	37	29	8
ING08	4	4	5	5	5	3	3	4	3	3	39	33	6
ING09	4	3	5	4	3	3	3	4	3	4	36	29	7
ING10	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	48	38	10
ING11	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	45	37	8
ING12	4	3	3	5	5	3	5	5	4	5	42	33	9
ING13	3	4	4	3	4	2	3	4	4	4	35	27	8
ING14	4	3	3	5	5	3	5	5	5	5	43	33	10
ING15	5	4	4	5	4	2	3	5	4	4	40	32	8
ING16	5	3	5	3	3	5	3	4	5	5	41	31	10
ING17	4	3	3	4	3	2	3	4	4	4	34	26	8
ING18	4	3	3	5	5	3	5	5	5	4	42	33	9
ING19	5	5	5	5	4	3	4	5	4	5	45	36	9
ING20	4	3	3	3	5	4	3	5	4	4	38	30	8

**Anexo 9 – Procesamiento de información de la Variable Abastecimiento de agua potable con sus Tres Dimensiones**

VARIABLE: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE													
INGENIEROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total	D1	D2	D3
ING01	3	4	5	4	3	4	4	3	4	34	16	11	7
ING02	4	4	4	4	4	3	3	3	3	32	16	10	6
ING03	5	5	5	5	4	3	4	5	4	40	20	11	9
ING04	4	4	5	5	5	4	5	5	4	41	18	14	9
ING05	5	5	5	3	5	3	5	3	3	37	18	13	6
ING06	3	3	3	3	3	4	4	4	4	31	12	11	8
ING07	5	4	3	4	4	3	4	4	3	34	16	11	7
ING08	5	3	4	4	3	4	4	4	4	35	16	11	8
ING09	4	4	5	5	4	3	3	4	4	36	18	10	8
ING10	5	4	5	4	5	5	4	4	4	40	18	14	8
ING11	4	4	5	5	3	5	4	4	5	39	18	12	9
ING12	3	4	4	4	5	4	5	5	5	39	15	14	10
ING13	4	5	3	4	3	3	4	3	5	34	16	10	8
ING14	5	4	3	4	4	5	4	4	5	38	16	13	9
ING15	4	4	4	4	5	3	4	4	3	35	16	12	7
ING16	4	4	5	5	4	4	5	3	4	38	18	13	7
ING17	4	4	3	3	4	3	5	4	3	33	14	12	7
ING18	5	4	3	4	5	5	5	5	5	41	16	15	10
ING19	5	5	5	4	5	5	4	5	5	43	19	14	10
ING20	3	3	3	3	3	3	4	3	3	28	12	10	6

## MEMORIA DE CÁLCULO DE POBLACIÓN

**PROYECTO : RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCAVELICA**

### DATOS GENERALES DEL PROYECTO

POBLACION	N° HAB X VI	FUENTE	N° VIVIENDAS
Caja	5.0	PROPIA	235
<b>TOTAL</b>	<b>5.0</b>	<b>Habitantes</b>	<b>235</b>

Población 2016 : 1175.00 habitantes

### A.- CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con mas frecuencia el de crecimiento aritmético. Para lo cual se usa la siguiente expresión.

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Donde: Pf = Población futura  
Pa = Población actual  
r = Coeficiente de crecimiento anual por cien hab.  
t = Tiempo en años (periodo de diseño)

#### A.1.- PERIODO DE DISEÑO KI

Es el tiempo en el cual el sistema sera 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la insistencia física de las instalaciones.

v Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

CUADRO 01.02 Periodo de diseño recomendado según la población	
POBLACIÓN	PERIODO DE DISEÑO
2,000 - 20,000	15 años
Mas de 20,000	10 años

**Nota.-** Para proyectos de agua potable en el medio rural las Normas del Ministerio de Salud recomienda un periodo de diseño de 20 años para todo los componetes

De la concideracion anterior se asume el periodo de diseño:

$$t = 20 \text{ años}$$

#### A.2.- COEFICIENTE DE CRECIMIENTO ANUAL ( r )

NOTA : Según el perfil aprobado adopta una tasa de crecimiento poblacional de 2.00 %, Siendo este dato utilizado

Coeficiente "r" según INEI 2007

$$r = 1.20 \%$$

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$



P 2016 = 1175 hab.

P 2036 = 1457 hab.

## B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

### B.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar

Para centros poblados sin proyección de servicios de alcantarillado	
REGION	DOTACIÓN (l/hab/día)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

Para centros poblados con proyección de servicios de alcantarillado	
REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
COSTA	90
SIERRA	80
SELVA	100

Según: Ministerio de Vivienda 2016

También: Para sistemas de abastecimiento indirecto (Piletas Públicas):

$$D = 30 - 50 \text{ lt / hab. / día}$$

Demanda de dotación asumido:



$$D = 80 \text{ (l/hab/día)}$$

### B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

#### CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL ( Qm )

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, y se determina mediante la expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Donde:  $Q_m$  = Consumo promedio diario ( l / s )  
 $P_f$  = Población futura  
 $D$  = Dotación ( l / hab / día )

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400} \Rightarrow Q_m = 1.35 \text{ (l / s)}$$

#### CONSUMO MÁXIMO DIARIO ( Qmd ) Y HORARIO ( Qmh )

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y la hora de máximo consumo del día de máximo consumo respectivamente.

$$Q_{md} = k_1 \cdot Q_m; \quad Q_{mh} = k_2 \cdot Q_m$$

Donde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario ( l / s )  
 $Q_{md}$  = Consumo máximo diario ( l / s )  
 $Q_{mh}$  = Consumo máximo horario ( l / s )  
 $K_1, K_2$  = Coeficientes de variación

El valor de  $K_1$  para pob. rurales varía entre 1.2 y 1.5; y los valores de  $k_2$  varían desde 1 hasta 4. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores recomendados y más utilizados son:

$$K_1 = 1.3$$

$$K_2 = 2.5$$

$$Q_{md} = k_1 \cdot Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{md} = 1.76 \text{ (l / s) Demanda de agua}$$

$$Q_{mh} = k_2 \cdot Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{mh} = 3.38 \text{ (l / s)}$$

## DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

### CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

#### PROYECTO:

"Mejoramiento y Ampliación del sistema de Agua Potable "

$$\mathbf{Valm = Vr + VR + Vci}$$

Donde:

**Valm** = Volumen de Almacenamiento

**Vr** = Volumen de Regulación

$$\mathbf{Vr = Qmd \times 0.25 \times 86.40}$$

**VR** = Volumen de Reserva

$$\mathbf{VR = Qmd \times 0.05 \times 86.4}$$

Entonces:

**Vr : 37.91 M3**

**VR: 7.58 M3**

**Vci: 0.00 M3**

**V alma : 45.49 M3      47.00 M3**

VOLUMEN DEL RESERVORIO (Vr)

$$V_{reservorio} = Qm(25 - 30)\%$$

$$Vr = 0.25 * Qmd * \frac{86400}{1000}$$

**Vr : 40.94 M3**

\* ) El caudal fue aforado en época de estiaje

\*\* ) El caudal que se requiere captar es el máximo diario, y éste es menor que el caudal aforado

Por lo tanto el caudal que ofrece el manantial es suficiente

La simulación de la red se realizó una vez obtenido todos los datos fundamentales de los respectivos poblados mencionados en el Capítulo II. El diseño que se realizara en el siguiente capítulo es en Modo Estático.

### **1. REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE WATERCAD E INTRODUCCION DE DATOS**

Para empezar a modelar el sistema de Agua Potable, el software requiere los datos básicos de diseño los cuales son:

- Unidades de medición: el software requiere que le indiquemos las unidades q trabajar, las cuales son unidades métricas decimales.
- Topografía del área a trabajar: el software requiere que le indiquemos cual será la planimetría donde se trazará las redes, para él la localidad de Caja, se utilizó el plano de levantamiento topográfico de otros proyectos el cual se encuentra en formato DWG. Fig. 1

Fig. 1, planimetría de la Localidad de Caja



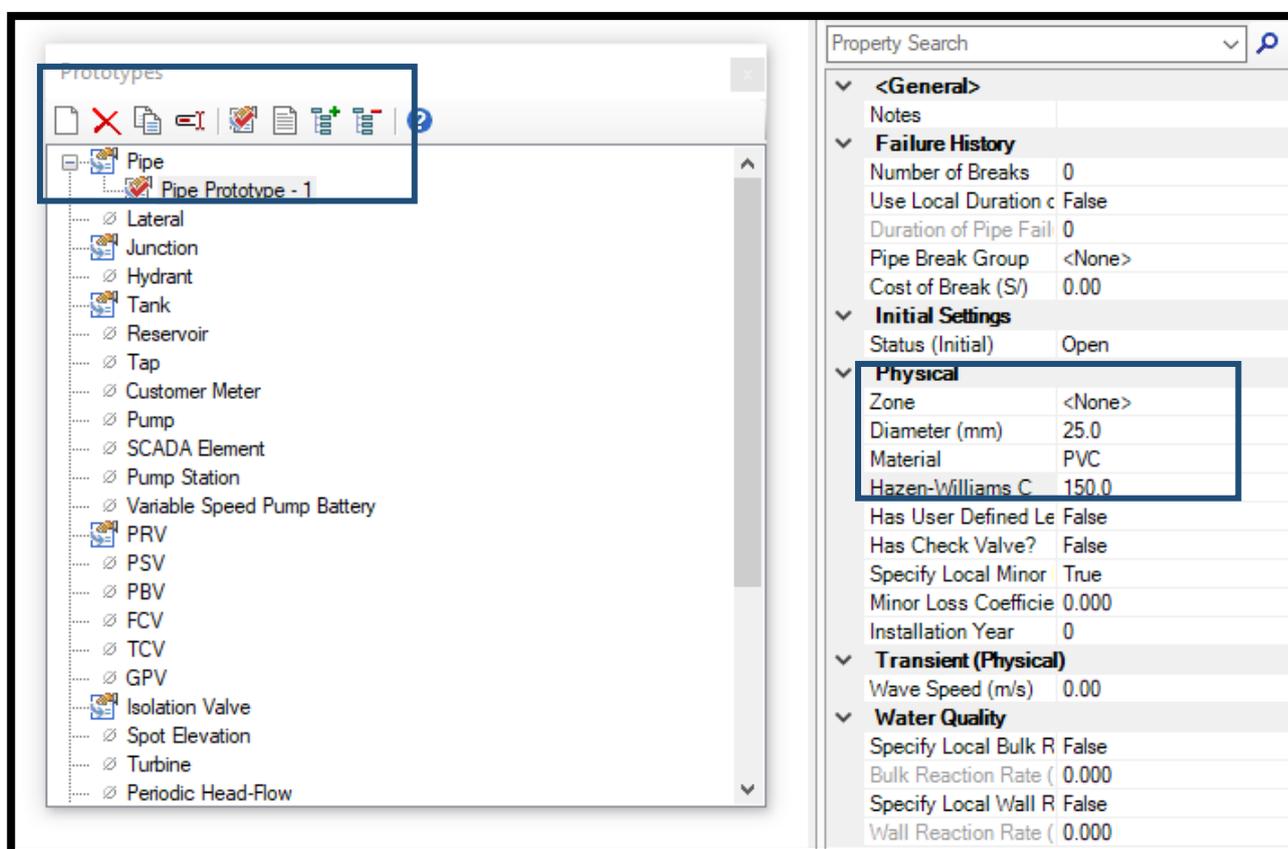
Fuente: Otros proyectos

- Prototipos de tuberías: son características que el software requiere definir,

como el material de la tubería que se va a usar, el coeficiente de Hazzen y Wiliams, al igual que los diámetros, estos datos son: tuberías de PVC, C=150 y diámetros aproximadamente de 1" así como se muestra en la figura 30, luego de acuerdo al diseño se irán cambiando los diámetros de tal manera que las velocidades y presiones cumplan con el reglamento.

A la vez el software nos permite obtener un catálogo de tuberías con distintos diámetros el cual se podrá escoger para el adecuado diseño de la red.

Fig. 2, Prototipos de tuberías en el Proyecto

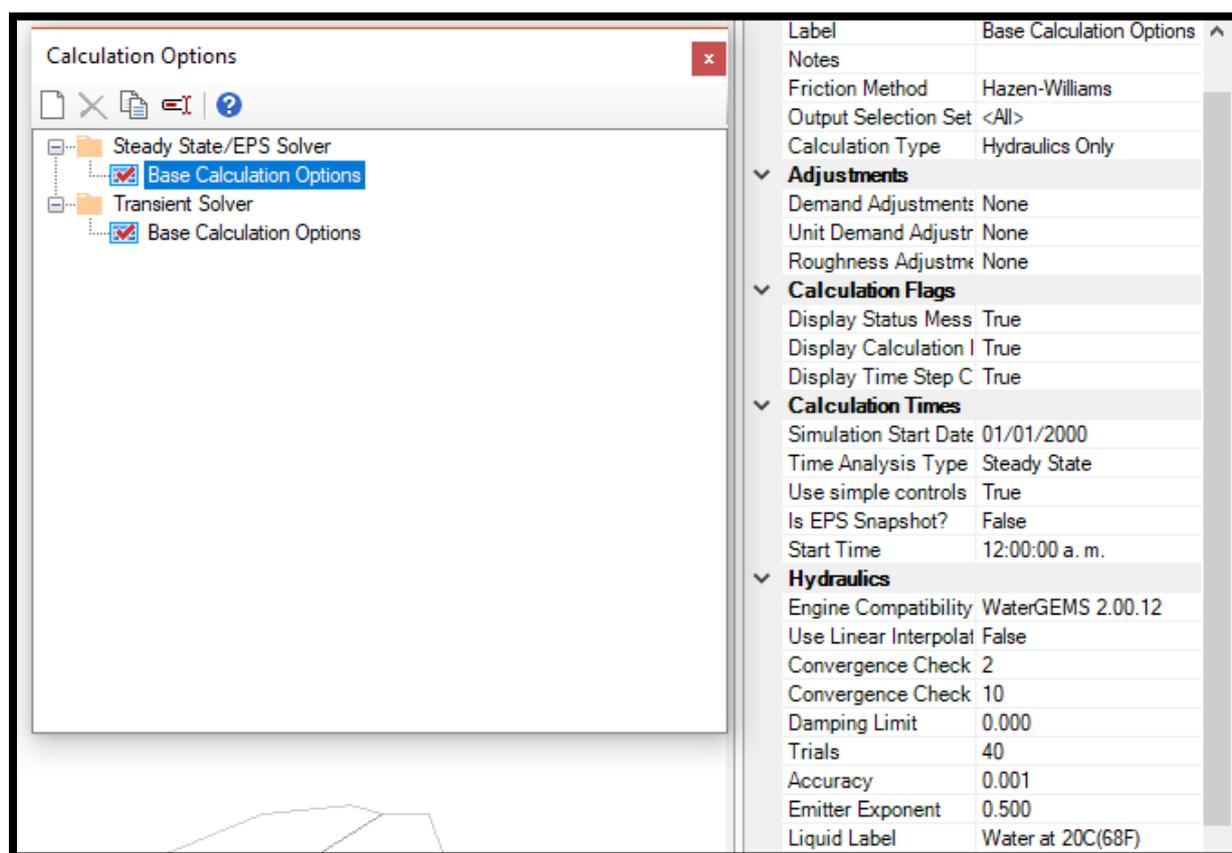


Fuente: Elaboración Watercad

- Parámetros Hidráulicos: antes de empezar a diseñar se requiere indicar el método para el cálculo de las velocidades, presiones, tipo de líquido y la temperatura con el cual se trabajará. En la ejecución de este proyecto se utilizó la ecuación de Hazen-Williams y se trabajó con agua a 20°C como se muestra

en la Figura 3.

Fig. 3, Opciones de Calculo en Watercad



Fuente: Otros proyectos

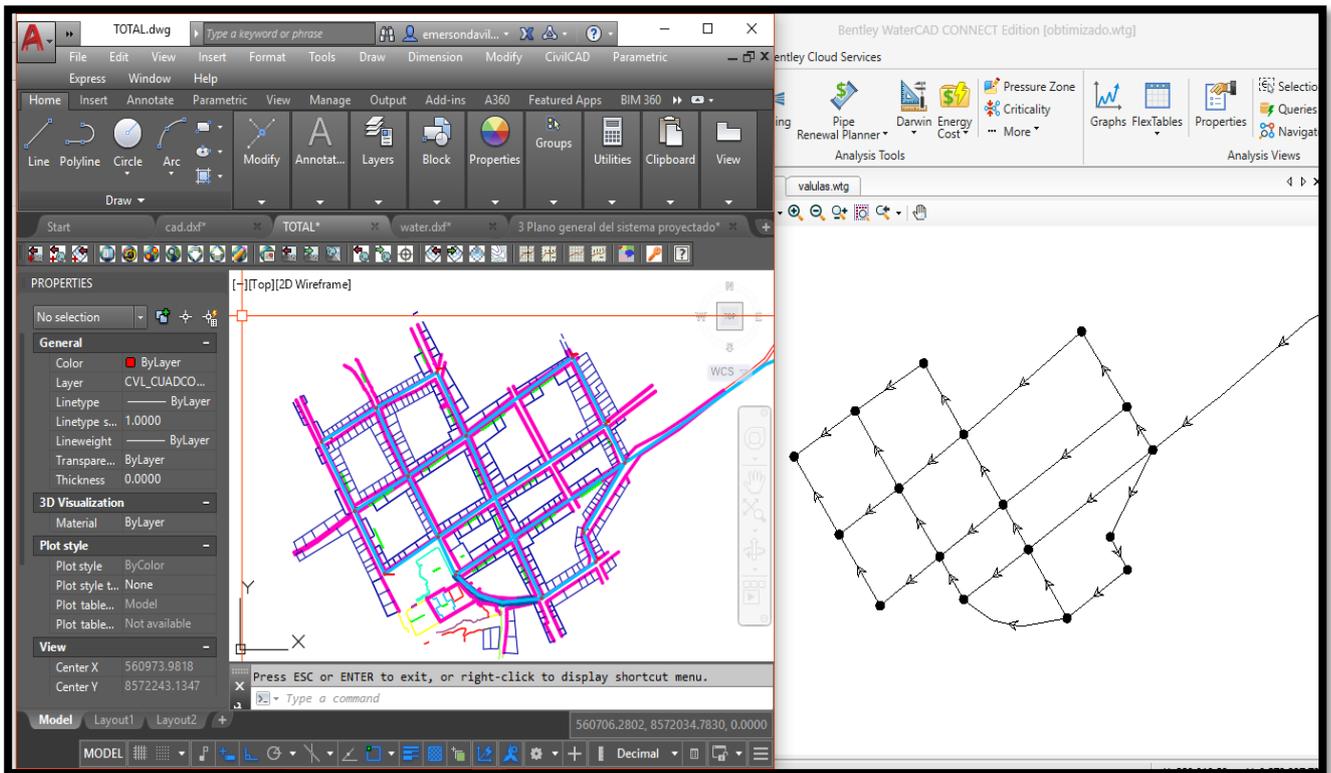
## 2. MODELAMIENTO DEL PROYECTO

Para empezar a modelar el sistema, se debe tener el bosquejo de las redes antes dibujadas en AutoCAD, el software brinda la ayuda de poder importar este bosquejo realizado y llevarlos a la vista en planta del Watercad como se muestra en la figura 4. Estas redes vendrán con características incluidas como un diámetro definido y el material que habíamos indicado en los prototipos. Las líneas dibujadas en Autocad serán ahora la entidad “Pipe” en Watercad, que vendrían a ser las tuberías. Las intersecciones de estas líneas serán ahora la entidad “Junction” que sería los nodos.

Esto será de mucha ayuda, puesto que aminora el tiempo de dibujo de las

redes y a la vez nos brinda con las coordenadas exactas de ubicación.

Fig. 4, Redes de agua proyectada en la Localidad de Caja

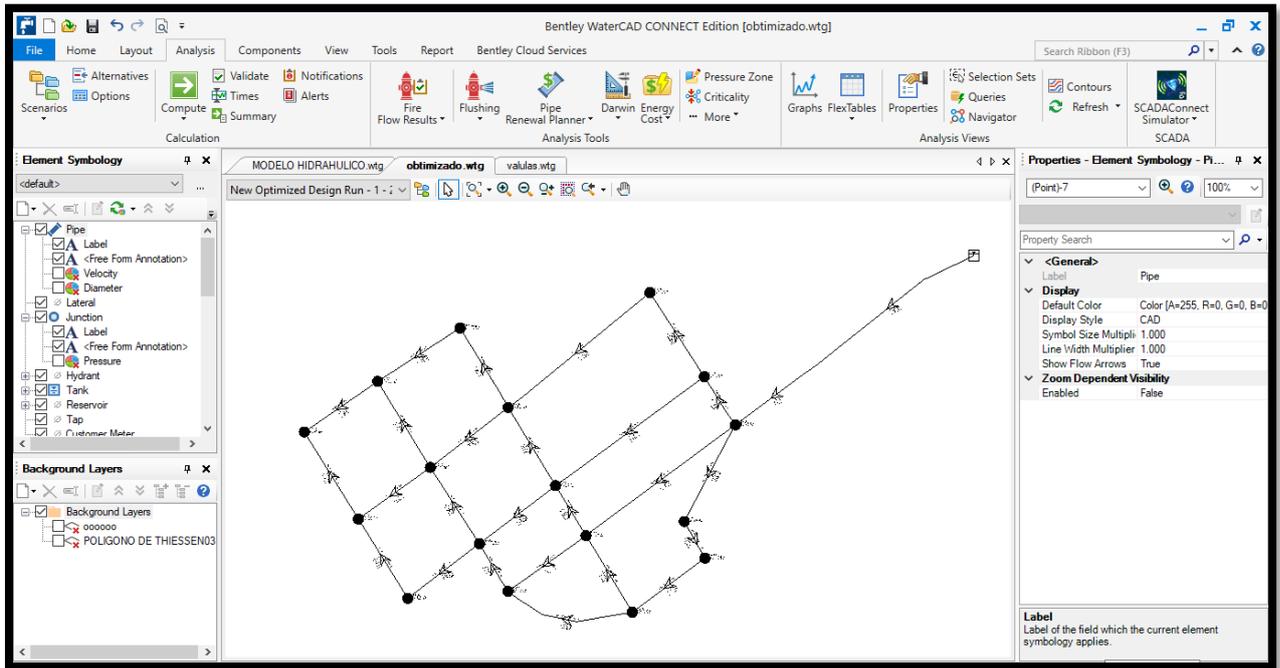


Fuente: Otros proyectos

Al tener las redes ya dibujadas en Watercad, se colocará los reservorios de almacenamiento en donde se ha proyectado su ubicación, con la ayuda del elemento “Tank”, el cual solo requiere tener como dato para el modo estático la cota de terreno y el volumen de agua que almacenara.

Ya obtenido las redes, se procede a colocar los datos de las cotas en cada nodo proyectado, esto se realizó mediante un comando llamado TREX, aplicación del Watercad que, con la ayuda de un plano de curvas de nivel, coloca las cotas de todos los nodos en un solo paso. En la figura 4 se observa las curvas de nivel ya importadas al software.

Fig. 5, Redes de agua proyectada en la Localidad de Caja

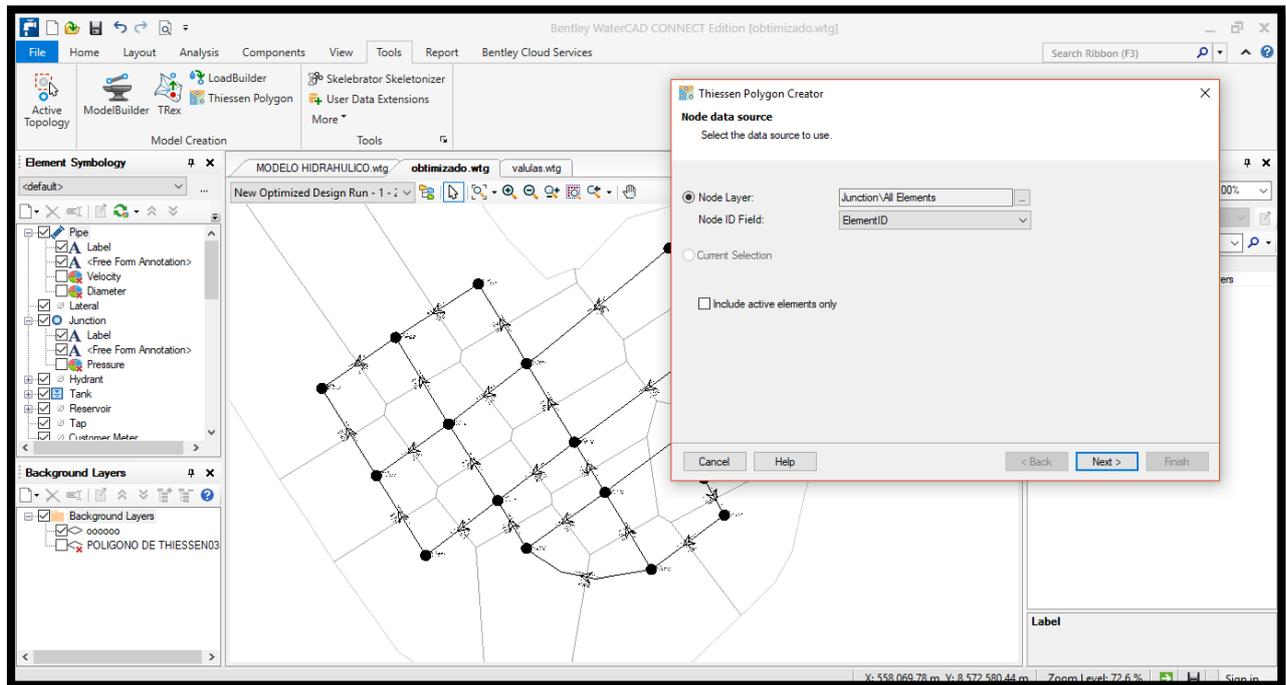


Fuente: Elaboración Watercad

Una vez ingresado cotas a los nodos, datos que requiero el tanque, se procedió a calcular los caudales para cada nodo por el método de áreas tributarias, donde utilizamos el software de ayuda Arcmap en su versión 10.3. el cual nos ayudara a calcular las áreas según el polígono de Thiessen. Se siguió el siguiente procedimiento:

- Primero se generó el polígono de Thiessen en el Watercad por medio de la herramienta Thiessen Polygon esta se gurdo en un formato shp.

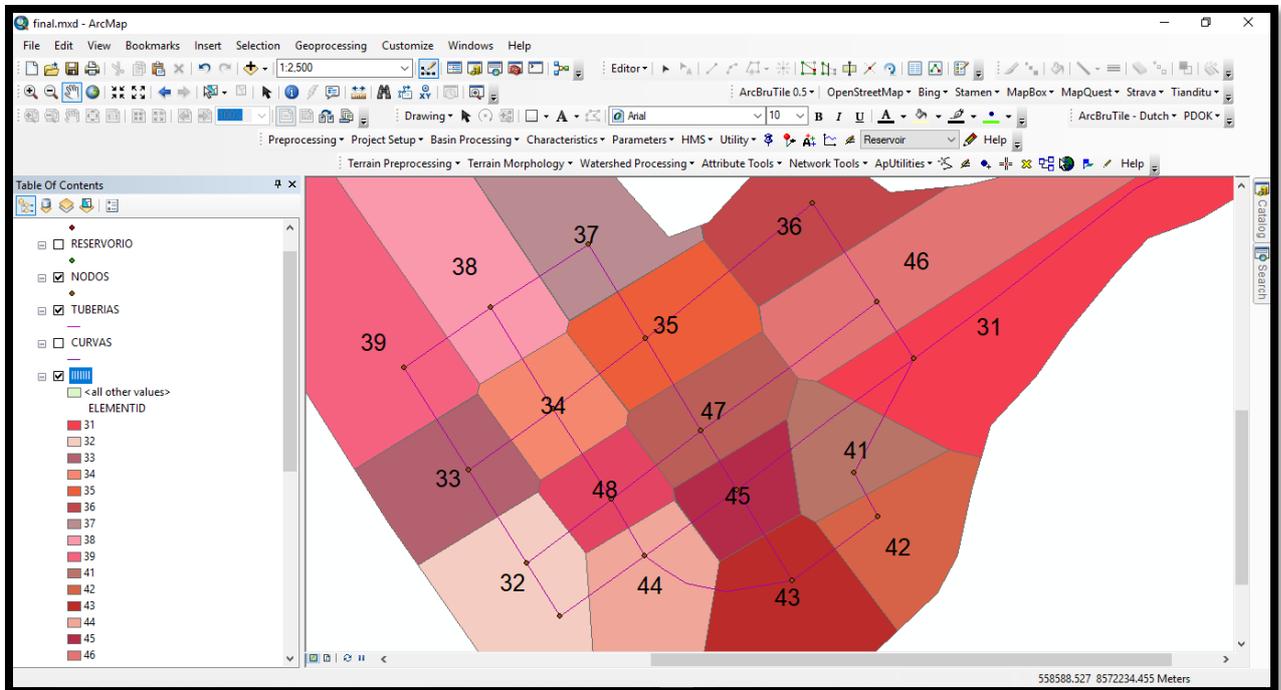
Fig. 6, Creación del polígono de Thiessen con el Watercad



Fuente: Elaboración en Watercad

- Luego se procedió a calcular los datos de Área. Para luego obtener nuestro caudal unitario para cada nodo.  $Q_{mh} = 3.28$  lt/seg. Área total = 276996.90 m<sup>2</sup>, ver figura 6 y 7.

Fig. 7, polígono de Thiessen con el Arcmap



Fuente: Elaboración en Watercad

Cuadro. 1, Tabla de atributos del polígono de Thiessen en el Arcmap

FID	Shape *	ID	ELEMENTI	Qmh	Area	AreaTotal	Qdiseño
0	Polygon	0	36	3.37	9741.95	276177.38	0.12
1	Polygon	0	35	3.37	9364.39	276177.38	0.11
2	Polygon	0	34	3.37	6443.37	276177.38	0.08
3	Polygon	0	33	3.37	8788.65	276177.38	0.11
4	Polygon	0	32	3.37	12742.16	276177.38	0.16
5	Polygon	0	31	3.37	21936.94	276177.38	0.27
6	Polygon	0	48	3.37	4943.05	276177.38	0.06
7	Polygon	0	47	3.37	7289.99	276177.38	0.09
8	Polygon	0	46	3.37	17776.07	276177.38	0.22
9	Polygon	0	45	3.37	5251.12	276177.38	0.06
10	Polygon	0	44	3.37	12497.58	276177.38	0.15
11	Polygon	0	43	3.37	14530.57	276177.38	0.18
12	Polygon	0	42	3.37	8161	276177.38	0.1
13	Polygon	0	41	3.37	6499.01	276177.38	0.08
14	Polygon	0	39	3.37	45857.96	276177.38	0.56
15	Polygon	0	38	3.37	42043.83	276177.38	0.51
16	Polygon	0	37	3.37	42309.74	276177.38	0.52

Fuente: Elaboración en Arcmap.

- Los valores de los caudales se insertaron a los nodos del Watercad por medio de la herramienta LoadBuilder.

Cuadro. 2, caudales asignados a los nodos en el Watercad

The screenshot shows the 'Demand Control Center' window with a toolbar and a table of node data. The table has columns for ID, Label, Demand (Base) (L/s), Pattern (Demand), and Zone. The data is as follows:

	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	36	(Point)-14	0.11	Fixed	<None>
2	35	(Point)-13	0.10	Fixed	<None>
3	31	(Point)-1	0.24	Fixed	<None>
4	43	(Point)-4	0.16	Fixed	<None>
5	41	(Point)-2	0.12	Fixed	<None>
6	42	(Point)-3	0.10	Fixed	<None>
7	47	(Point)-8	0.11	Fixed	<None>
8	34	(Point)-12	0.10	Fixed	<None>
9	48	(Point)-9	0.10	Fixed	<None>
10	45	(Point)-6	0.12	Fixed	<None>
11	44	(Point)-5	0.19	Fixed	<None>
12	32	(Point)-10	0.11	Fixed	<None>
13	39	(Point)-17	0.55	Fixed	<None>
14	38	(Point)-16	0.44	Fixed	<None>
15	37	(Point)-15	0.39	Fixed	<None>
16	33	(Point)-11	0.25	Fixed	<None>
17	46	(Point)-7	0.20	Fixed	<None>

Fuente: Elaboración en Watercad.

- Una vez asignado todos los datos sobre la red, se procedió a correr el modelo con restricciones de presiones ( $P_{min} = 10$  mca,  $P_{max} = 50$  mca) y velocidades ( $V_{min} = 0.3$  m/seg,  $V_{max} = 3$  mca)

Cuadro. 3, Diámetros que se utilizó en el modelamiento clase 10

ESPESOR mm	DIAMETRO	DIAMETRO
	INTERIOR mm	NOMINAL mm
---	---	---
1.80	29.40	33.00
2.30	43.40	48.00

2.50	58.00	63.00
2.90	69.20	75.00
3.50	83.00	90.00
5.30	99.40	110.00

Fuente: Elaboración Propia.

- El modelamiento inicial nos arroja resultados de la tubería donde las Velocidades y presiones no cumple con las restricciones ver Figura 9 y 10.

Cuadro. 4, Reporte Inicial tuberías

	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Diameter (mm)	Material	azen-William C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Derived)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	
49:	TUB ADUC	TUB...	249	(Point)-1	75.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-4.45	1.01	0.013	<input type="checkbox"/>
50:	TUB REDE	TUB...	36	(Point)-3	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.84	1.70	0.127	<input type="checkbox"/>
51:	TUB REDE	TUB...	47	(Point)-5	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.55	1.11	0.057	<input type="checkbox"/>
52:	TUB REDE	TUB...	49	(Point)-7	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1.68	3.41	0.458	<input type="checkbox"/>
53:	TUB REDE	TUB...	50	(Point)-8	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.56	1.13	0.059	<input type="checkbox"/>
54:	TUB REDE	TUB...	75	(Point)-11	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.15	0.30	0.005	<input type="checkbox"/>
55:	TUB REDE	TUB...	76	(Point)-17	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.05	0.09	0.001	<input type="checkbox"/>
56:	TUB REDE	TUB...	76	(Point)-6	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.13	0.27	0.004	<input type="checkbox"/>
57:	TUB REDE	TUB...	77	(Point)-10	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.34	0.70	0.024	<input type="checkbox"/>
58:	TUB REDE	TUB...	77	(Point)-3	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.71	1.45	0.094	<input type="checkbox"/>
59:	TUB REDE	TUB...	77	(Point)-9	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.38	0.77	0.029	<input type="checkbox"/>
60:	TUB REDE	TUB...	78	(Point)-13	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.49	1.00	0.047	<input type="checkbox"/>
61:	TUB REDE	TUB...	79	(Point)-15	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.33	0.67	0.022	<input type="checkbox"/>
62:	TUB REDE	TUB...	80	(Point)-11	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.21	0.42	0.010	<input type="checkbox"/>
63:	TUB REDE	TUB...	81	(Point)-5	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.42	0.86	0.035	<input type="checkbox"/>
64:	TUB REDE	TUB...	82	(Point)-9	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.40	0.81	0.032	<input type="checkbox"/>
65:	TUB REDE	TUB...	83	(Point)-16	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.09	0.19	0.002	<input type="checkbox"/>
66:	TUB REDE	TUB...	84	(Point)-12	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.26	0.52	0.014	<input type="checkbox"/>
67:	TUB REDE	TUB...	85	(Point)-14	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.74	1.51	0.101	<input type="checkbox"/>
68:	TUB REDE	TUB...	86	(Point)-16	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.20	0.41	0.009	<input type="checkbox"/>
69:	TUB REDE	TUB...	87	(Point)-17	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.14	0.30	0.005	<input type="checkbox"/>
70:	TUB REDE	TUB...	93	(Point)-2	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-1.12	2.27	0.215	<input type="checkbox"/>
71:	TUB REDE	TUB...	113	(Point)-5	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.37	0.76	0.028	<input type="checkbox"/>
72:	TUB REDE	TUB...	155	(Point)-13	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.51	1.03	0.050	<input type="checkbox"/>
73:	TUB REDE	TUB...	157	(Point)-8	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-0.66	1.34	0.081	<input type="checkbox"/>
74:	TUB REDE	TUB...	158	(Point)-1	25.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.08	2.20	0.203	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración en Watercad.

Cuadro. 5, Reporte Inicial de nodos

FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (CAJA5.wtg)							
	ID	Label ▲	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
31: (Point)-1	31	(Point)-1	3,401.20	<None>	<Collection:	3,452.79	51
41: (Point)-2	41	(Point)-2	3,398.10	<None>	<Collection:	3,432.69	35
42: (Point)-3	42	(Point)-3	3,398.70	<None>	<Collection:	3,428.16	29
43: (Point)-4	43	(Point)-4	3,393.50	<None>	<Collection:	3,420.93	27
44: (Point)-5	44	(Point)-5	3,394.20	<None>	<Collection:	3,417.75	24
45: (Point)-6	45	(Point)-6	3,385.80	<None>	<Collection:	3,420.63	35
46: (Point)-7	46	(Point)-7	3,390.40	<None>	<Collection:	3,430.40	40
47: (Point)-8	47	(Point)-8	3,384.40	<None>	<Collection:	3,417.65	33
48: (Point)-9	48	(Point)-9	3,391.30	<None>	<Collection:	3,415.04	24
32: (Point)-10	32	(Point)-10	3,391.40	<None>	<Collection:	3,413.17	22
33: (Point)-11	33	(Point)-11	3,378.20	<None>	<Collection:	3,412.41	34
34: (Point)-12	34	(Point)-12	3,377.70	<None>	<Collection:	3,412.79	35
35: (Point)-13	35	(Point)-13	3,377.40	<None>	<Collection:	3,413.97	36
36: (Point)-14	36	(Point)-14	3,393.30	<None>	<Collection:	3,421.74	28
37: (Point)-15	37	(Point)-15	3,368.70	<None>	<Collection:	3,412.20	43
38: (Point)-16	38	(Point)-16	3,370.40	<None>	<Collection:	3,412.02	42
39: (Point)-17	39	(Point)-17	3,379.30	<None>	<Collection:	3,411.98	33

Fuente: Elaboración en Watercad.

- Con ayuda de la herramienta software Excel y por la fórmula de Hazen Willian hallaremos los diámetros nominales del modelo.

Cuadro. 6, Diámetros nominales con Excel

TRAMO		LONGITUD (mtrs)	CAUDAL (l/s)			COTA (m.n.m)		DESNIVEL (mtrs)	PENDIENTE TEORICO (%)	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS (pie <sup>10.5</sup> /seg)	DIAMETRO TEORICO (mm.)	DIAMETRO INTERIOR COMERCIAL (mm.)	DIAMETRO NOMINAL (mm.)
INICIAL	FINAL		UNIARIO		TRAMO	INICIAL	FINAL						
			INICIAL (q)	FINAL (q)									
(Point)-3	(Point)-2	36.0	0.1	0.1	1.0	3398.7	3398.1	0.6	0.0	150.0	40.9	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-9	47.0	0.2	0.1	0.5	3394.2	3391.3	2.9	0.1	150.0	23.4	29.4	33.00
(Point)-7	(Point)-1	49.0	0.2	0.2	1.6	3390.4	3401.2	-10.8	0.2	150.0	28.3	29.4	33.00
(Point)-8	(Point)-6	50.0	0.1	0.1	0.4	3384.4	3385.8	-1.4	0.0	150.0	25.7	29.4	33.00
(Point)-11	(Point)-12	75.0	0.3	0.1	0.3	3378.2	3377.7	0.5	0.0	150.0	30.2	29.4	33.00
(Point)-17	(Point)-16	76.0	0.6	0.4	0.3	3379.3	3370.4	8.9	0.1	150.0	16.3	29.4	33.00
(Point)-6	(Point)-4	76.0	0.1	0.2	0.4	3385.8	3393.5	-7.7	0.1	150.0	19.2	29.4	33.00
(Point)-10	(Point)-9	77.0	0.1	0.1	0.4	3391.4	3391.3	0.1	0.0	150.0	46.9	58.0	63.00
(Point)-3	(Point)-4	77.0	0.1	0.2	0.9	3398.7	3393.5	5.2	0.1	150.0	29.5	29.4	33.00
(Point)-9	(Point)-12	77.0	0.1	0.1	0.4	3391.3	3377.7	13.6	0.2	150.0	16.8	29.4	33.00
(Point)-13	(Point)-8	78.0	0.1	0.1	0.3	3377.4	3384.4	-7.0	0.1	150.0	18.8	29.4	33.00
(Point)-15	(Point)-13	79.0	0.4	0.1	0.8	3368.7	3377.4	-8.7	0.1	150.0	24.9	29.4	33.00
(Point)-11	(Point)-10	80.0	0.3	0.1	0.3	3378.2	3391.4	-13.2	0.2	150.0	15.2	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-6	81.0	0.2	0.1	0.3	3394.2	3385.8	8.4	0.1	150.0	17.2	29.4	33.00
(Point)-9	(Point)-8	82.0	0.1	0.1	0.3	3391.3	3384.4	6.9	0.1	150.0	19.1	29.4	33.00
(Point)-16	(Point)-15	83.0	0.4	0.4	0.4	3370.4	3368.7	1.7	0.0	150.0	26.9	29.4	33.00
(Point)-12	(Point)-13	84.0	0.1	0.1	0.4	3377.7	3377.4	0.3	0.0	150.0	37.3	29.4	33.00
(Point)-14	(Point)-7	85.0	0.1	0.2	1.0	3393.3	3390.4	2.9	0.0	150.0	35.0	29.4	33.00
(Point)-16	(Point)-12	86.0	0.4	0.1	0.3	3370.4	3377.7	-7.3	0.1	150.0	18.6	29.4	33.00
(Point)-17	(Point)-11	87.0	0.6	0.3	0.3	3379.3	3378.2	1.1	0.0	150.0	26.8	29.4	33.00
(Point)-2	(Point)-1	93.0	0.1	0.2	1.1	3398.1	3401.2	-3.1	0.0	150.0	37.0	29.4	33.00
(Point)-5	(Point)-4	113.0	0.2	0.2	0.4	3394.2	3393.5	0.7	0.0	150.0	34.7	29.4	33.00
(Point)-13	(Point)-14	155.0	0.1	0.1	0.9	3377.4	3393.3	-15.9	0.1	150.0	26.8	29.4	33.00
(Point)-8	(Point)-7	157.0	0.1	0.2	0.4	3384.4	3390.4	-6.0	0.0	150.0	23.4	29.4	33.00
(Point)-1	(Point)-6	158.0	0.2	0.1	0.4	3401.2	3385.8	15.4	0.1	150.0	20.5	29.4	33.00
(Point)-1	PRV-3	84.0	0.2		3.4	3401.2	3419.3	-18.1	0.2	150.0	38.1	29.4	33.00
PRV-3	T-1	165.00			3.38	3,419.25	3,456.10	-36.85	22.33%	150	37.82	29.40	33.00

Fuente: Elaboración en Excel.

- Se asignamos colores para diferenciar las restricciones de velocidad, presión y diámetros

Cuadro. 7, Colores para diferenciar las restricciones de velocidades

	Value <= (m/s)	Color
0	0.30	192; 0; C
1	0.60	0; 255; C
2	3.00	213; 43;
*		

Fuente: Elaboración en Watercad.

Cuadro. 8, Colores para diferenciar las restricciones de presiones

	Value <= (m H2O)	Color
0	10	255; 0; 0
1	20	0; 192; 0
2	50	0; 0; 192
*		

Fuente: Elaboración en Watercad.

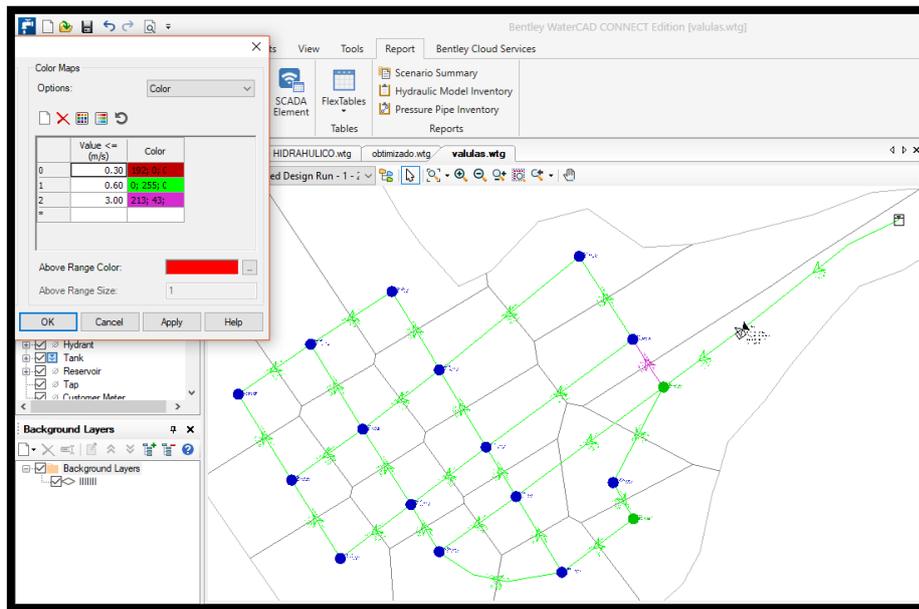
Cuadro. 9, Colores para diferenciar diámetros de tuberías

	Value <= (mm)	Color
0	33.0	128; 128
1	48.0	255; 128
2	63.0	255; 0; 0
3	75.0	0; 128; 0
4	90.0	0; 0; 255
5	110.0	128; 0; 0

Fuente: Elaboración en Watercad.

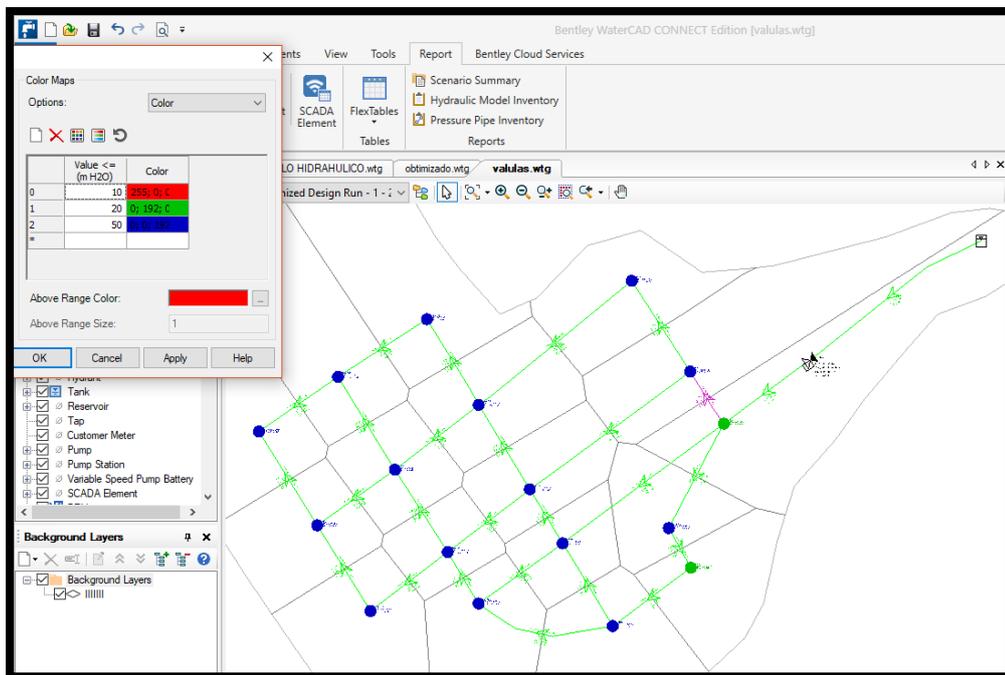
- Los diámetros calculados con la ayuda del software Excel se llevó al Watercad, donde tampoco cumplían con las restricciones de presiones y velocidad por lo tanto lo que se procedió hacer es cambiar los diámetros manualmente en el software y se obtuvo los siguientes resultados finales, se tuvo problemas de presiones excedían el máximo, por lo que se decidió plantear una válvula rompe presión en la línea de aducción.

Fig. 8, Vista de las velocidades



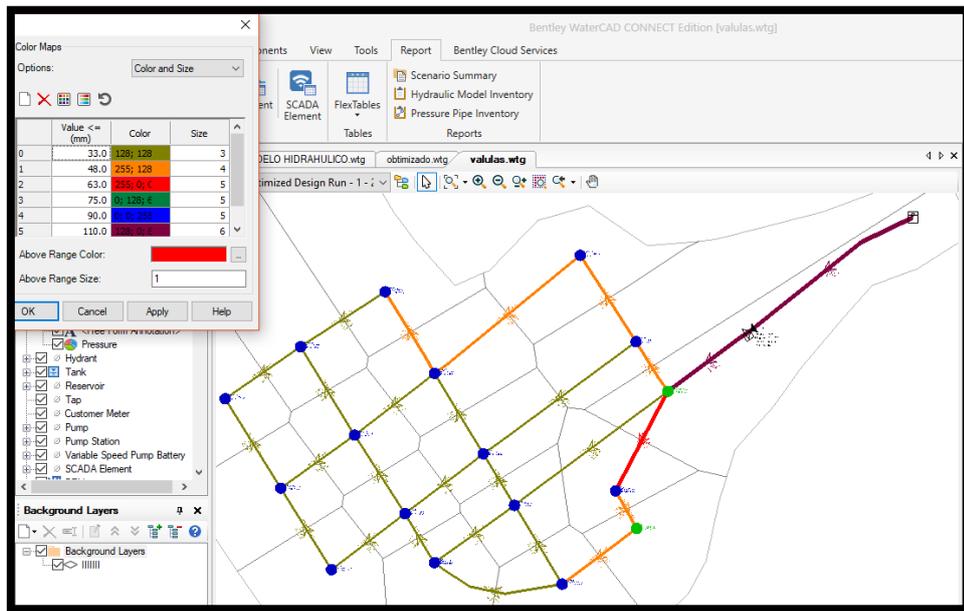
Fuente: Elaboración en Watercad.

Fig. 9, Vista de las presiones



Fuente: Elaboración en Watercad.

Fig. 10, Vista de los diámetros de tuberías clase 10



Fuente: Elaboración en Watercad.

- Se muestra reporte de los nodos, donde se observa que las presiones están dentro del rango de diseño que son:  $P_{min} = 10$  mca,  $P_{max} = 50$  mca.

Cuadro 10, Reporte de los nodos

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
31: (Point)-1 (Point)-1	3,401.20	0.24	3,419.14	18
41: (Point)-2 (Point)-2	3,398.10	0.12	3,418.91	21
42: (Point)-3 (Point)-3	3,398.70	0.10	3,418.64	20
43: (Point)-4 (Point)-4	3,393.50	0.16	3,418.16	25
44: (Point)-5 (Point)-5	3,394.20	0.19	3,417.26	23
45: (Point)-6 (Point)-6	3,385.80	0.12	3,417.61	32
46: (Point)-7 (Point)-7	3,390.40	0.20	3,418.31	28
47: (Point)-8 (Point)-8	3,384.40	0.11	3,417.19	33
48: (Point)-9 (Point)-9	3,391.30	0.10	3,416.70	25
32: (Point)-10 (Point)-10	3,391.40	0.11	3,416.16	25
33: (Point)-11 (Point)-11	3,378.20	0.25	3,415.87	38
34: (Point)-12 (Point)-12	3,377.70	0.10	3,416.20	38
35: (Point)-13 (Point)-13	3,377.40	0.10	3,416.75	39
36: (Point)-14 (Point)-14	3,393.30	0.11	3,417.68	24
37: (Point)-15 (Point)-15	3,368.70	0.39	3,416.39	48
38: (Point)-16 (Point)-16	3,370.40	0.44	3,415.74	45
39: (Point)-17 (Point)-17	3,379.30	0.55	3,415.46	36

Fuente: Elaboración en Watercad.

- Se muestra reporte de tuberías, donde se observa que las velocidades están

dentro del rango de diseño que es:  $V_{min} = 0.3$  m/seg,  $V_{max} = 3$  m/seg., también se puede apreciar los diámetros de tuberías teniendo tuberías de 110 mm en la línea de aducción

Cuadro 11, Reporte de tuberías

	.length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	azen-William C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
50: TUB REDE	36	(Point)-3	(Point)-2	48.0	PVC	150.0	-1.02	0.56	0.008
51: TUB REDE	47	(Point)-5	(Point)-9	33.0	PVC	150.0	0.48	0.56	0.012
52: TUB REDE	49	(Point)-7	(Point)-1	48.0	PVC	150.0	-1.57	0.87	0.017
53: TUB REDE	50	(Point)-8	(Point)-6	33.0	PVC	150.0	-0.40	0.47	0.008
54: TUB REDE	75	(Point)-11	(Point)-12	33.0	PVC	150.0	-0.28	0.33	0.004
55: TUB REDE	76	(Point)-17	(Point)-16	33.0	PVC	150.0	-0.26	0.30	0.004
56: TUB REDE	76	(Point)-6	(Point)-4	33.0	PVC	150.0	-0.37	0.43	0.007
57: TUB REDE	77	(Point)-10	(Point)-9	33.0	PVC	150.0	-0.37	0.43	0.007
58: TUB REDE	77	(Point)-3	(Point)-4	48.0	PVC	150.0	0.92	0.51	0.006
59: TUB REDE	77	(Point)-9	(Point)-12	33.0	PVC	150.0	0.35	0.41	0.006
60: TUB REDE	78	(Point)-13	(Point)-8	33.0	PVC	150.0	-0.33	0.38	0.006
61: TUB REDE	79	(Point)-15	(Point)-13	48.0	PVC	150.0	-0.77	0.43	0.005
62: TUB REDE	80	(Point)-11	(Point)-10	33.0	PVC	150.0	-0.26	0.30	0.004
63: TUB REDE	81	(Point)-5	(Point)-6	33.0	PVC	150.0	-0.28	0.33	0.004
64: TUB REDE	82	(Point)-9	(Point)-8	33.0	PVC	150.0	-0.33	0.39	0.006
65: TUB REDE	83	(Point)-16	(Point)-15	33.0	PVC	150.0	-0.38	0.45	0.008
66: TUB REDE	84	(Point)-12	(Point)-13	33.0	PVC	150.0	-0.35	0.41	0.007
67: TUB REDE	85	(Point)-14	(Point)-7	48.0	PVC	150.0	-1.00	0.56	0.007
68: TUB REDE	86	(Point)-16	(Point)-12	33.0	PVC	150.0	-0.31	0.37	0.005
69: TUB REDE	87	(Point)-17	(Point)-11	33.0	PVC	150.0	-0.29	0.34	0.005
70: TUB REDE	93	(Point)-2	(Point)-1	63.0	PVC	150.0	-1.14	0.36	0.002
71: TUB REDE	113	(Point)-5	(Point)-4	33.0	PVC	150.0	-0.39	0.46	0.008
72: TUB REDE	155	(Point)-13	(Point)-14	48.0	PVC	150.0	-0.90	0.50	0.006
73: TUB REDE	157	(Point)-8	(Point)-7	33.0	PVC	150.0	-0.37	0.43	0.007
74: TUB REDE	158	(Point)-1	(Point)-6	33.0	PVC	150.0	0.43	0.51	0.010
219: P-3	84	(Point)-1	PRV-3	110.0	PVC	150.0	-3.38	0.36	0.001
220: P-4	165	PRV-3	T-1	110.0	PVC	150.0	-3.38	0.36	0.001

Fuente: Elaboración en Watercad.

### 3. DISEÑO OPTIMO

La estimación con el software Watercad y utilizando la herramienta Darwin Designer en su reporte de resultados dio muchos errores o violaciones en las velocidades, ver Fig 20.

Cuadro 12, Reporte del Drawin Designer

Solutions							
	Design Event	Element	Minimum Velocity (m/s)	Maximum Velocity (m/s)	Simulated Velocity (m/s)		Violation (m/s)
5	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.25		0.05
6	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.24		0.06
7	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.52		0.00
8	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.27		0.03
9	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.24		0.06
10	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.17		0.13
11	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.17		0.13
12	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.29		0.01
13	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.21		0.09
14	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.34		0.00
15	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.18		0.12
16	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.17		0.13
17	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.19		0.11
18	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.34		0.00
19	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.25		0.05
20	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.19		0.11
21	CAL DIAM	TUB REDES (Polyline)-	0.30	3.00	0.29		0.01

Fuente: Elaboración en Watercad.

- Se optimizo costo manualmente con ayuda de la herramienta Hydraulic Model Inventory, esta herramienta nos brinda los metrados de los tipos de tuberías que se utilizó, luego de obtener estos datos lo que se hizo es multiplicar por el costo de un metro de tubería. En primer lugar, esto se utilizó para el modelo anteriormente mostrado.

Cuadro 12, Reporte del Drawin Designer

Pressure Pipe Inventory				
Pipes				
	Diameter (mm)	Length (PVC) (m)	Length (All Materials) (m)	Volume (ML)
33.0 (mm)	33.0	1,567	1,567	0.00
48.0 (mm)	48.0	481	481	0.00
63.0 (mm)	63.0	93	93	0.00
110.0 (mm)	110.0	249	249	0.00
All Diameters	All Diameters	2,392	2,392	0.00

Fuente: Elaboración en Watercad.

Cuadro 13, Costo del modelo de diámetro 110 mm de aducción

<b>Diametro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
110	249	8.75	2178.75
<b>TOTAL</b>	2390		5597.09

Fuente: Elaboración en Watercad.

Cuadro 14, Costo del modelo de diámetro 90 mm de aducción

<b>Diametro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
90	249	5.4	1344.6
<b>TOTAL</b>	2390		4762.94

Fuente: Elaboración en Watercad.

Cuadro 15, Costo del modelo de diámetro 75 mm de aducción

<b>Diametro (mm )</b>	<b>Longitud PVC (M)</b>	<b>COSTO. S/</b>	<b>SUB TOTAL</b>
33	1567	1.5	2350.5
48	481	1.64	788.84
63	93	3	279
75	249	3.65	908.85
<b>TOTAL</b>	2390		4327.19

Fuente: Elaboración en Watercad.

*Anexo 12 – Panel fotográfico*



Foto N° 01, Estado actual de la tubería de aducción



Foto N° 02, Estado actual de la tubería de aducción



Foto N° 03, Aforamiento de la captación existente



Foto N° 04, Levantamiento topográfico de la calle 28 de julio

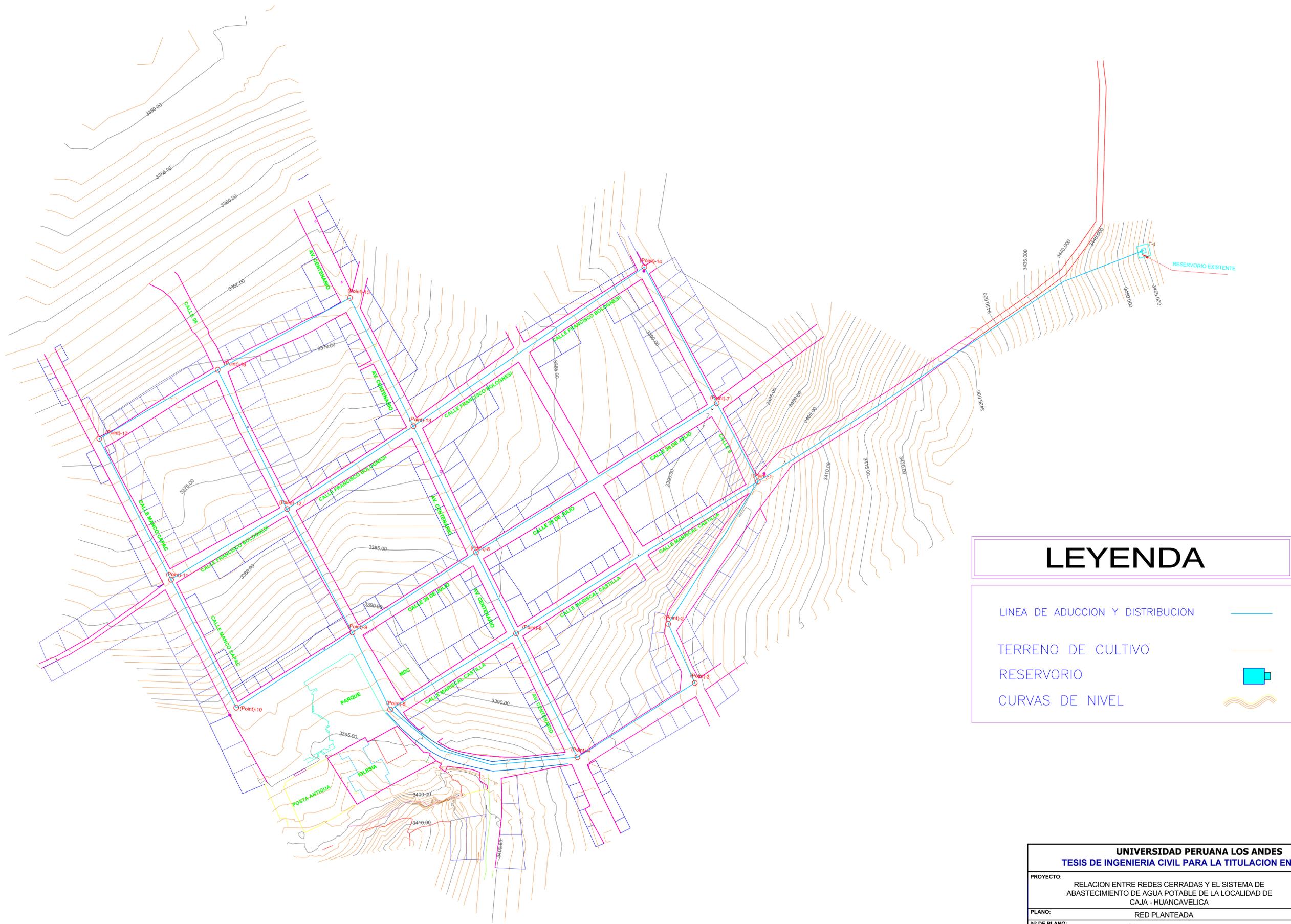


Foto N° 05, Levantamiento Topográfico de la calle manco Capac



Foto N° 06, Levantamiento topográfico de la calle cementerio

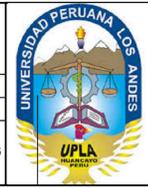
*Anexo 13 – Planos*

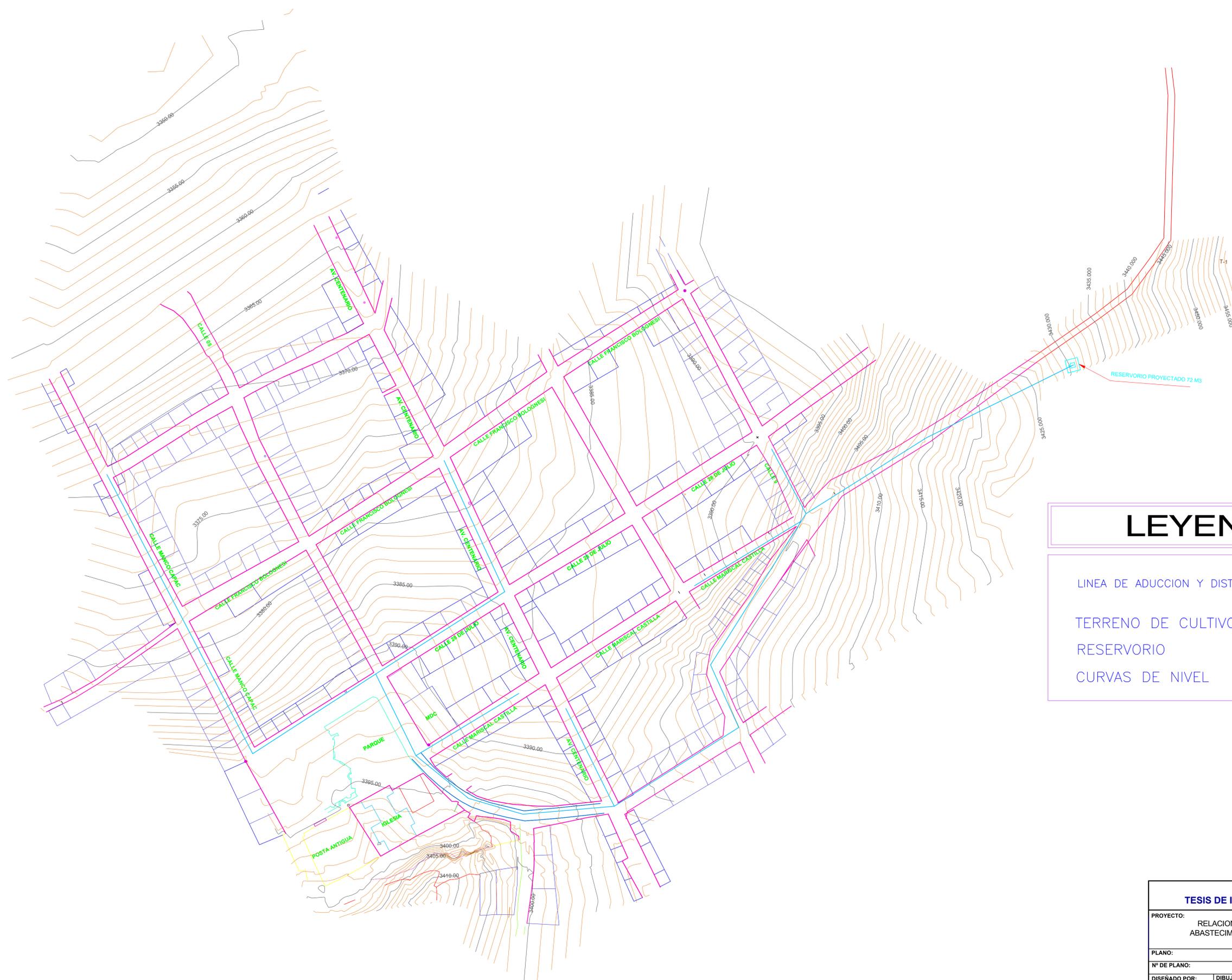


## LEYENDA

LINEA DE ADUCCION Y DISTRIBUCION	
TERRENO DE CULTIVO	
RESERVORIO	
CURVAS DE NIVEL	

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				
TESIS DE INGENIERIA CIVIL PARA LA TITULACION EN ING. CIVIL				
PROYECTO:	RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCAYELICA			
PLANO:	RED PLANTEADA			
Nº DE PLANO:	01			
DISEÑADO POR:	DIBUJADO POR:	ESCALA:	ASESORES:	FECHA:
Bach. DAVILA TITO, Emerson	Bach. DAVILA TITO, Emerson	1/1000	Mg. PACHAS HUAYTAN JORGE VLADIMIR Ing. NINAHUANCA ZAVALA YINA MILAGRO	AGOSTO-2016



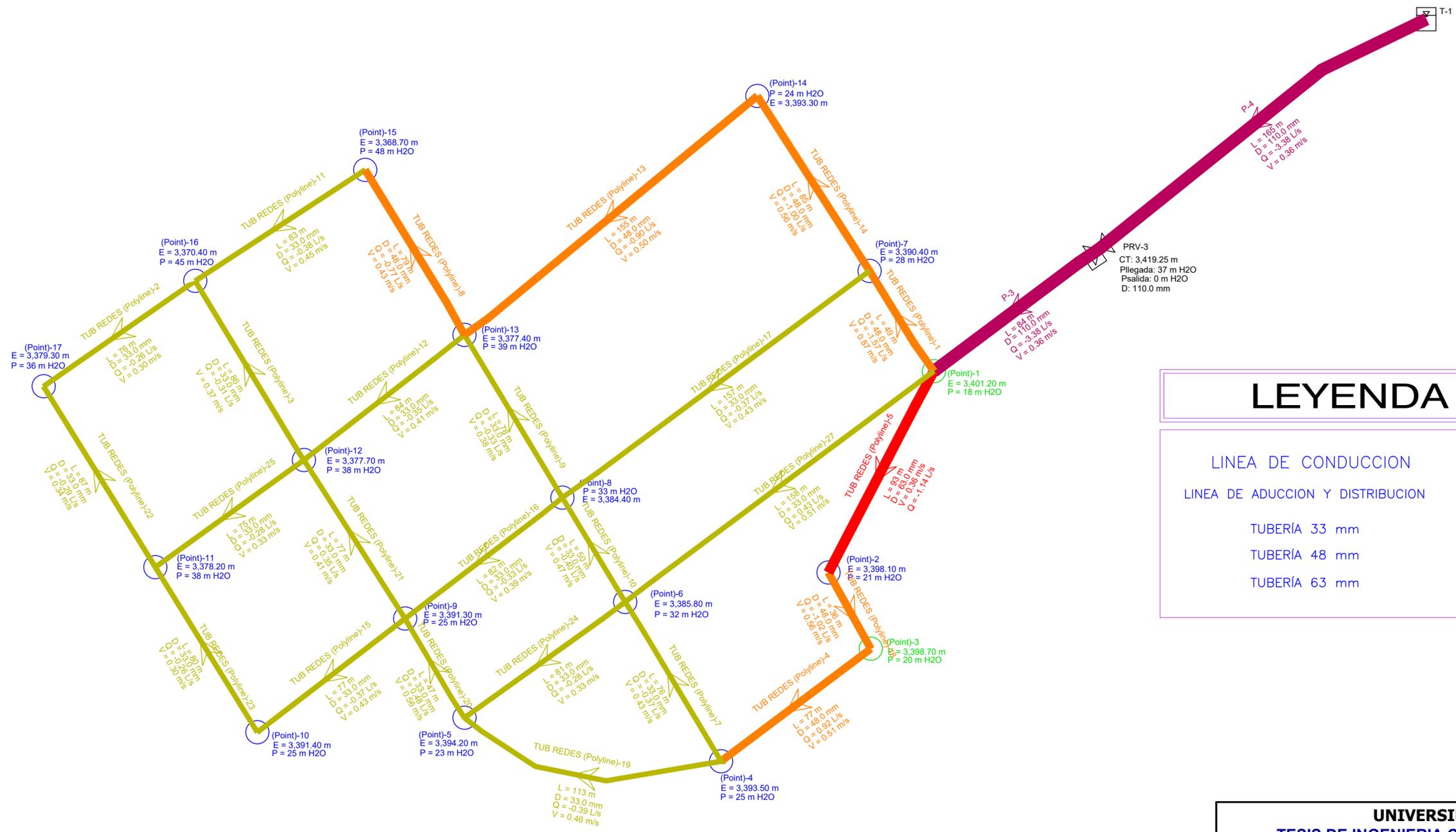


## LEYENDA

LINEA DE ADUCCION Y DISTRIBUCION	
TERRENO DE CULTIVO	
RESERVIORIO	
CURVAS DE NIVEL	

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					
TESIS DE INGENIERIA CIVIL PARA LA TITULACION EN ING. CIVIL					
PROYECTO:	RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCAMELICA				
PLANO:	RED EXISTENTE				
N° DE PLANO:	02				
DISEÑADO POR:	Bach. DAVILA TITO, Emerson	DIBUJADO POR:	Bach. DAVILA TITO, Emerson	FECHA:	AGOSTO-2016
ESCALA:	1/1000	ASESORES:	Mg. PACHAS HUAYTAN JORGE VLADIMIR Ing. NIÑAMUNJICA ZAVALA YINA MILAGRO		





## LEYENDA

LÍNEA DE CONDUCCION	
LÍNEA DE ADUCCION Y DISTRIBUCION	
TUBERÍA 33 mm	
TUBERÍA 48 mm	
TUBERÍA 63 mm	

### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES TESIS DE INGENIERIA CIVIL PARA LA TITULACION EN ING. CIVIL

<b>PROYECTO:</b> RELACION ENTRE REDES CERRADAS Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CAJA - HUANCVELICA				
<b>PLANO:</b> RED PLANTEADA, PRESIONES, VELOCIDADES				
<b>N° DE PLANO:</b> 03				
<b>DISEÑADO POR:</b> Bach. DAVILA TITO, Emerson	<b>DIBUJADO POR:</b> Bach. DAVILA TITO, Emerson	<b>ESCALA:</b> 1/1000	<b>ASESORES:</b> Mg. PACHAS HUAYTAN JORGE VLADIMIR Ing. NINAHUANCA ZAVALA YINA MILAGRO	<b>FECHA:</b> AGOSTO-2016

