



**FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y  
ALCANTARILLADO EN LA PARCIALIDAD DE  
CHILLCAPATA, DISTRITO DE CONIMA - MOHO –  
PUNO.”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
YURI ALEXANDER CCOPA FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**TACNA – PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por bendecirme y protegerme todos los días de mi vida.

A mis padres Lucio y Placida por su comprensión y amor que permitieron lograr mi objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis docentes y en especial a mi asesor Ing. Jorge Berrios Manzur, por su entera disposición e impartir conocimientos que sirvieron de base para mi formación profesional.

A mi señor Jesucristo quien me hizo que fuera más valiente en todas las situaciones que se presentaron.

## RESUMEN

Los servicios básicos de los que dispone la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho – Puno, no permiten que su condición de vida sea de calidad, debido a la falta de infraestructura en lo referente a los servicios básicos de agua potable.

El presente trabajo de investigación, surge de la necesidad de dar solución a los problemas existentes de agua potable y saneamiento, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales de nuestro ámbito regional, teniendo en cuenta las normas nacionales, construcción, evaluación y en especial la Resolución Ministerial N°173 aprobada el 19 de Julio del 2016-vivienda.

Por consiguiente se necesita diseñar el sistema de agua potable y saneamiento, con el propósito de satisfacer la demanda de agua para la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno, se considera que el tipo de sistema propuesto es por gravedad ya que cuentan con fuentes de agua suficientes en la parte alta de la zona de estudio, distribuyendo a 200 beneficiarios incluyendo la eliminación de excretas y aguas residuales con el emplazamiento de 200 biodigestores.

Al proponer el biodigestor como un sistema de tratamiento de aguas servidas lo que se quiere lograr con este trabajo es enseñar o dar a conocer otra forma más económica de cómo tratar las aguas servidas y que a su vez muchas instituciones puedan utilizarlo en un futuro en zonas donde lamentablemente no cuenten con servicios básicos.

Se utilizará el programa AutoCAD, Excel, Watercad v8i y otros para realizar el modelamiento de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

## **SUMMARY**

The basic services available to Chillcapata, District of Conima - Moho - Puno, do not allow their quality of life, due to lack of infrastructure in relation to basic drinking water services.

The present research work arises from the need to solve existing problems of drinking water and sanitation, proposing design criteria for similar water supply systems in rural areas of our regional scope, taking into account national standards, construction, Evaluation and transfer of rural water supply systems.

Therefore, it is necessary to design the drinking water and sanitation system, with the purpose of satisfying the water demand for the Partiality of Chillcapata, District of Conima - Moho - Puno, it is considered that the type of system proposed is by gravity since they count With sufficient water sources in the upper part of the study area, distributing to 200 beneficiaries including excreta and wastewater disposal with the location of 200 biodigesters.

When proposing the biodigestor as a wastewater treatment system, what is wanted to be achieved with this work is to teach or make known another more economical way of treating the wastewater and that in turn many institutions can use it in the future in areas Where they unfortunately do not have basic services.

The program AutoCAD, Excel, Watercad v8i and others will be used to model the water supply and sewage system.

## **SÍNTESIS**

El diseño de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho – Puno. Se respeta las normativas establecidas. Asimismo cuenta con todos los elementos para captar el agua del manantial, posteriormente conduce mediante tuberías de PVC hacia los reservorios donde este distribuye de una manera eficiente el agua hacia los beneficiarios y considerando a cada beneficiario un biodigestor para el alcantarillado. Con la construcción de este proyecto de tesis se mejorara la calidad de vida.

Para el cálculo de línea de conducción y redes de distribución se considera el programa watercad v8i logrando determinar los caudales, presiones, velocidades, perdidas de carga y otros, respetando con los rangos admisibles de la resolución ministerial N°173 del 2016-vivienda.

## ÍNDICE

<b>CARATULA .....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>v</b>
<b>SÍNTESIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>

### **CAPÍTULO I**

<b>PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	15
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.2.1 Delimitación Temporal.....	16
1.2.2 Delimitación Geográfica .....	16
1.2.3 Delimitación Social .....	18
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.3.1 Problema General: .....	18
1.3.2 Problemas Específicos: .....	18
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: .....	18
1.4.1 Objetivo General:.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos: .....	18
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1 Hipótesis General: .....	19
1.5.2 Hipótesis Secundarias:.....	19
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6.1 Variable Independiente.....	19
1.6.2 Variable Dependiente .....	19
1.6.3 Operación de Variables .....	19
1.7 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	20
1.7.1 Tipo de Investigación.....	20
1.7.2 Nivel de Investigación.....	21
1.7.3 Métodos de Investigación .....	21
1.7.4 Diseño de Investigación .....	21

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.8.1 Población.....	22
1.8.2 Muestra .....	22
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	24
1.9.1 Técnicas .....	24
1.9.2 Instrumentos.....	24
1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.10.1 Justificación.....	24
1.10.2 Importancia.....	25

## **CAPÍTULO II**

<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	26
2.2 Bases Teóricas: .....	28
2.2.1 Manantial.....	28
2.2.2 Aforo de la Fuente .....	28
2.2.3 Calidad del Agua .....	29
2.2.4 Abastecimiento de Agua.....	31
2.2.5 Sistema por Gravedad:.....	31
2.2.6 Demanda de Agua Potable .....	32
2.2.7 Demanda Máxima Diaria y Demanda Máxima Horaria.....	33
2.2.8 Demanda Máxima Horaria (Qmh).....	34
2.2.9 Volumen de Almacenamiento.....	35
2.2.10 Captación: .....	35
2.2.11 Red de Distribución: .....	36
2.2.12 Reservoirio: .....	36
2.2.13 Población y Periodo .....	37
2.2.14 Población Futura .....	37
2.2.15 Válvulas de Control: .....	39
2.2.16 Válvulas de Purga: .....	39
2.2.17 Diámetro de la Tubería.....	40
2.2.18 Volumen .....	40
2.2.19 Caudal.....	40
2.2.20 Presión .....	41
2.2.21 Aguas Servidas .....	41



2.2.22 Conexiones Domiciliarias: .....	41
2.2.23 Sistema de Disposición de Excretas .....	41
2.2.24 Biodigestor: .....	42
2.2.25 Software WaterCAD V8i: .....	44

### **CAPÍTULO III**

<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO .....	46
3.1.1 Técnicas Manuales:.....	46
3.1.2 Encuesta: .....	47
3.1.3 Estación Total.....	47
3.1.4 Wátercad V8i.....	48
3.1.5 Información Documental.....	49
3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES .....	50
3.3 PRUEBAS DE NORMALIDAD .....	57

### **CAPÍTULO IV**

<b>PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>61</b>
4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL .....	61
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO .....	61

### **CAPÍTULO V**

<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
5.1 CALCULO DE AFORO EN EPOCA DE ESTIAJE .....	62
5.1.1 Manante N° 01 Jiskahalsu Querilapi.....	62
5.1.2 Manante N° 02 Jachajalsu Parquihuyo.....	63
5.2 CALCULO DE AFORO EN ÉPOCA DE AVENIDA .....	63
5.2.1 Manante N° 01 Jiskahalsu.....	63
5.2.2 Manante N° 02 Jachajalsu.....	65
5.3 Tasa de Crecimiento Poblacional .....	65
5.3.1 Según INEI .....	65
5.3.2 Método Aritmético.....	66
5.4 DISEÑO DE LA CAPTACIÓN:.....	67
5.4.1 Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda.....	67

5.4.2	Calculo del Ancho de la Pantalla.....	68
5.5	DISEÑO DEL RESERVORIO .....	71
5.5.1	Diseño de Línea de Conducción .....	73
5.6	DISEÑO CON SOFTWARE WÁTERCAD V8I .....	74
5.6.1	Introducción a los Programas de Watercad.....	74
5.6.2	Aplicación del Software .....	74
5.6.3	Requerimientos del Software Watercad v8i e Introducción de Datos..	74
5.6.4	Prototipos de Tuberías .....	75
5.6.5	Parámetros Hidráulicos .....	76
5.6.6	Modelamiento del Proyecto .....	76
5.6.7	Restricciones de Diseño .....	78
5.6.8	Reportes del Watercad v8 i` .....	79
5.7	DISEÑO DE ALCANTARILLADO (BIODIGESTOR) .....	97
5.7.1	Población Considerada .....	97
5.7.2	Cálculos Hidráulicos .....	97
5.7.3	Dimensionamiento del Biodigestor .....	98
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>99</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>
	<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>138</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación .....	17
Figura 2. Imagen satelital del área de influencia .....	17
Figura 3. Imagen manantial chillcapata.....	28
Figura 4. Sistema por gravedad .....	32
Figura 5. Disposición de excretas (silos).....	42
Figura 6. Proceso de funcionamiento.....	43
Figura 7. Sistema de alcantarillado propuesto con su biodigestor .....	44
Figura 8. Diseño del sistema abastecimiento.....	45
Figura 9. Medición de caudal .....	46
Figura 10. Encuesta al beneficiario .....	47
Figura 11. Levantamiento topográfico.....	48
Figura 12. Simulación del software .....	49
Figura 13. Información documental.....	49
Figura 14. Cuadro estadístico 1 .....	50
Figura 15. Cuadro estadístico 2 .....	51
Figura 16. Cuadro estadístico 3 .....	52
Figura 17. Cuadro estadístico 4 .....	53
Figura 18. Cuadro estadístico 5 .....	54
Figura 19. Cuadro estadístico 6 .....	55
Figura 20. Cuadro estadístico 7 .....	56
Figura 21. Cuadro de la encuesta de la tabla 10.....	57
Figura 22. Cuadro de la encuesta de la tabla 11.....	57
Figura 23. Cuadro de la encuesta de la tabla 12.....	58
Figura 24. Cuadro de la encuesta de la tabla 13.....	58
Figura 25. Cuadro de la encuesta de la tabla 14.....	59
Figura 26. Cuadro de la encuesta de la tabla 15.....	59
Figura 27. Cuadro de la encuesta de la tabla 16.....	60
Figura 28. Cuadro de la encuesta de la tabla 17.....	60
Figura 29. Según INEI.....	65
Figura 30. Plano catastral de la Parcialidad de Chillcapata introducido al software Watercad .....	75
Figura 31. Prototipos de tuberías en el Proyecto .....	75
Figura 32. Opciones de Calculo en Watercad.....	76
Figura 33. Redes de agua proyectadas en la Parcialidad Chillcapata importadas desde el AutoCAD.....	77
Figura 34. Datos de Curvas de Nivel Importadas en las redes de Agua en WaterCad.....	77
Figura 35. Demandas Cargados en los nodos de las redes de distribución con el Método de tuberías .....	78
Figura 36. Restricciones de velocidades y presiones .....	78
Figura 37. Perfil del sistema 1 – Elevación simuladas en el Watercad v8i.....	83
Figura 38. Perfil del sistema 1 – Presión simuladas en el Watercad v8i .....	84

Figura 39. Perfil del sistema 1-Velocidad simuladas en el Watercad v8i .....	85
Figura 40. Perfil del sistema 1 - Diámetro interior simuladas en el Watercad v8i .....	86
Figura 41. Perfil del sistema 1 – Pérdidas en la Tubería en el Watercad v8i ...	87
Figura 42. Perfil del sistema 2 – Elevación simuladas en el Watercad v8i.....	92
Figura 43. Perfil del sistema 2- Presión simuladas en el Watercad v8i.....	93
Figura 44. Perfil del sistema 2-Velocidad simuladas en el Watercad v8i .....	94
Figura 45. Perfil del sistema 2- simuladas en el Watercad v8i.....	95
Figura 46. Perfil del sistema 2- simuladas en el Watercad v8i.....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operaciones de variables.....	20
Tabla 2 Valores de Z y nivel de confianza .....	23
Tabla 3. Época de avenida .....	29
Tabla 4. Época de estiaje.....	29
Tabla 5. Demanda máxima diario (Qmd) .....	34
Tabla 6. Demanda máxima horaria (Qmh).....	35
Tabla 7. Coordenadas-UTM de Reservorio .....	36
Tabla 8. Resumen de la población futura.....	38
Tabla 9. Dotación de agua según tipo de unidad básica de saneamiento .....	39
Tabla 10 Resultados de la pregunta N° 1 .....	50
Tabla 11 Resultados de la pregunta N° 2 .....	51
Tabla 12 Resultados de la pregunta N° 3 .....	52
Tabla 13 Resultados de la pregunta N° 4 .....	53
Tabla 14 Resultados de la pregunta N° 5 .....	54
Tabla 15 Resultados de la pregunta N°6 .....	55
Tabla 16 Resultados de la pregunta N°6 .....	56
Tabla 17 Orificio 01 .....	62
Tabla 18 Orificio 02 .....	62
Tabla 19 Orificio 03.....	63
Tabla 20 Orificio 01a .....	63
Tabla 21 Orificio 01 .....	64
Tabla 22 Orificio 02 .....	64
Tabla 23 Orificio 03.....	64
Tabla 24 Orificio 1a .....	65
Tabla 25 Calculo de tasa de crecimiento Población.....	66
Tabla 26 Tomamos un periodo de 20 años.....	71
Tabla 27 Dotación de servicio de acuerdo al Sistema de disposición de excretas .....	72
Tabla 28 Sistema 01 y Sistema 02.....	72
Tabla 29. Cálculos para redes de agua potable Chilcapata línea de conducción sistema 01.....	73
Tabla 30. Cálculos para redes de agua potable Chilcapata línea de conducción sistema 02.....	73
Tabla 31. Reporte del Wátercad v8i en el Sistema 1- Tuberías.....	79
Tabla 32. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 1- Nodos.....	81
Tabla 33. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 2- tuberías .....	88
Tabla 34. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 2- nodos .....	90
Tabla 35. Cuadro de capacidad del biodigestor de 600 litros .....	98

## INTRODUCCIÓN

El Capítulo I, Presenta la descripción de la realidad problemática, problemas de investigación, objetivos, hipótesis, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como la justificación e importancia del trabajo de investigación.

El Capítulo II. Se describen los antecedentes de la investigación, el marco teórico y la definición de conceptos básicos, considerando los fundamentos acerca del diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado considerando biodigestores.

El Capítulo III. Se plantea la presentación de resultados, confiabilidad y validación del instrumento, análisis cuantitativo de las variables y pruebas de normalidad.

El Capítulo IV. Se plantea la prueba de hipótesis general y prueba de hipótesis específicas.

El Capítulo V. Presenta la discusión de resultados del diseño del diseño de abastecimientos de agua y alcantarillado.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El ser humano posee necesidades básicas que deben ser satisfechas para poder subsistir y cumplir sus tareas diarias. El cuerpo humano está compuesto de 70% de agua, por lo que este líquido se convierte en el más importante de los recursos para la vida existente en el planeta.

El problema puntual del cual suscita esta investigación es la gran deficiencia que existe al momento de dar servicio de agua a la población y la falta de agua debido al crecimiento poblacional, la cual convierte en un problema de social en la Parcialidad de Chillcapata y genera malestar en la población.

Los habitantes de la Provincia de Moho, en el ámbito rural, el 50% y el 31% en el ámbito urbano no poseen servicio de agua potable, donde se consume agua no potabilizada. Asimismo, en cuanto a la disposición de excretas, en el ámbito urbano, el 43% y el 60% en el ámbito rural no tienen dicha disposición, y mientras tanto, la disposición de residuos es nula, ya que no existe la gestión de residuos sólidos. La misma que tiene un incremento en la incidencia de contraer enfermedades gastrointestinales y dérmicas.

Para el acarreo de agua la población de Chillcapata realiza alrededor de 3 a 4 viajes por familia recogiendo desde el manantial utilizando recipientes inadecuados para transportar y depositar agua en baldes, latas,

cilindros deteriorados, mohosos y sucios, donde el agua se contamina fácilmente, además del contacto con las manos no lavadas. Actualmente el agua es consumida sin ningún tipo de tratamiento sanitario y los niños son los más perjudicados, tanto en la calidad sanitaria del agua como también en el tiempo que dedican a la actividad de transporte de la misma, dejando de lado sus labores escolares.

A razón de este problema y la posible solución surge realizar un diseño de agua y alcantarillado por tener letrinas sanitaria (silos) en mal estado y clausuradas, construida por el Ministerio de Salud en el año 1995, es decir que dichas infraestructuras tienen una antigüedad superior a los 20 años, ya que se encuentran en abandono.

## **1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Delimitación Temporal**

La investigación se llevó a cabo de julio del 2015 hasta el mes de agosto del 2016. Tiempo que permitirá planificar la investigación. Desarrollo de cálculos y finalmente sustentación de la investigación.

### **1.2.2 Delimitación Geográfica**

Esta Investigación está comprendida en:

#### **a) Ubicación política:**

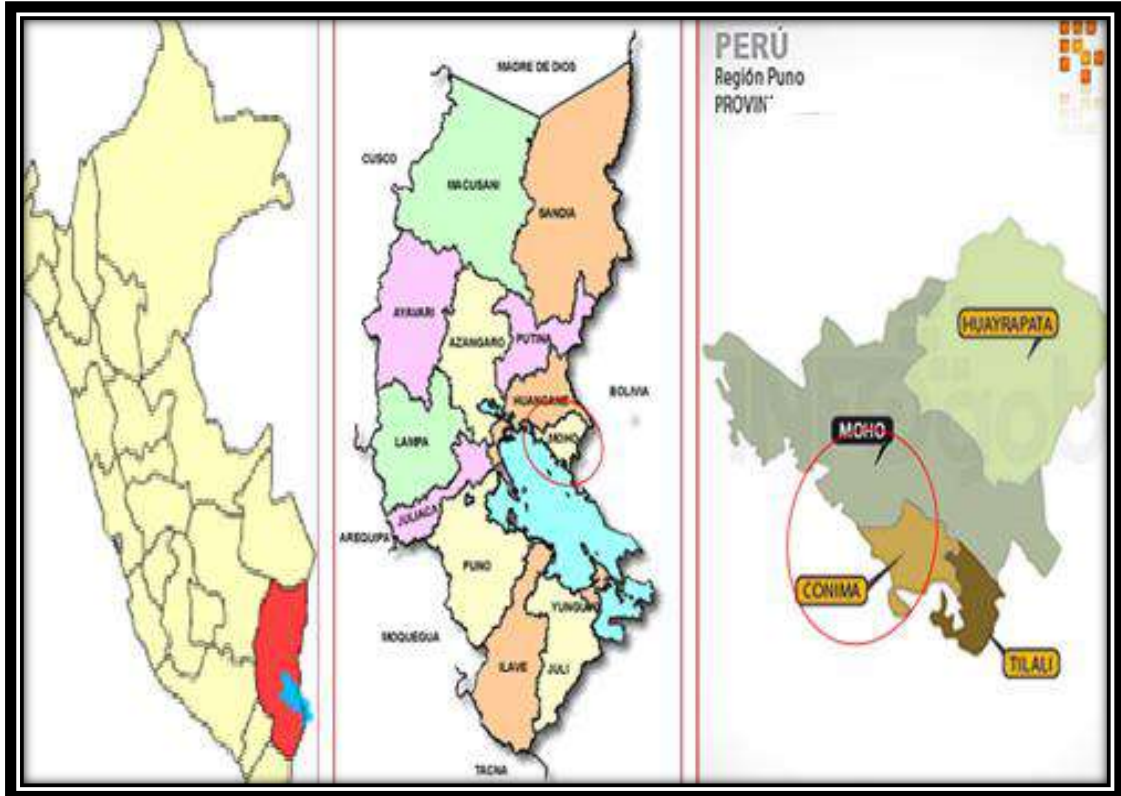
Departamento	: Puno
Provincia	: Moho
Distrito	: Conima
Parcialidad	: Chillcapata

#### **b) Ubicación geográfica:**

Región Geográfica	: Sierra
Zona	: Rural
Piso Ecológico	: Suni
Altitud	: 3954 m.s.n.m

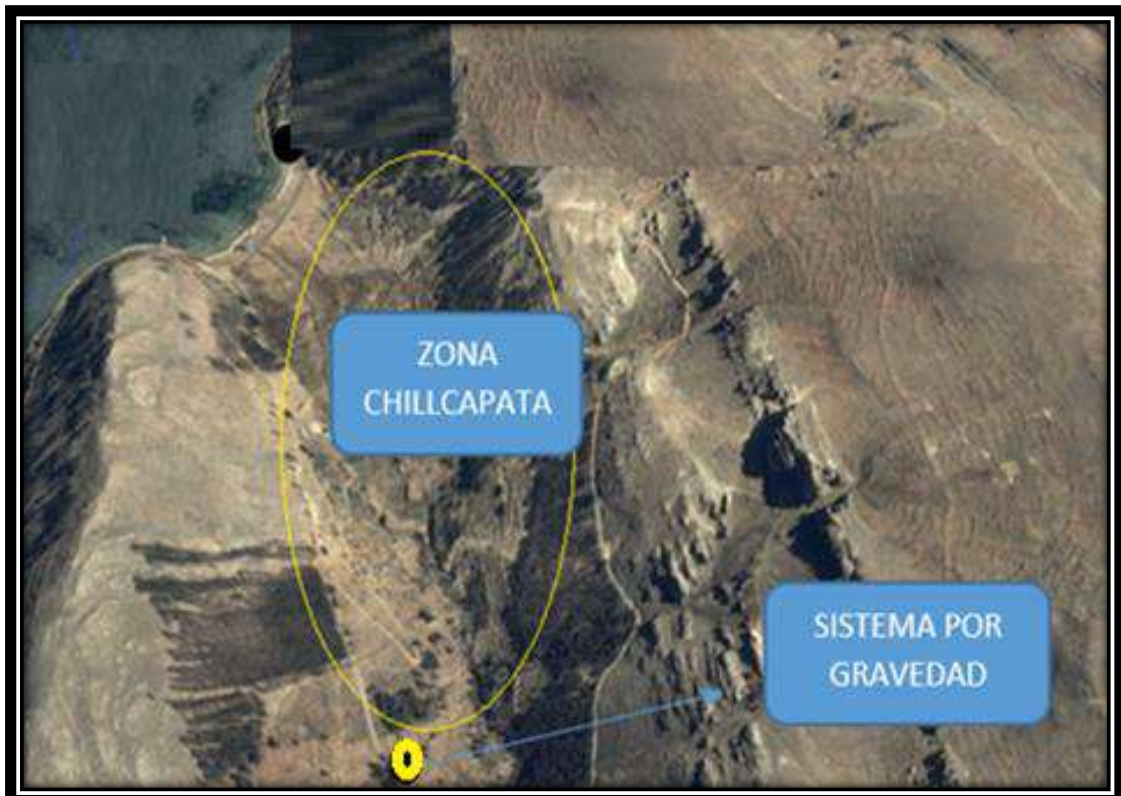


Figura 1. Mapa de ubicación



Fuente: <https://www.google.com.pe>

Figura 2. Imagen satelital del área de influencia



Fuente: <https://google-earth.softonic.com>

### **1.2.3 Delimitación Social**

Esta investigación comprende e influye de forma directa a la población de la Parcialidad de Chillcapata.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Problema General:**

¿Es posible realizar el diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno. Y no generar daños en el mismo?.

### **1.3.2 Problemas Específicos:**

- a) ¿Será posible la determinación de Investigar la calidad del agua a efecto que ésta sea apta para el consumo humano?.
- b) ¿Será posible determinar el caudal, diámetro y la velocidad del abastecimiento de agua a los beneficiarios?.
- c) ¿Será posible la adecuada disposición de excretas?.

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Realizar el diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- a) Investigar la calidad del agua a efecto que ésta sea apta para el consumo humano.
- b) Determinar el caudal, diámetro y la velocidad del abastecimiento de agua a los beneficiarios.
- c) Determinar la adecuada disposición de excretas mediante biodigestores.

## **1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis General:**

El diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno, Permitió no generar daños en el mismo.

### **1.5.2 Hipótesis Secundarias:**

- a) La investigación de la calidad del agua a efecto que ésta sea apta para el consumo humano donde permitió resolver con el diseño.
- b) La determinación de la velocidad del caudal según su diámetro permite llevar agua a los beneficiarios.
- c) La determinación de la adecuada disposición de excretas, permitió resolver los problemas relativos con el diseño.

## **1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Variable Independiente**

- Diseño de abastecimiento de agua

### **1.6.2 Variable Dependiente**

- Alcantarillado

### **1.6.3 Operación de Variables**

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir que estas variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, ítems; mientras si son concretas solamente en indicadores, índices. De acuerdo al uso que se da a las variables, se clasifican en variables dependientes y en variables independientes.

**Tabla 1. Operaciones de variables**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	➤ captación	• Calidad de agua
		• Caudal
	➤ Reservorio	• Capacidad de almacenamiento
		• Caudal
	➤ Distribución de tuberías	• Caudal
		• Diámetro
		• Velocidad
<b>ALCANTARILLADO</b>	Biodigestores	• Presión
		• Volumen
		• Caudal de aguas servidas

Fuente: Propia del autor

## 1.7 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

### 1.7.1 Tipo de Investigación

De acuerdo con la situación a estudiar, se incorpora el tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, experimental y aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

El tipo de investigación es descriptiva ya que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del objeto a estudiar, cálculo del caudal de diseño para la demanda de agua para consumo humano.

Elaboración de planos para determinar el sentido del flujo por gravedad, determinación de parámetros hidráulicos para el diseño, toma de muestra de agua.

### **1.7.2 Nivel de Investigación**

El nivel de investigación se inicia con un estudio descriptivo porque obtiene información del proceso del diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado.

El trabajo de investigación finalizaría con el estudio explicativo para responder a las causas

### **1.7.3 Métodos de Investigación**

Para el desarrollo de ese trabajo de investigación se ha utilizado el método científico se define como la serie de pasos que conducen a la búsqueda de conocimientos mediante la aplicación de:

#### **A. Descriptivas:**

Ya que se pretende la elaboración de un análisis sistemático de las variables hidráulicas directamente observadas en sitio, acompañado de un proceso de documentación.

#### **B. Explicativas:**

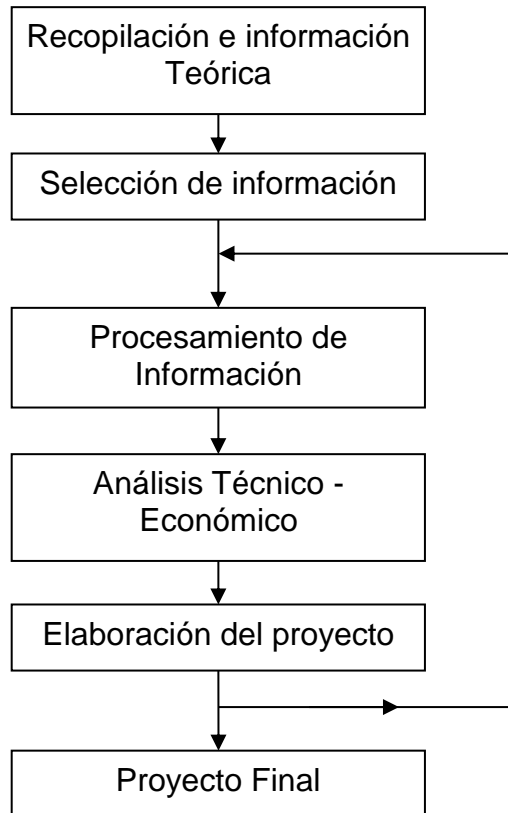
Son aquellos trabajos donde muestra preocupación, se centra en determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos, donde el objetivo es conocer por que suceden ciertos hechos atrás ves de la delimitación de las relaciones causales existentes.

### **1.7.4 Diseño de Investigación**

El diseño del presente estudio de investigación es descriptivo porque describen los hechos como son observados y estudios explicativos este tipo de estudio busca el porqué de los hechos:

El método para realizar se utilizó:

- Observación.
- Análisis
- Hipotético
- Deductivo.



## 1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.8.1 Población

La población beneficiaria consta de 200 familias, la carga familiar que posee cada hogar en promedio es 4 integrantes por familia, obteniéndose una población de 800 habitantes en la parcialidad de Chillcapata. Apreciándose que el crecimiento poblacional es infinito debido a la migración de los jóvenes que culminan su periodo escolar para luego seguir estudios superiores en las capitales de provincia o de la región. En el presente investigación.

### 1.8.2 Muestra

La muestra será mediante encuestas realizadas a la población de la parcialidad de Chillcapata.

Al existir una considerable cantidad de habitantes es necesario sacar una muestra para poder desarrollar la investigación. En relación de que la población es demasiado extensa, es necesario sacar una muestra de la misma para la realización de la investigación.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * E^2 + Z^2 * p * q}$$

**Tabla 2 Valores de Z y nivel de confianza**

<b>VALOR DE Z</b>	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%

**Fuente:** Propia del autor

**E** = Es el error muestral deseado (0.06)

**p** = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura.

**q** = proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

**n** =Tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

**N** =población (800)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 800}{800 * 0.06^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 200.06$$

## **1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1 Técnicas**

Se hizo uso de la entrevista libre, observación, los cuestionarios (con preguntas de elección forzada, de respuestas abiertas) estudios realizados y publicaciones por Internet.

### **1.9.2 Instrumentos**

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.

- Encuestas.
- Fichas bibliográficas.
- Software Watercad V8i.
- Recipiente de 1 Galón.
- Cronómetro
- Estación total

## **1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1 Justificación**

#### **a) Justificación académica:**

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para realizar el diseño del Sistema de Agua y Alcantarillado.

#### **b) Justificación Técnica:**

El presente proyecto está orientado al diseño de las de Captaciones, Reservorios, Línea de Conducción, red de distribución y Sistema de Alcantarillado; donde se utilizarán tecnología concordante con el RNE. Asimismo se utilizara libros acerca de abastecimiento de agua potable.



### **c) Justificación social:**

El proyecto se justifica socialmente porque surge de la necesidad de dar solución a los problemas de abastecimiento de agua y saneamiento, debido al crecimiento de la población, donde actualmente presentan enfermedades gastrointestinales provocadas por la falta de agua para el consumo humano. Donde proporcionará una alternativa de solución del Sistema Agua y Alcantarillado., se debe tener en cuenta que de no realizarse este proyecto provocara retraso tanto en el aspecto económico y social de los habitantes de esta Parcialidad. Con la realización de este proyecto se lograría beneficiar a los habitantes de esta Parcialidad con lo cual mejorarían su calidad de vida.

#### **1.10.2 Importancia**

La investigación es importante porque el territorio peruano en su totalidad se encuentra constantemente expuesto a diversos fenómenos y amenazas naturales, lo que representa un constante peligro para sus habitantes. Por lo tanto, merecen especial interés los sectores que brindan servicios básicos como la provisión de agua para consumo humano y saneamiento básico, que reviste una importancia vital para mejorar el nivel de vida de la población.

Es dar más horas de servicio de agua asimismo la utilización de letrinas con sus biodigestores a la población. Los cálculos hidráulicos en el abastecimiento de agua nos ayudaran abastecer el caudal de diseño para la demanda actual y futura.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

Según (Alvarado, 2013) en su tesis de pregrado denominado: “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, Cantón Gonzanamá, departamento de Loja-Ecuador.”, reporto que de las encuestas socio-económicas aplicadas se determinó: de la población mayor de 6 años, el 4% son analfabetos, y quienes saben leer y escribir representa el 96%, la principal actividad económica es la ganadería 74% de la población y los ingresos promedio familiar fluctúan de 50 dólares mes. Para tratar la potabilización del agua del barrio San Vicente, se diseñó la planta de tratamiento; que consta de: dos filtros lentos, unidad de cloración. Cabe destacar que de acuerdo a la normativa Ecuatoriana se debería diseñar un filtro lento descendente según la población que tenemos pero se han colocado dos unidades por cuestiones de mantenimiento, Las conexiones domiciliarias y sistemas de medición se colocarán en toda la comunidad y se deberá considerar una toma domiciliaria por cada predio con una tubería de 20 mm de diámetro (1/2”).

Según (Mata, 2014) en su tesis pregrado titulado: “Comparativa técnica, operativa y financiera entre un sistema de velocidad variable y un tanque elevado en el abastecimiento de agua potable, Distrito de Fereday-Mexico” presenta que Las razones expuestas en esta investigación no buscan desacreditar o enaltecer alguno de los métodos utilizados comúnmente en el abastecimiento de agua, tal como se menciona con

anterioridad. El espíritu de este trabajo fue realizar un análisis objetivo que oriente y ayude a todo aquel que realice una comparativa entre los métodos de abastecimiento comúnmente utilizado y así poder elegir el más eficaz. Después de haber realizado la comparativa, resulta muy fácil concluir que el sistema de velocidad variable es mucho más eficiente tanto operativa como económicamente cuando se compare contra un tanque elevado. Por tanto se autorizó y se encuentra en proceso de construcción el sistema de velocidad variable como sistema de bombeo secundario para resolver el abastecimiento de agua potable en el desarrollo en cuestión. Y se puede asegurar que en la mayoría de los casos que se haga una comparativa similar, el sistema de velocidad variable presentará mayores ventajas.

Según (Concha & Guillen, 2014), en su tesis de pregrado denominado: “Mejoramiento del sistema de abastecimiento del sistema de agua potable en el distrito de pueblo Nuevo, departamento de Ica-Perú” sostiene que, el cálculo del caudal del diseño se encuentra en 52,65 Lt/seg. Asimismo, en el estudio se empleó métodos geofísicos que permitieron entender la permeabilidad de la roca madre dando como resultado que el basamento rocoso se encuentra a partir de los 100 mts. Por otro lado la prueba de acuífero da entender que la zona cuenta con un buen acuífero para la explotación de aguas subterráneas, garantizando la cantidad constante de agua. Permite mejorar la salud al dotar de agua apta para el consumo humano y favorecer la higiene disminuyendo la tasa de mortalidad en estos países ya que la segunda causa de mortalidad en Ica son las infecciones intestinales provocadas por consumir agua contaminada.

Según (Flores F. , 2014) . En su artículo de revista denominado: “Análisis del Problema del Agua Potable Y Saneamiento, departamento de Puno-Peru” sostiene que el vertimiento de aguas residuales a los cuerpos receptores viene afectando la calidad del agua donde sigue siendo una gran amenaza para la salud humana ambiente afectando el medio. Asimismo No existen plantas de tratamiento con tecnologías adecuadas que permitan cumplir con las normas y falta de sinceramiento en las tarifas para garantizar su sostenibilidad y funcionamiento.

## 2.2 Bases Teóricas:

### 2.2.1 Manantial

(Lossio, 2012), Un manantial, es un flujo natural de agua que surge del interior de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra, de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable.

Es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas se encuentra ubicada en la zona denominada Jiskahalsu Querilapi. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable. Asimismo en la investigación de tesis se considera dos manantiales de tal manera que se podrá captar el agua mediante 2 captaciones.

**Figura 3. Imagen manantial chillcapata**



**Fuente: Propia del autor**

### 2.2.2 Aforo de la Fuente

(Saphores, 1997), Es la operación para medir un caudal, es decir, el volumen de agua por unidad de tiempo y éste se mide en l/s. Se utilizó el método volumétrico que consiste en encauzar el agua generando una corriente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro, Luego se toma el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen

conocido, Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (l/s). Este método se utilizó para el aforo del manantial Panca como se muestra en las tablas del Nro. 18 al y 25, se realizó en la época de estiaje, para asegurar el caudal mínimo de la fuente y cumplir la demanda de agua de la población. Se ha realizado los respectivos aforos y toma de muestra In Situ, dando los siguientes resultados:

**Tabla 3. Época de avenida**

Nro.	MANANTE	AFLORAMIENTO	TIPO	MÉTODO	CAUDAL Lit/Seg
1	JISKAHALSU QUERIAPI	Concentrado	Ladera	Volumétrico	1.302
2	JACHAJALSU PARQUIHUYO	Concentrado	ladera	Volumétrico	0.604

Fuente: Propia Del Autor

**Tabla 4. Época de estiaje**

Nro.	MANANTE	AFLORAMIENTO	TIPO	METODO	CAUDAL Lit/Seg
1	JISKAHALSU QUERIAPI	Concentrado	Ladera	Volumétrico	0.960
2	JACHAJALSU PARQUIHUYO	Concentrado	ladera	Volumétrico	0.494

Fuente: Propia del autor

### 2.2.3 Calidad del Agua

(Batrez, 2010), Es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. Los parámetros más comúnmente utilizados para establecer la calidad de las aguas son los siguientes: oxígeno disuelto, pH, sólidos en suspensión, DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), fósforo, nitratos, nitritos, amonio, amoniaco, compuestos fenólicos, hidrocarburos derivados del petróleo, cloro residual, cinc total y cobre soluble.

Por consiguiente se considera que el agua es apta para el consumo de los beneficiarios de la Parcialidad de Chillcapata. El consumo de agua será mayor en la medida en que las personas tengan la seguridad de una buena calidad de agua.

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable en la parcialidad de Chillcapata:

- a) Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- b) No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- c) Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco color, etc.).
- d) No salina.
- e) Que no contenga compuestos que acusen sabor y olor desagradables.
- f) Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua y que no manche la ropa lavada con ella.

#### **2.2.3.1 Toma de Muestra para el Análisis Físico y Químico:**

- a) Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños, en un radio mayor al afloramiento.
- b) Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.
- c) Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.
- d) Dejar transcurrido un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de muestra.
- e) Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.

#### **2.2.3.2 Toma de muestra para el análisis bacteriológico:**

- a) Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- b) Si el agua de la muestra contiene cloro, solicitar un frasco para este propósito.

- c) Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- d) Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) De aire.
- e) Tapar y colocar el capuchón de papel.
- f) Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos.

#### **2.2.4 Abastecimiento de Agua**

(Martinez, 2011), Los sistemas de abastecimiento de agua potable son un elemento vital en la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo, debido a que la escasez o falta de ésta puede provocar problemas de salubridad en una comunidad, problemas de desarrollo industrial e incluso afectar la apariencia estética de la localidad.

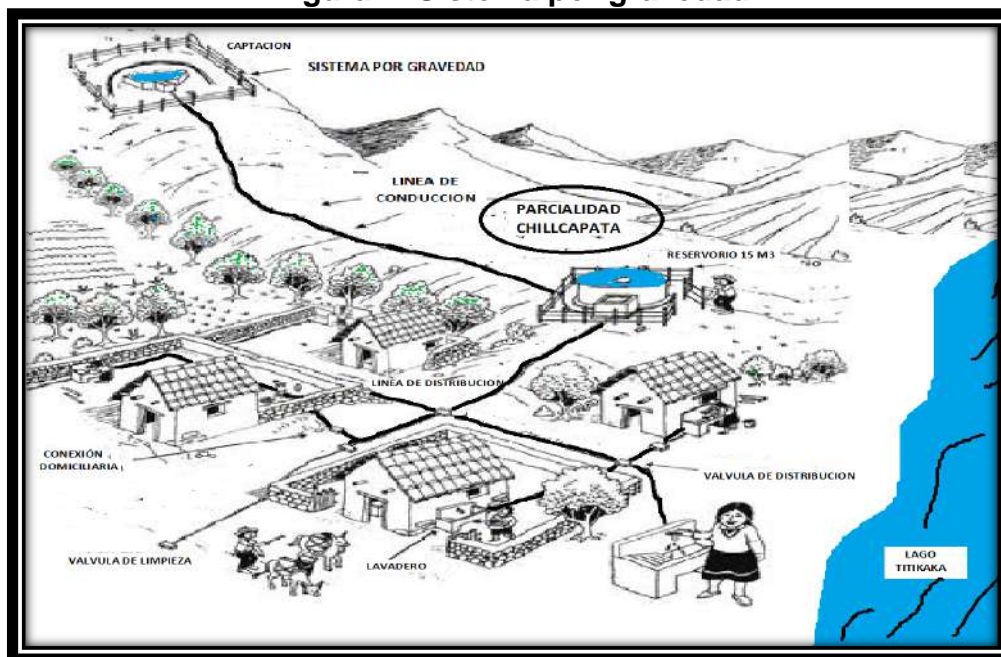
La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de la población de Chillcapata, mediante tuberías de PVC.

#### **2.2.5 Sistema por Gravedad:**

(Aguero, 1993), El tipo de sistema propuesto es por Gravedad debido a que cuentan con fuentes de agua en la parte alta de chillcapata. De tal manera se realiza hacer un diseño de abastecimiento agua, para poder distribuir a cada beneficiario de la Parcialidad.

El sistema de distribución de agua potable se lo va a realizar a gravedad ya que la topografía del sector nos da para el mismo, por lo cual desde la captación llega a un tanque reservorio desde donde vamos a comenzar con la distribución. Con la construcción de este proyecto de tesis se mejorara la calidad de vida de los habitantes de la Parcialidad de Chillcapata, este sistema al ser eficiente y altamente funcional ayudara en la economía de los habitantes de este sector. En estos sistemas el agua cae por acción de la fuerza de la gravedad desde la fuente ubicada Jiskahalsu Querilapi de la población a beneficiar.

**Figura 4. Sistema por gravedad**



**Fuente: Propia del autor**

## **2.2.6 Demanda de Agua Potable**

### **2.2.6.1 Factores Incidentes del Consumo**

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: factores económicos, sociales, climáticos y tamaño de localidad. El consumo de agua también varía en función del clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varía en relación directa al tamaño de la localidad.

### **2.2.6.2 Número de Conexiones de Usuarios Domésticos.**

El número total de conexiones domésticas resulta de dividir la población servida proyectada, año a año, entre el número de miembros por vivienda (densidad por vivienda).

$$\text{Número de Conexiones} = \frac{\text{Pob. serv. Proyectado año } n}{\text{Densidad por vivienda}}$$



### 2.2.7 Demanda Máxima Diaria y Demanda Máxima Horaria.

(Cualla, 1998), El volumen de producción obtenido (m<sup>3</sup>/día) se expresa como demanda promedio por segundo o caudal. Con el Q promedio se obtienen las demandas máxima diaria y horaria, necesarias para el dimensionamiento de las obras. Estas se definen como:

#### a) Caudal requerido

El caudal requerido o también llamado caudal promedio, considerando datos muy indispensables como la población futura y dotación, como se muestra en la tabla 27 y 28, está dado por la siguiente formula:

$$Q_p = \frac{P_f \times D_{ot}}{86400} \text{ l/s}$$

#### SISTEMA 01

$$Q_p = \frac{342 * 80}{86400} \left(\frac{l}{s}\right)$$

$$Q_p = 0.317 \text{ l/s}$$

#### SISTEMA 02

$$Q_p = \frac{710 * 80}{86400} \left(\frac{l}{s}\right)$$

$$Q_p = 0.657 \text{ l/s}$$

#### b) Demanda máxima diaria (Qmd).

La demanda de agua tiene un comportamiento estacional, pues se incrementa en épocas calurosas y se reduce en estaciones frías. El abastecimiento de agua potable debe prepararse para satisfacer la

demanda aún en los días de mayor calor del año. El caudal requerido en el día de máximo consumo se denomina Demanda máxima diaria (Qmd), y se obtiene al multiplicar el Q promedio por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo a lo recomendado por la parcialidad es de 1.3, y se obtiene según la siguiente expresión:

$$Qmd. = K1 * Qp \left( \frac{\text{Lit}}{\text{Seg}} \right).$$

Qmd.= Consumo máximo diario.

Qp. = Consumo promedio Anual

K1 = 1.3. Factor día máximo

El Qmd se utiliza como dato principal para el dimensionamiento de componentes que se ubican antes de los reservorios como captación, producción y conducción a las plantas de Tratamiento y/o reservorios.

**Tabla 5. Demanda máxima diario (Qmd)**

DESCRIPCIÓN	Lit/seg
Demanda Máxima Diaria sistema 01	0.412
Demanda Máxima Diaria Sistema 02	0.855

**Fuente: Propia Del Autor**

### 2.2.8 Demanda Máxima Horaria (Qmh).

(Hernandez, 2013), La demanda también es variable en el día, por ello se adopta un segundo factor de corrección. La variación es absorbida por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Estas últimas se diseñan para atender la demanda máxima horaria (Qmh), la cual se determina multiplicando por el coeficiente máximo horario de 2.0 de la siguiente forma:

$$Qmh = K2 * Qp \left( \frac{\text{lit.}}{\text{Seg.}} \right)$$

**Tabla 6. Demanda máxima horaria (Qmh)**

DESCRIPCIÓN	Lit/seg
Demanda Máxima Diaria sistema 01	0.633
Demanda Máxima Diaria Sistema 02	1.315

**Fuente: Propia del autor**

### **2.2.9 Volumen de Almacenamiento.**

(Rodriguez p. , 1992), En zonas rurales la capacidad de regulación es del 15% al 20% de la demanda de producción promedio diaria, siempre que el suministro sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda promedio diaria.

En este caso consideramos 25% para la capacidad de regulación de acuerdo la Resolución Ministerial-vivienda N°173-2016 Cap. V ítem 7. Como indica en la pág. 120 de los anexos

$$V = \frac{0.25 * Dot * Pf}{1000} \text{ (m}^3\text{)}$$

#### **Sistema 01**

Volumen de almacenamiento = **7 m<sup>3</sup>**,

#### **Sistema 02**

Volumen de almacenamiento = **15 m<sup>3</sup>**,

### **2.2.10 Captación:**

(Leon, 2014), Un sistema de captación de agua de lluvia es cualquier tipo de ingenio para la recolección y el almacenamiento de agua de lluvia, y cuya viabilidad técnica y económica depende de la pluviosidad de la zona de captación y del uso que se le dé al agua recogida.

Por lo tanto se considera 2 captaciones en la parte alta de chillcapata, posteriormente conducir mediante tuberías hacia los reservorios. Para el dimensionamiento de la captación se ha determinado el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto.

### 2.2.11 Red de Distribución:

(Lossio, 2012), Se le llama sistema de distribución al conjunto de tuberías destinadas al suministro de agua a los usuarios. Para el diseño de la red de distribución es imprescindible definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque de almacenamiento.

La importancia en esta determinación radica en el poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuadas durante todo el periodo de diseño. Sostiene q se considera tuberías de PVC.

### 2.2.12 Reservorio:

(Rodriguez p. , 1992), Un reservorio o embalse; en hidrografía, una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

Se considera de 02 reservorios de almacenamiento de 7m<sup>3</sup> y 15m<sup>3</sup> de capacidad. La estructura es de concreto armado apoyado de forma cuadrada, y abastecerá con el agua proveniente de las captaciones por gravedad de acuerdo a lo especificado.

**Tabla 7. Coordenadas-UTM de Reservorio**

RESERVORIO	COORDENADAS - UTM		
	COTA (m.s.n.m.)	ESTE	NORTE
Reservorio 1	4040	454542.20	8291404.21
Reservorio 2	3982	454,106.43	8291100.31

**Fuente: Propia del autor**

En zonas rurales la capacidad de regulación es del 15% al 20% de la demanda de producción promedio diaria, siempre que el suministro sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda promedio diaria. En este caso consideramos 20% para la capacidad de regulación.

$$V = \frac{0.25 * Dot * Pf}{1000} (m^3)$$

**Sistema 01:**

**Volumen de almacenamiento = 7 m<sup>3</sup>**

**Sistema 02:**

**Volumen de almacenamiento = 15 m<sup>3</sup>**

## **2.2.13 Población y Periodo**

### **2.2.13.1 Población de Diseño**

(Cualla, 1998), El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

La población beneficiaria consta de 200 familias, la carga familiar que posee cada hogar en promedio es 4 integrantes por familia, obteniéndose una población de 800 habitantes en la parcialidad de Chillcapata.

## **2.2.14 Población Futura**

### **2.2.14.1 Método Aritmético**

Este método considera el crecimiento de la población uniforme y lineal en el tiempo, el que da resultados muy bajos y se utiliza en poblaciones antiguas y muy desarrolladas que están cerca del límite de saturación.

$$\mathbf{Pf = Pa(1 + r t/100)}$$

Donde: Pf = Población Futura

Pa = Población actual (800 hab.)

r = Coeficiente de crecimiento (1.57%)

t = Período de crecimiento en años (20 años)

P<sub>2036</sub> = 1052 habitantes

### 2.2.14.2 Método Geométrico

El presente método considera que la población crece de acuerdo a la ley de interés compuesta, se aplica para poblaciones jóvenes en pleno desarrollo viene dado por la fórmula:

$$P_f = P_a(1 + r)^t$$

Dónde:  $P_f$  = Población Futura

$P_a$  = Población actual (800)

$r$  = Coeficiente de crecimiento (1.57%)

$t$  = Período de crecimiento en años (20 años)

$P_{2036}$  = 1093 habitantes

**Tabla 8. Resumen de la población futura**

MÉTODO	POBLACIÓN FUTURA (2036)
Met. Aritmético	1052
Met. Geométrico	1093

**Fuente: Propia del autor**

De acuerdo a las características de nuestra población y los cálculos realizados para de la parcialidad de Chilcapata optamos por el método Aritmético. Por lo tanto la población futura al año 2036 será de 1052 habitantes.

### 2.2.14.3 Dotación y Consumo

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en la localidad y tomando en consideración que no existe industrias, siendo las edificaciones en general de uso para viviendas. A continuación se describen los cuadros de recomendaciones.

**Tabla 9. Dotación de agua según tipo de unidad básica de saneamiento**

<b>TIPO</b>	<b>COSTA</b>	<b>SIERRA</b>	<b>SELVA</b>
Arrastre Hidráulico	90	80	100
Composteras	50 a 60	40 a 50	60 a 70

**Fuente: Propia del autor**

Cabe recalcar que para la aplicación en el cálculo se ha considerado una dotación de 80 l/h/día, de acuerdo al sistema propuesto, en donde se cuenta con la disponibilidad de agua necesaria.

#### **2.2.15 Válvulas de Control:**

(Felipa, 1992), También se considera válvulas de control que sirve para regular el caudal de agua. Por sectores y para realizar la labor de operación y mantenimiento en donde deberá estar protegida con una cámara de inspección accesible dotada de sistema de drenaje.

Cabe indicar que las válvulas se consideran 24 unidades en la población ya que este accesorio es muy necesario para poder abrir o cerrar al momento de distribuir el fluido de agua hacia los beneficiarios, asimismo servirá para realizar mantenimiento de tuberías y otros

#### **2.2.16 Válvulas de Purga:**

(Quispe, 2012), Se considera válvulas de purga que se trata de una estructura de concreto armado que tiene accesorios de PVC. La función que cumplen estas válvulas es de desagüe o de limpieza periódica de la red aprovechando un arrastre hacia el exterior de las materias que pueden sedimentar en los conductos. Esto con el fin de realizar trabajos de operación y mantenimiento.

Estas válvulas de purga tienen la función de limpiar las tuberías, será colocado en las partes finales donde se considera 12 unidades

### **2.2.17 Diámetro de la Tubería**

(Rodríguez P. , 2011), Es la anchura de forma redonda de la tubería para poder utilizar como transporte hacia los beneficiarios. el diámetro es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia. Más en general, el de una esfera es el segmento que pasando por el centro, tiene sus extremos en la superficie de esta.

Estarán en función del caudal, velocidad de flujo y pérdidas de carga, dentro del programa watercad v8i se determinó los diámetros con medidas de 2", 1 1/2", 1", 3/4" y 1/2" de tal manera será muy resistente en la presión de tuberías de PVC.

### **2.2.18 Volumen**

(Hernandez, 2013), Espacio que ocupa un cuerpo. Ya sea en la captación, reservorios, tuberías y otros. Para el cálculo de volumen se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción, donde debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a la población, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Así mismo deberán contar con un volumen adicional para suministros en casos de emergencia como: incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y paralización parcial de la planta de tratamiento.

### **2.2.19 Caudal**

(Campos, 2012), Es la cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo. El caudal de un río es fundamental en el dimensionamiento de presas, embalses y obras de control de avenidas. Dependiendo del tipo de obra, se emplean los caudales medios diarios, con un determinado tiempo de recurrencia o tiempo de retorno.

Para poder determinar el caudal en la investigación de tesis se considera esta fórmula donde el caudal es igual a la relación entre el volumen y el tiempo también se puede utilizar el producto de la velocidad y el área transversal



### **2.2.20 Presión**

(Brieri, 2012), Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas, en tal sentido la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda.

### **2.2.21 Aguas Servidas**

(Lopez, 2016), Las Aguas Servidas son las aguas residuales que se generan luego de su paso por la actividad humana, contaminándose principalmente con materia orgánica, microorganismos, sólidos provenientes de excrementos (fecas y orinas) y residuos de la cocina y del aseo, tales como aceites, grasas, restos de comida, detergentes y otros.

### **2.2.22 Conexiones Domiciliarias:**

(Cualla, 1998), El agua potable será distribuida mediante un total de 200 conexiones domiciliarias instaladas, tanto oficiales como clandestinas y sin ningún criterio técnico alguno, todas son de diámetro ½" compuesta por el elemento de toma, Las conexiones domiciliarias típicas del sistema de agua potable, en este tipo de conexiones la población satisface las necesidades que tienen tanto como el lavado de ropa servicios etc.

El agua potable es distribuida mediante un total de 200 conexiones domiciliarias instaladas, tanto oficiales como clandestinas y sin ningún criterio técnico alguno, todas son de diámetro ½"

### **2.2.23 Sistema de Disposición de Excretas**

(Felipa, 1992), Es el lugar donde se arrojan las deposiciones humanas con el fin de almacenarlas y aislarlas para así evitar que las bacterias patógenas que contienen puedan causar enfermedades.

Se recomienda su uso: para la disposición de excretas de manera sencilla y económica; para viviendas y escuelas ubicadas en zonas rurales o peri urbanas, sin abastecimiento de agua intradomiciliario; en cualquier tipo de clima.

**Figura 5. Disposición de excretas (silos)**



**Fuente: Fotografía de la población.**

#### **2.2.24 Biodigestor:**

(Cueva, 2012), Un Biodigestor, es una planta productora de biogas, biol y bioabono, donde se realiza un proceso anaeróbico de descomposición (proceso de fermentación anaeróbica), el cual permitirá sustituir de manera más eficiente el uso de fosas sépticas. Esto gracias a que es capaz de realizar un tratamiento de agua primaria a beneficio del medio ambiente y sin contaminar los mantos freáticos. Sustituye de manera eficiente los sistemas tradicionales como la fosa séptica de concreto, letrinas y silos, los cuales son focos de contaminación al saturarse y agrietarse las paredes y emanar malos olores.

El diseño del Biodigestor, permite resolver necesidades de saneamiento a través de diferentes capacidades de caudal, respondiendo a los requerimientos de las diferentes obras. Incorpora la estructura de doble pared, la pared interior con su construcción esponjosa le otorga mayor resistencia y aislación térmica, la pared exterior otorga una perfecta terminación lisa, esta pared contiene aditivos para evitar el envejecimiento al estar a la intemperie.

El equipo completo se compone de tanque séptico, cámara de contención de lodos estabilizados, sistema de extracción de lodos y filtro de aros PET.

En el sistema de agua potable por gravedad de Chillcapata se realizara el alcantarillado mediante biodigestores con 200 unidades consiste en que será muy útil e indispensable, para evitar la contaminación del terreno y del medio ambiente ya que la población se considera como una zona de cultivo permanente.

• Sus Componentes son:

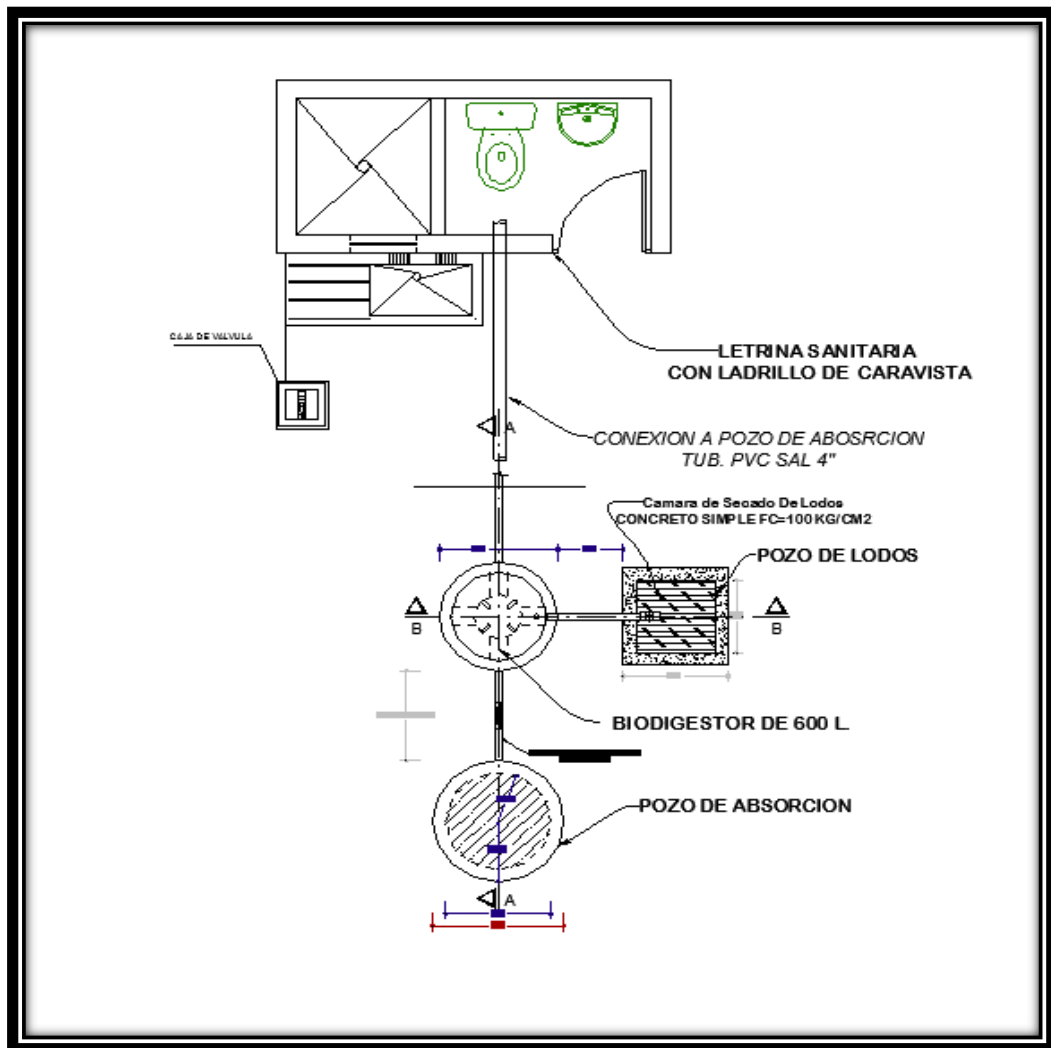
- a) Entrada de efluente PVC 110 mm 3,2
- b) Filtro de aros PET (Material Reciclado)
- c) Salida de efluente tratado PVC 50 mm 3,2
- d) Válvula de extracción de lodos 2"
- e) Acceso para desobstrucción PVC 63 mm 3,2
- f) Cámara de extracción de lodos.

**Figura 6. Proceso de funcionamiento**



Fuente: Propia del autor

**Figura 7. Sistema de alcantarillado propuesto con su biodigester**



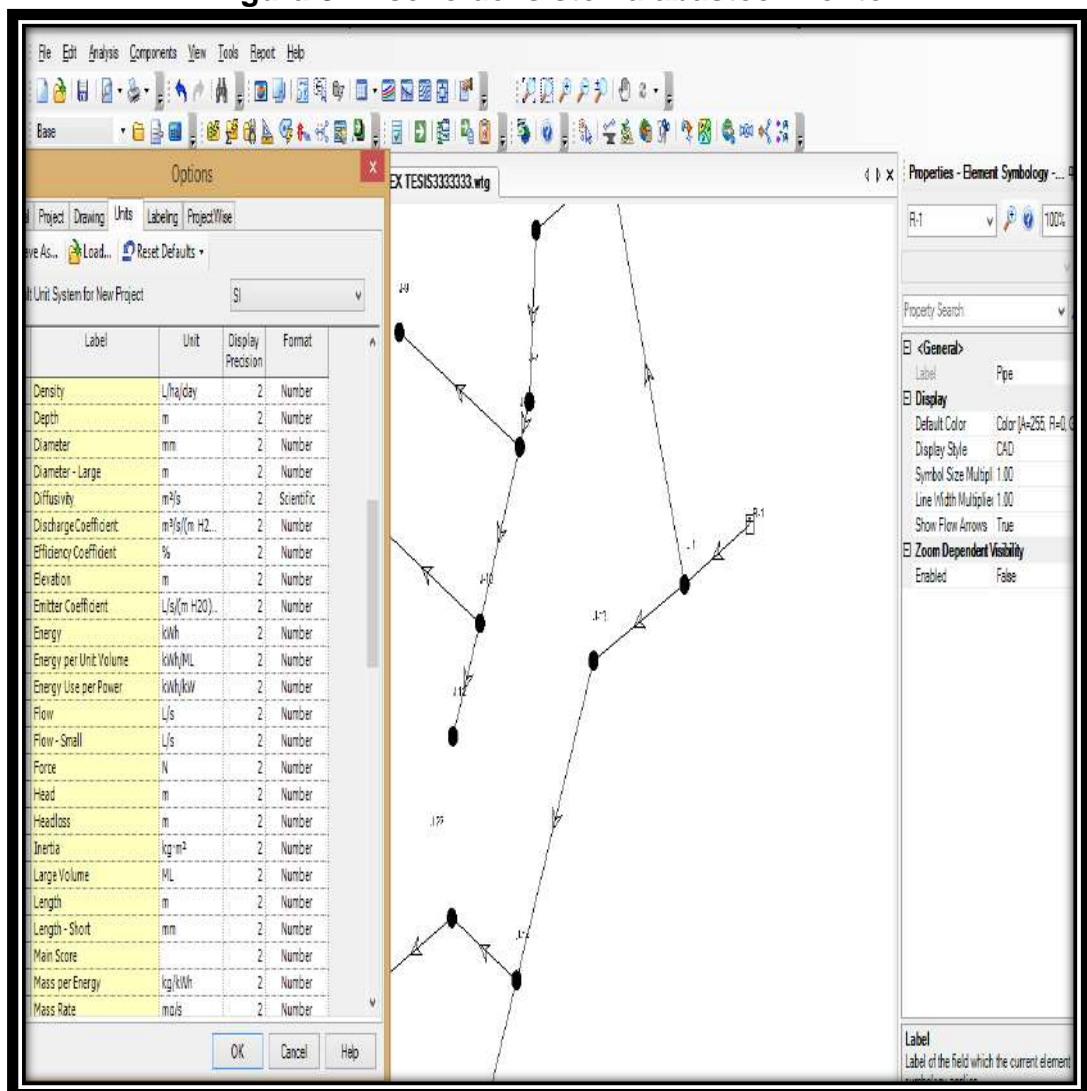
Fuente: Propia del autor

### 2.2.25 Software WaterCAD V8i:

(Sanchez, 2013), WaterCAD es un programa de cómputo que permite modelar sistemas de distribución y/o conducción de líquidos a presión, para analizar su comportamiento hidráulico o efectuar su dimensionamiento, cuya aplicación es amplia en el abastecimiento de agua para consumo humano, distribución de agua para riego, sistemas contra incendio, conducción de diversos líquidos a presión, etcétera. El manual permitirá conocer las características de este programa, saber bajo qué sistema operativo y entorno gráfico trabaja; describir los elementos usados para elaborar los modelos hidráulicos; determinar el tipo de análisis hidráulico.

El CyberNet como nombre comercial desapareció a principios del año 2000, y WaterCAD se empezó a comercializarse en dos versiones: WaterCAD Stand-Alone y WaterCAD para AutoCAD. Asimismo, durante los primeros años el software sufrió cambios significativos que no solamente tuvieron que ver con mejoras a la interfaz gráfica y herramientas de entrada de datos sino también con sus métodos de cálculo y algoritmos. En primer lugar en lo que tiene que ver con el método de análisis hidráulico se adaptó el método de gradiente conjugado (con el objeto de mejorar la velocidad de convergencia y uso de memoria). En lo que tiene que ver con el modelo dinámico de calidad de agua se implementó una aproximación o método Lagrangiano, que demostró ser más versátil y eficiente que otros modelos de calidad.

**Figura 8. Diseño del sistema abastecimiento**



Fuente: Propia del autor

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

##### 3.1.1 Técnicas Manuales:

Según el autor Mario Lioota en su "título" medición de caudal del agua del año 2002", las técnicas manuales se realizaron en el ambiente ya que es un método común para poder realizar este método volumétrico y que es usado en diferentes lugares del mundo. El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts./seg, ya que su validación de instrumento es factible para la investigación de tesis.

**Figura 9. Medición de caudal**



Fuente: Propia del autor



### 3.1.2 Encuesta:

Según el autor Héctor Luis Ávila Baray, en su título “introducción a la metodología de la investigación”, la encuesta es un procedimiento que permite explorar cuestiones que hacen a la subjetividad y al mismo tiempo obtener esa información de un número considerable de personas, así por ejemplo: Permite explorar la opinión pública y los valores vigentes de una sociedad, temas de significación científica y de importancia en las sociedades democráticas. Ya que es un instrumento común y su validación es factible.

**Figura 10. Encuesta al beneficiario**



**Fuente: Propia del autor**

### 3.1.3 Estación Total

Según el autor Raquel Pachas L. en su título “el levantamiento topográfico, uso del gps y estación total de departamento de Trujillo -2009” Genéricamente se los denomina estaciones totales porque tienen la capacidad de medir ángulos, distancias y niveles, lo cual requería previamente de diversos instrumentos. Estos teodolitos electro-ópticos hace tiempo que son una realidad técnica accesible desde el punto de vista económico. Ya que es un instrumento común y de mucha ayuda para la ingeniería. Asimismo se utilizó para diferentes investigaciones de tesis como es el “cálculo y ajustes aplicados a la solución de problemas topográficos” y otros, su validación es factible.

**Figura 11. Levantamiento topográfico**



**Fuente: Propia del autor**

#### **3.1.4 Wátercad V8i**

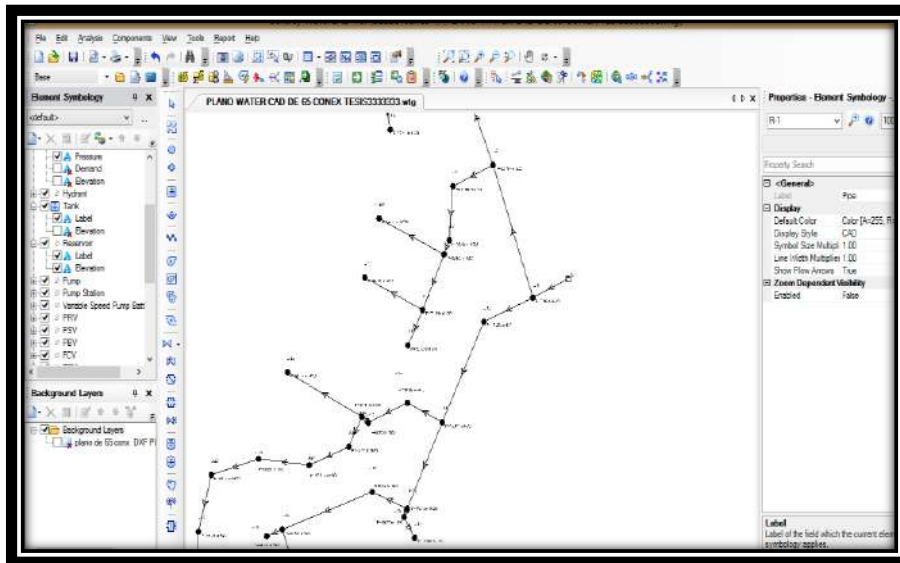
Según el autor Doroteo Calderón, Félix Rolando en su título “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad del departamento de Lima-2014” El software WATERCAD es propiedad y uno de los 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.

WaterCAD es un poderoso y fácil de usar programa que ayuda a los ingenieros de diseño y análisis de complejos sistemas de tuberías a presión para abastecimiento de Agua Potable. WaterCAD la potente interfaz gráfica (ambos en Stand-Alone y AutoCAD modo) hace que sea fácil establecer rápidamente una compleja red de tuberías, tanques, bombas, y más

Con este instrumento es muy necesario trabajar con el tema de agua, este programa fue usado en varios lugares del mundo ya que tiene mínimos errores.



**Figura 12. Simulación del software**



**Fuente: Propia del autor**

### **3.1.5 Información Documental**

Según el autor Guillermo Cortés Rojase en su título “información documental” Realiza una recopilación adecuada de datos que permiten redescubrir hechos, sugerir problemas, orientar hacia otras fuentes de investigación, orientar formas para elaborar instrumentos de investigación, elaborar hipótesis, etc. en su validación de instrumento es factible.

**Figura 13. Información documental**



**Fuente: Propia del autor**

### 3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

#### PREGUNTA N° 1

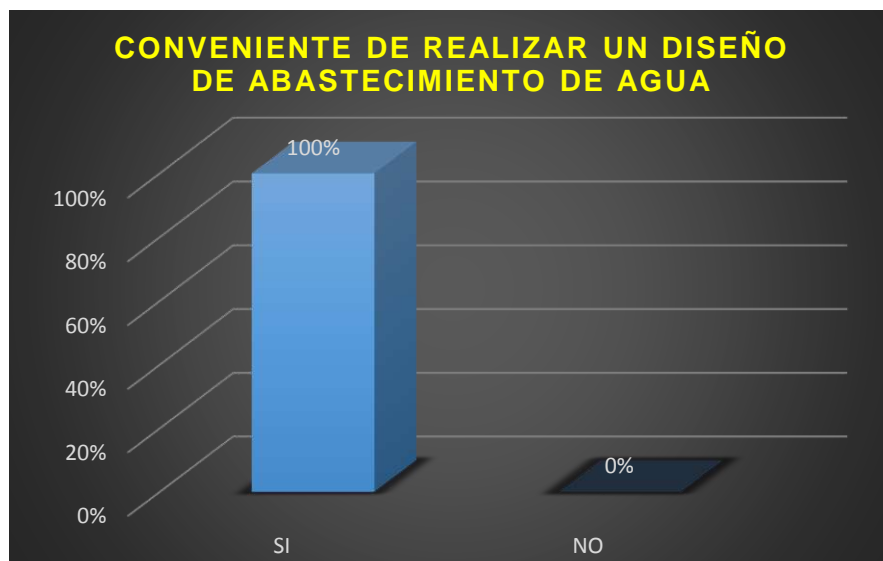
¿Cree usted que es conveniente realizar un diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado?

**Tabla 10 Resultados de la pregunta N° 1**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
SI	200	100 %
NO	0	0 %
TOTAL	200	100 %

**Fuente: Propia del autor**

**Figura 14. Cuadro estadístico 1**



**Fuente: Propia del autor.**

#### ANÁLISIS

Según la pregunta N° 1 de la encuesta N°1 el 100% cree que es necesario realizar el diseño de abastecimiento de agua, el resultado del gráfico obtenemos que el diseño de abastecimiento de agua es indispensable para la población de Chillcapata. El objetivo principal de esta pregunta es hacer notar la gran necesidad de los habitantes de la Parcialidad de Chillcapata de tener un sistema de distribución de agua para que su parcialidad siga creciendo y no caiga en el abandono.

## PREGUNTA N° 2

¿Cree usted que el agua del manantial es apto para consumo humano?

**Tabla 11 Resultados de la pregunta N° 2**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
SI	200	100%
NO	0	0%
TOTAL	200	100%

Fuente: Propia del autor.

**Figura 15. Cuadro estadístico 2**



Fuente: Propia del autor

## ANÁLISIS

Según la pregunta N° 2 de la encuesta N°2 el 100% cree que es apto para el consumo humano, el resultado del gráfico obtenemos que se califica como agua apta para el consumo cuando no contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y cumple con los requisitos especificados para los parámetros microbiológicos, químicos, indicadores de calidad y radiactivos.

### PREGUNTA N° 3

¿Cree usted que es necesario construir captación y reservorio?

**Tabla 12 Resultados de la pregunta N° 3**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
SI	180	98%
NO	20	3%
TOTAL	200	100%

Fuente: Propia del autor

**Figura 16. Cuadro estadístico 3**



Fuente: Propia del autor.

### ANÁLISIS

Según la pregunta N° 3 de la encuesta N°3 el 98% cree que es necesario construir la captación y reservorio asimismo el 3% no cree q es necesario construir en la Parcialidad de Chillcapata. Un sistema de abastecimiento de Agua Potable está conformado por una serie de estructuras como es la (captación y reservorio) adecuadamente según la función que desempeñan de acuerdo con los diferentes parámetros: Periodo de diseño, consumo y dotación y población y área de diseño.

## PREGUNTA N° 4

¿Cree usted que es necesario utilizar un software para poder determinar los diámetros, caudal, presión de las tuberías?

**Tabla 13 Resultados de la pregunta N° 4**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
SI	180	90%
NO	20	10%
TOTAL	200	100%

Fuente: Propia del autor

**Figura 17. Cuadro estadístico 4**



Fuente: Propia del autor.

## ANÁLISIS

Según la pregunta N° 4 de la encuesta N°4 el 90% cree que es necesario utilizar un software para poder determinar los diámetros, caudal, presión de las tuberías asimismo el 10% no cree que es necesario utilizar el software. El resultado del gráfico obtenemos que el software es muy imprescindible en cualquier obra de saneamiento de agua potable, para poder determinar el caudal, diámetro, presión, y otros, es así que ayudara mucho al proyectista para evitar mínimos errores. .

## PREGUNTA N° 5

¿Dónde descargan los residuos orgánicos y aguas residuales?

**Tabla 14 Resultados de la pregunta N° 5**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
RIO	141	18%
SUELO	471	59%
SILOS	188	24%
TOTAL	800	100%

Fuente: Propia del autor

**Figura 18. Cuadro estadístico 5**



Fuente: Propia del autor

### ANÁLISIS

Según los datos obtenidos de las encuestas, el 59% los habitantes descargan los residuos orgánicos y aguas residuales en en suelo, siendo este el sitio donde más van a desfogar, ocupando el segundo lugar el 23% en los silos y, por último en el rio el 18%. De los habitantes de la población de Chillcapata. Esto significa que los residuos orgánicos y aguas residuales que descargan a la superficie de terreno por no tener alcantarillado y ningún sitio donde se trate los residuos orgánicos. Por ello los habitantes no se dan cuenta el alto grado de contaminación que están provocando.

## PREGUNTA N° 6

¿Usted ha presenciado alguna enfermedad a causa de los residuos orgánicos y aguas servidas?

**Tabla 15 Resultados de la pregunta N°6**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
CABEZA	35	18%
PIEL	25	13%
GASTROINTESTINALES	130	65%
OTROS	10	5%
TOTAL	200	100%

Fuente: Propia del autor

**Figura 19. Cuadro estadístico 6**



Fuente: Propia del autor.

### ANÁLISIS

Según los datos obtenidos de las encuestas, el 65% los habitantes ha presenciado enfermedad a causa de los residuos orgánicos y aguas servidas asimismo el 18% en dolor de la cabeza, el 13% en la piel y por último el 5% en otros. Esto significa que las enfermedades pueden llegar a la muerte ya que el medio ambiente se encuentra contaminado, por lo tanto es muy necesario realizar un nuevo diseño de abastecimiento de agua potable.

## PREGUNTA N° 7

¿Usted está de acuerdo utilizar biodigestores para el tratamiento de residuos orgánicos y aguas residuales?

**Tabla 16 Resultados de la pregunta N°6**

ALTERNATIVAS	MUESTRA (HAB)	PORCENTAJE (%)
SI	162	81%
NO	38	19%
TOTAL	200	100%

Fuente: Propia del autor

**Figura 20. Cuadro estadístico 7**



Fuente: Propia del autor.

## ANÁLISIS

De acuerdo a las encuestas realizadas, el 81% de la población sí quieren contar con biodigestores para el tratamiento de residuos orgánicos y aguas residuales, en cambio el 19% restante no quiere contar ya que no conocen que es un biodigestor. Los que contestaron afirmativamente lo hicieron porque vieron un beneficio para ellos y sus hijos. Esto significa que se busca otra forma de poder tratar las aguas servidas y en algún punto mejorar su calidad de vida y al mismo tiempo no seguir contaminando.



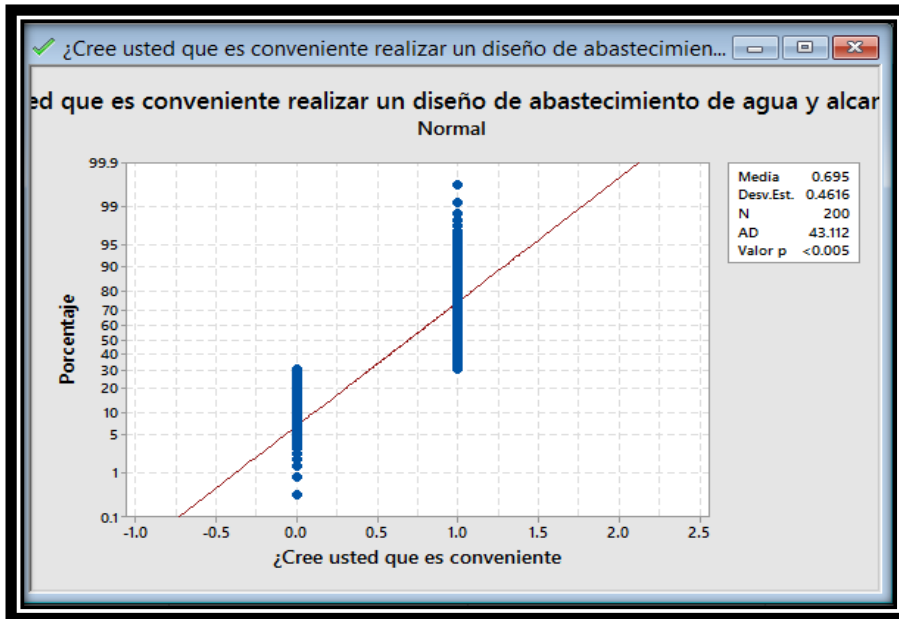
### 3.3 PRUEBAS DE NORMALIDAD

Utilizamos la para la prueba de normalidad la prueba Anderson-Darling

**H0=** Los datos no se ajustan a una normal

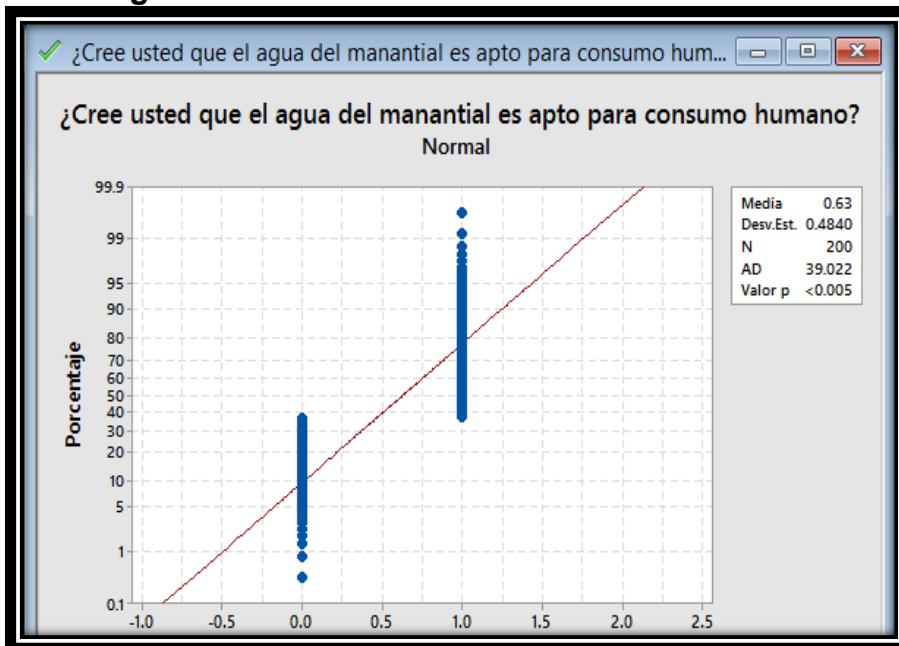
**H1=** Los datos se ajustan a una normal

**Figura 21. Cuadro de la encuesta de la tabla 10**



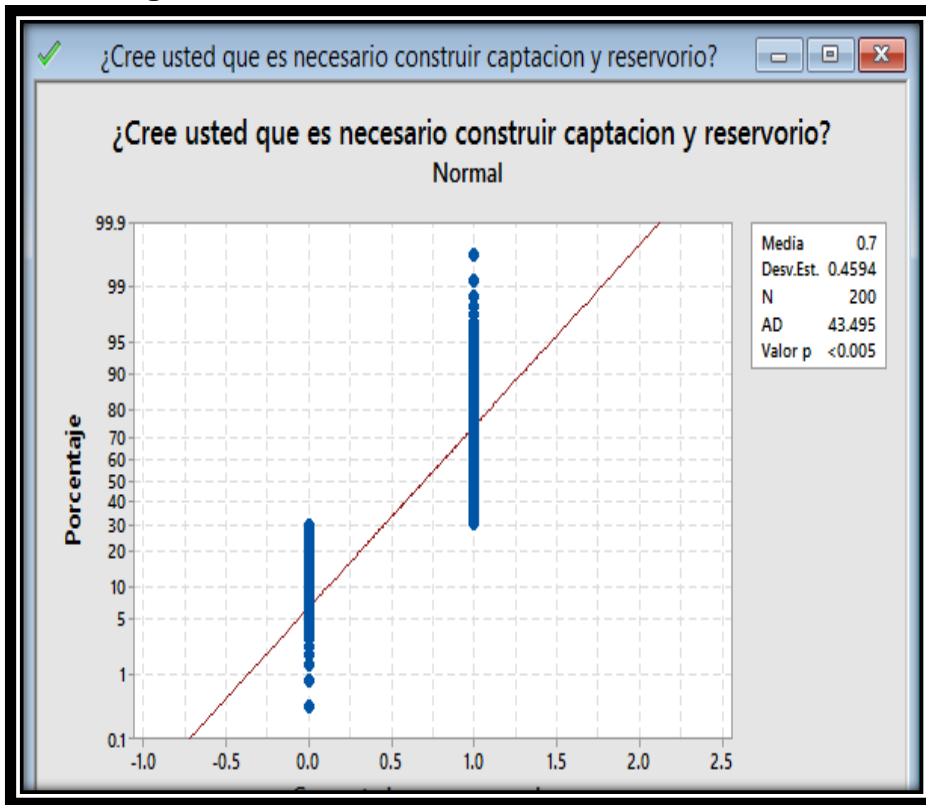
Fuente: Prueba Anderson-Darling

**Figura 22. Cuadro de la encuesta de la tabla 11**



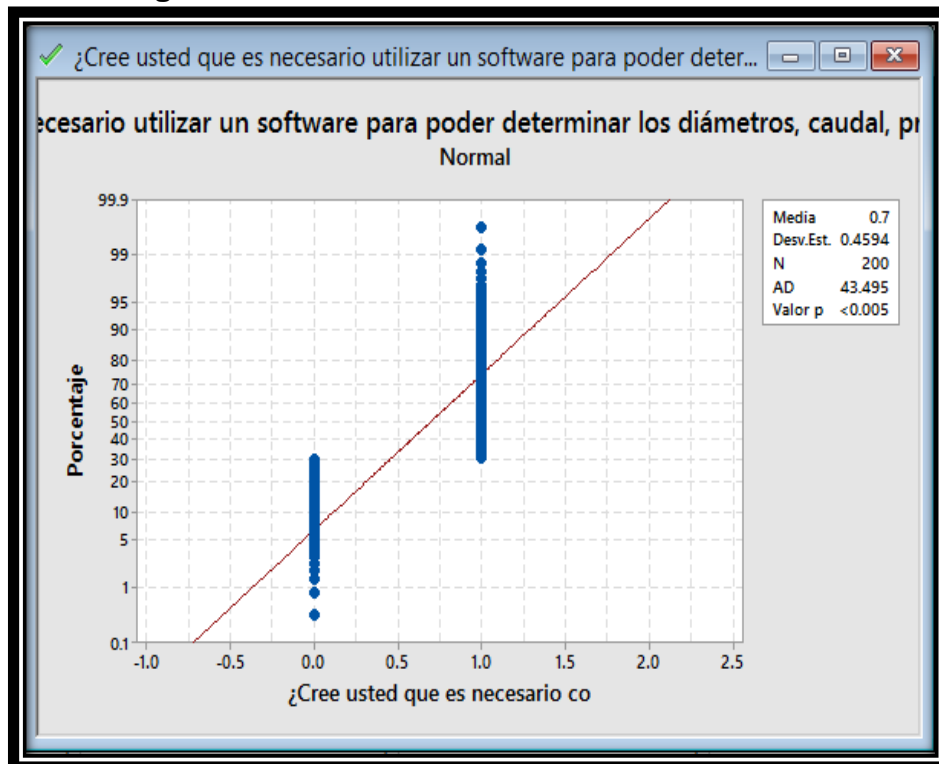
Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 23. Cuadro de la encuesta de la tabla 12



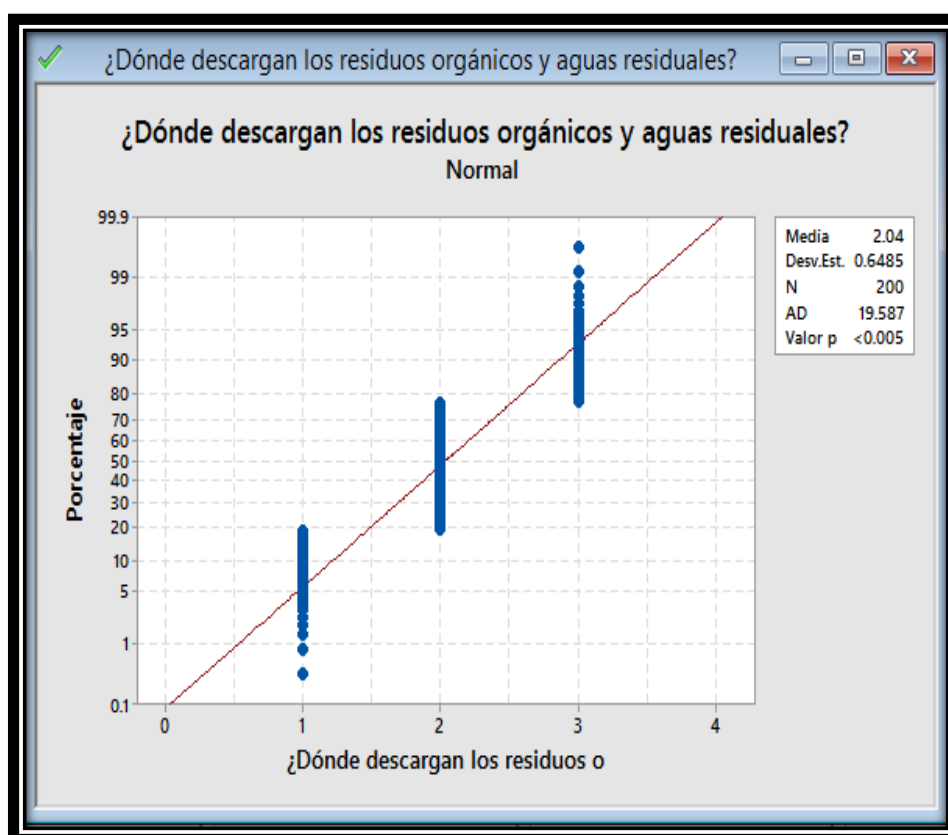
Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 24. Cuadro de la encuesta de la tabla 13



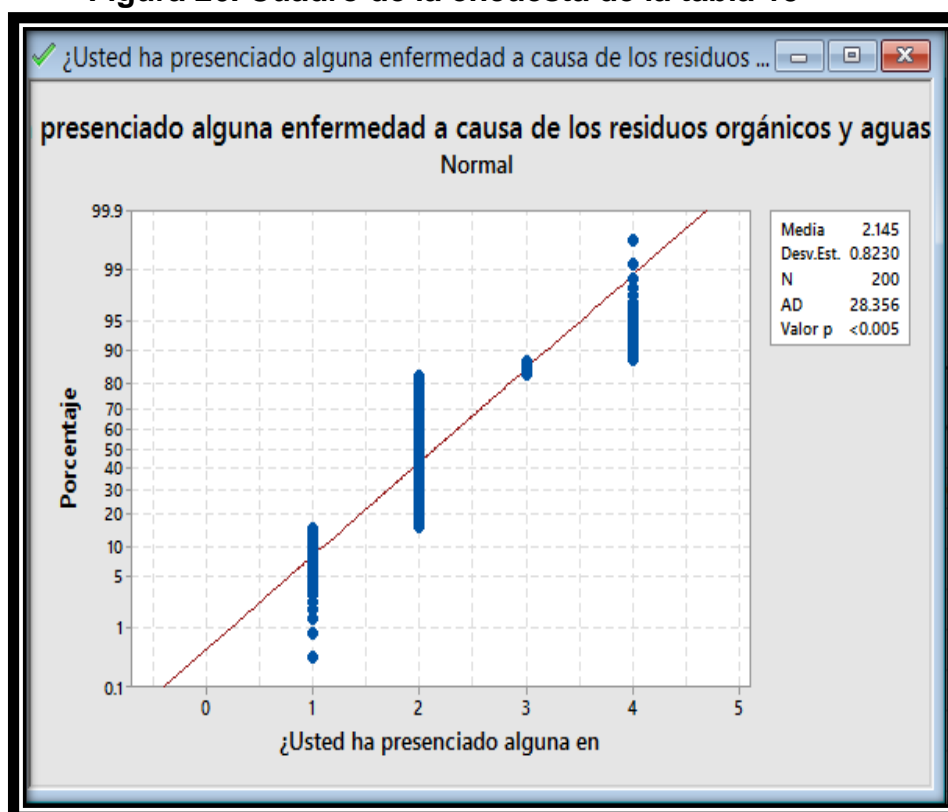
Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 25. Cuadro de la encuesta de la tabla 14



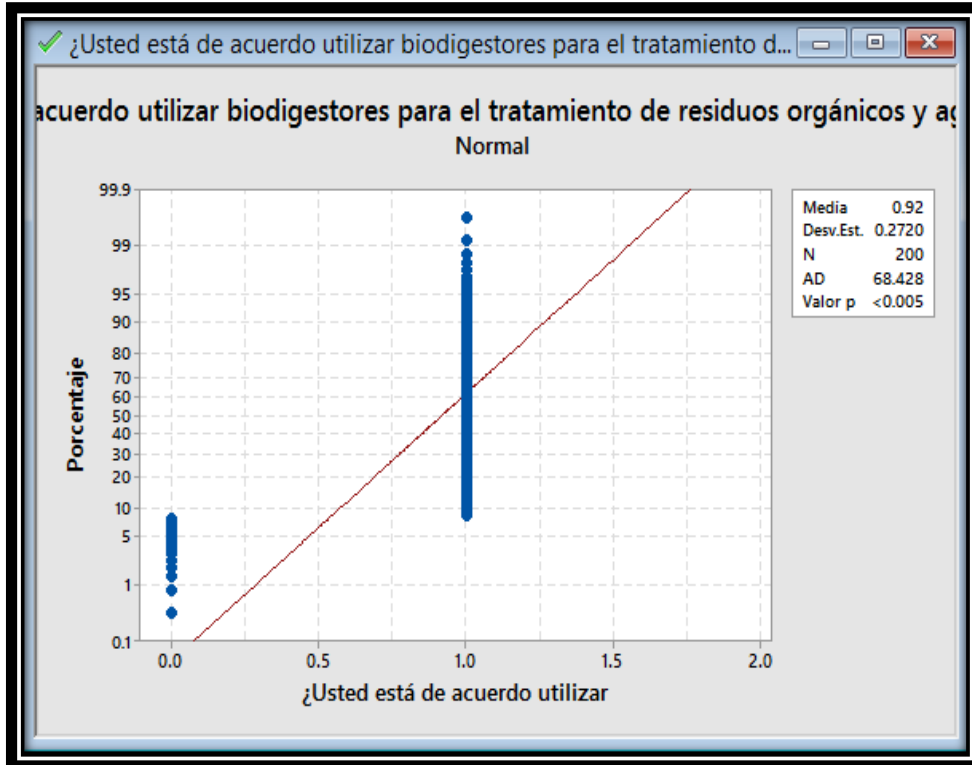
Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 26. Cuadro de la encuesta de la tabla 15



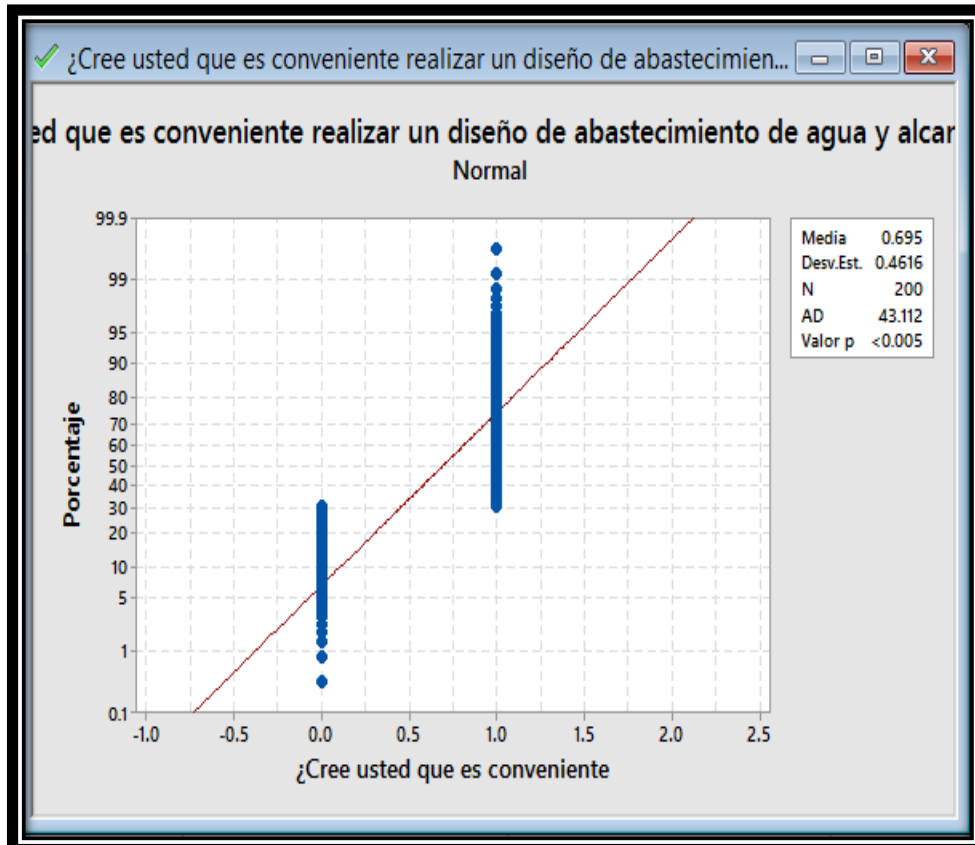
Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 27. Cuadro de la encuesta de la tabla 16



Fuente: Prueba Anderson-Darling

Figura 28. Cuadro de la encuesta de la tabla 17



Fuente: Prueba Anderson-Darling

## **CAPÍTULO V**

### **PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

#### **4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL**

La prueba de hipótesis general se realizó obteniendo valores importantes acerca del diseño de abastecimiento de agua potable y alcantarillado donde se determina el valor promedio del caudal máximo de 0.604 l/s en épocas de avenida para poder diseñar la captación como se muestra en la tabla 24. Asimismo para el reservorio teniendo los valores del caudal máximo promedio 0.317 l/s donde se determinó volúmenes de 7 m<sup>3</sup> y 15 m<sup>3</sup> como muestra en la tabla 28.

#### **4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICO**

La prueba de la calidad del agua se realizó un análisis donde es apta para el consumo humano ya que el PH está en el rango establecido de la norma de saneamiento RM-173-2016, donde resulta el valor de 6.81 como se muestra en el anexo de la pág.125.

La prueba de la velocidad del caudal según su diámetro permite llevar agua a los beneficiarios donde se utilizó un el software watercad v8i de tal manera se pudo determinar los caudales, velocidades y su dimensión de la tubería de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones establecidas donde cumple los valores determinados como se muestra en la tabla 31 y 32.

La prueba de la adecuada disposición de excretas, permitió resolver los problemas relativos con el diseño de acuerdo al RM-173-2016 donde se utilizó una cantidad de excretas y agua como se muestra en la tabla 35, posteriormente considerando un biodigestor de 0.6 m<sup>3</sup>

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 CALCULO DE AFORO EN EPOCA DE ESTIAJE

Se realizó pruebas en los manantiales como se muestra en las siguientes tablas:

##### 5.1.1 Manante N° 01 Jiskahalsu Querilapi

**Tabla 17 Orificio 01**

N° Prueba	Volumen (Gln)		Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1		11.500	0.087	0.329
2	1		12.300	0.081	0.308
3	1		11.600	0.086	0.326
<b>Promedio</b>					<b>0.321</b>

Fuente: Propia del autor

**Tabla 18 Orificio 02**

N° Prueba	Volumen (Gln)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1	12.600	0.079	0.300
2	1	12.100	0.083	0.313
3	1	12.500	0.080	0.303
<b>Promedio</b>				<b>0.305</b>

Fuente: Propia del autor

**Tabla 19 Orificio 03**

<b>N° Prueba</b>	<b>Volumen (Gln)</b>	<b>Tiempo de Llenado (s)</b>	<b>Caudal (Gln/s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>11.500</b>	<b>0.087</b>	<b>0.329</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11.200</b>	<b>0.089</b>	<b>0.338</b>
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>11.300</b>	<b>0.088</b>	<b>0.335</b>
<b>Promedio</b>				<b>0.334</b>

**Fuente: Propia del autor**

**Promedio: 0.960 L/S**

### **5.1.2 Manante N° 02 Jachajalsu Parquihuyo**

Se realizó pruebas en los manantiales como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 20 Orificio 01a**

<b>N° Prueba</b>	<b>Volumen (Gln)</b>	<b>Tiempo de Llenado (s)</b>	<b>Caudal (Gln/s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7.900</b>	<b>0.127</b>	<b>0.479</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7.600</b>	<b>0.132</b>	<b>0.498</b>
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>7.500</b>	<b>0.133</b>	<b>0.505</b>

**Fuente: Propia del autor**

**Promedio: 0.494 L/S**

## **5.2 CALCULO DE AFORO EN ÉPOCA DE AVENIDA**

### **5.2.1 Manante N° 01 Jiskahalsu**

Se realizó pruebas en los manantiales como se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 21 Orificio 01**

N° Prueba	Volumen (Gln)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1	8.200	0.122	0.462
2	1	8.300	0.120	0.456
3	1	8.100	0.123	0.467
Promedio				0.462

Fuente: Propia del autor

**Tabla 22 Orificio 02**

N° Prueba	Volumen (Gln)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1	9.200	0.109	0.411
2	1	9.500	0.105	0.398
3	1	9.860	0.101	0.384
Promedio				0.398

Fuente: Propia del autor

**Tabla 23 Orificio 03**

N° Prueba	Volumen (Gln)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1	8.680	0.115	0.436
2	1	8.800	0.114	0.430
3	1	8.205	0.122	0.461
Promedio				0.604

Fuente: Propia del autor

Promedio: 1.302 L/S



### 5.2.2 Manante N° 02 Jachajalsu

Se realizó pruebas en los manantiales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24 Orificio 1a

N° Prueba	Volumen (Gln)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Gln/s)	Caudal (L/s)
1	1	6.500	0.154	0.582
2	1	6.200	0.161	0.611
3	1	6.100	0.164	0.621

Fuente: Propia del autor

Promedio: 0.604 L/S

### 5.3 Tasa de Crecimiento Poblacional

Para hallar la tasa de crecimiento poblacional, se obtuvo mediante el INEI del internet

#### 5.3.1 Según INEI

La Población proyectada al año 2015 se encuentra en descenso mostrando claramente que la tasa de crecimiento poblacional tiende a ser negativa, datos que se muestran en la siguiente figura.

Figura 29. Según INEI



Fuente: INEI-proyección de la población censo 2015

otra forma de obtener la tasa de crecimiento poblacional es aplicando los métodos Analíticos siendo el de Interés Simple, ya que permite calcular la Población futura según el tiempo de proyección y a la vez obtener la tasa de crecimiento poblacional.

Estos datos se muestran a continuación:

### 5.3.2 Método Aritmético

Es un método de proyección completamente teórico. En la estimación de la población de diseño, a través de este método, sólo se necesita el tamaño de la población en dos tiempos distintos, el planteamiento de este método para hallar la tasa de crecimiento poblacional. Aplicando esta ecuación obtenemos los datos mostrados en la tabla siguiente.

$$Pf = Pa(1+r*(tf-to))$$

$$r = (Pf-Pa) / (Pa (tf-to))$$

Dónde:

Pf : Población Final

Pa : Población actual

r : Tasa de crecimiento poblacional

tf : Tiempo futuro

to : Tiempo inicial

**Tabla 25 Calculo de tasa de crecimiento Población  
Con método Aritmético**

Año	Población (hab.)	r	r promedio %
1981	4228	0.0157	1.57
1993	5024	-0.0214	
2007	3517		

**Fuente: Propia del autor**

Según la figura 21, los análisis del INEI, se observa que las tasas de crecimiento poblacional tienden a ser negativas. Por motivos de diseño se tomara la tasa calculada por el método de Interés simple, puesto que no se

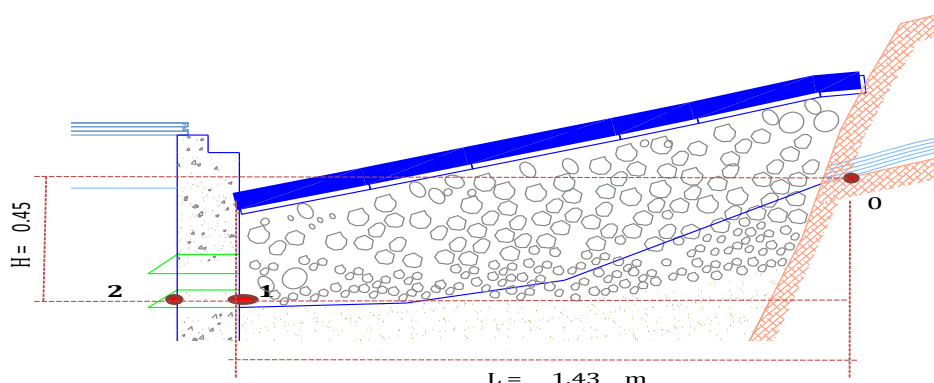
puede tomar tasas negativas para la proyección de población futura, siendo este dato el más próximo a la tendencia de crecimiento en los últimos años en el Distrito. Por lo tanto, la tasa de crecimiento poblacional para el presente estudio será de **1.57%**.

#### 5.4 DISEÑO DE LA CAPTACIÓN:

**Caudal  
Máximo** = 0.604 l/s

**Caudal Máximo  
Diario** = 0.412 l/s

##### 5.4.1 Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la camara humeda



H = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada = 0.45 m  
(Se recomienda valores de 0.4 a 0.5m).

Cd = Coeficiente de descarga en el Punto 1 = 0.80  
(Se recomienda valores de 0.6 a 0.8).

V2 = Velocidad de pase (Se recomienda valores menores o iguales a 0.60 m/s) = 0.50 m/s

g = Aceleracion de la Gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$$V_2 = C_d \sqrt{2gh_0} \quad h_0 = \frac{V_2^2}{2gC_d^2}$$

Después de asumir los valores aplicamos las ecuaciones anteriores, hallamos ho y V2 teorica

V2 teórica = 2.38 m/s

ho = 0.02 m

Calculamos la perdida de carga  $H_f$  según la siguiente formula

$$H_f = H - h_o$$

$L =$  Distancia entre el afloramiento y la caja de Captación.  $= 1.43 \text{ m}$

### 5.4.2 Calculo del Ancho de la Pantalla

Tenemos que calcular el área necesaria con el caudal máximo del aforo realizado y mediante la siguiente formula:

$$A = Q_{max} / CdxV$$

$A = 1.51E-03 \text{ m}^2$   
 $\Delta E = 4.39 \text{ cm}$   
 $= 1.73 \text{ Pulg} = D_o$   
 $= 1 \frac{3}{4} \text{ Pulg} = D_o$

Ahora calculamos el número de Orificios (NA)

$$NA = \frac{D_o^2}{D_i^2} + 1 \quad D_i = 1 \frac{1}{2} \text{ Pulg}$$

$$NA = 3$$

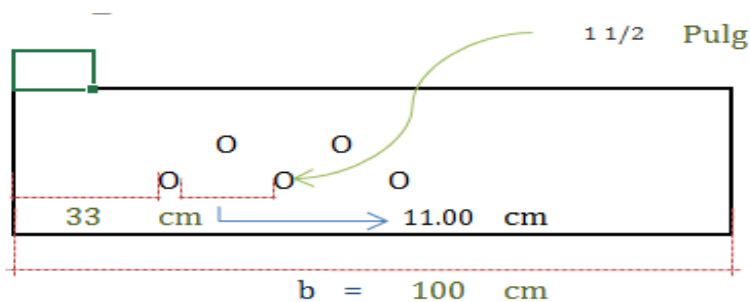
Conocido el diametro de los orificios podemos calcular el ancho de pantalla " b "

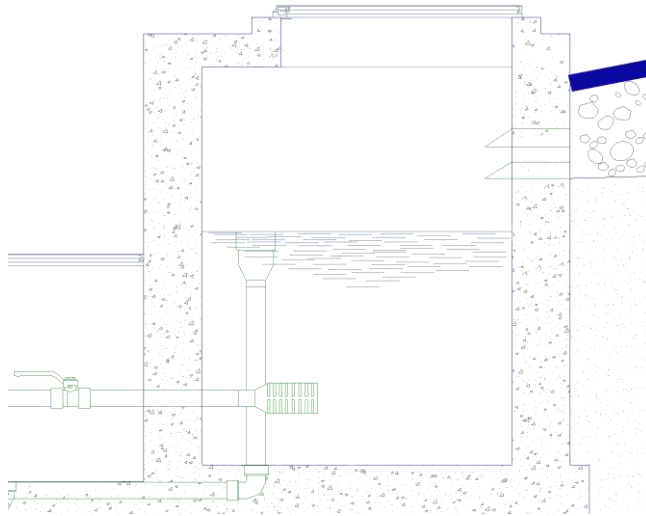
$$b = 9 D + 4 NA D$$

$$b = 31.50 \text{ Pulg}$$

$$b = 81 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm} \text{ (Asumido)}$$





Para la altura de la camara utilizamos la siguiente formula:

$$Ht = A + B + H + D + E$$

- A = Altura de sedimentacion de la arena (min 10cm)
- B = Mitad del diametro de canastilla
- H = Altura de Agua (mínimo 30cm)
- D = Desnivel minimo nivel de ingreso de Agua de afloramiento y el nivel de agua de la camara humeda (mínimo 3cm)
- E = Borde Libre ( de 10 a 30cm)

Adoptamos valores para A,B,D y E :

A =	10.00	cm	B =	2.54	cm
D =	5.00	cm	E =	30.00	cm

Adoptamos el valor de H mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Qmd	=	Caudal Maximo Diario (m3/s)	=	0.00041
		Aceleracion de la gravedad	=	9.81
g	=	(m2/s)	=	
		Area de la tuberia de Salida	=	0.002027
A	=	(m2)	=	

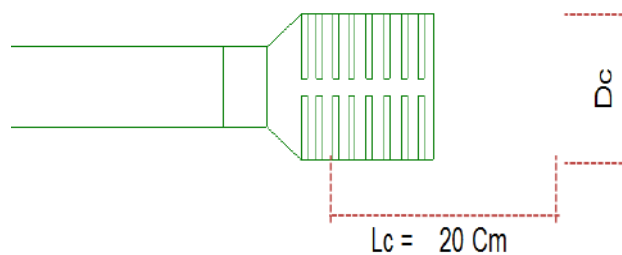
Tenemos:  $H = 0.03 \text{ cm}$

Minima 30cm entonces  $H = 50.00 \text{ cm}$

Como resultado tenemos  $H_t = 97.54 \text{ cm}$

Asumimos  $H_t = 100.00 \text{ cm}$  OK

### DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA



$$3D_s < L_c < 6D_s$$

$$15.24 < Lc < 30.48$$

$$Lc = 20 \text{ cm OK}$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho de ranura} &= 10 \text{ mm} \\ \text{Largo de ranura} &= 15 \text{ mm} \\ \text{Area de ranura} &= 150 \text{ mm}^2 \\ \text{Area total de ranura} &= 0.004054 \text{ m}^2 = \end{aligned}$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}} = 28$$

## 5.5 DISEÑO DEL RESERVORIO

Considerando que el Servicio Hacia la Población será tanto de Agua potable como de Saneamiento con letrinas, consideramos un periodo de Diseño intermedio.

**Tabla 26 Tomamos un periodo de 20 años**

DESCRIPCIÓN	ZONA	N° DE INSTITUCIONES	N° DE VIVIENDAS	N° HAB/VIV	POBLACIÓN TOTAL	% DE POBLACIÓN
SISTEMA 01	1	-	65	4	260	100%
SISTEMA. 02	2	-	135	4	540	100%
TOTAL			200		800	

Fuente: Propia del autor

**MEDIANTE LA FORMULA**

$$Pf = Po ( 1+ r \times t/100 )$$

**CALCULAMOS:**

Población inicial, Po: 260 y 540 habitantes

Tasa de crecimiento, r: 1.57%

Periodo, t: 20 años

Proyectamos al 2036:

$Pf_1 = 342$  habitantes y  $Pf_2 = 710$  habitantes

**Tabla 27 Dotación de servicio de acuerdo al Sistema de disposición de excretas**

	Letrinas sin Arrastre Hidráulico			Letrinas con Arrastre Hidráulico	
Costa	50	a 60	l/h/d	90	l/h/d
<b>Sierra</b>	<b>40</b>	<b>a 50</b>	<b>l/h/d</b>	<b>80</b>	<b>l/h/d</b>
Selva	60	a 70	l/h/d	100	l/h/d

Fuente: Propia del autor

De la zonificación previa que se tuvo hallamos el volumen de los reservorios para el sistema 01 y sistema 02

**Tabla 28 Sistema 01 y Sistema 02**

Descripción	ZON A	N° de Viviendas	N° hab/Viv	Población Total	% de Población	Población Futura	Qmp (l/s)
SISTEMA 01	1	65	4	260	100%	342	0.317
SISTEMA 02	1	135	4	540	100%	710	0.657
TOTAL		200		800		1052	

Fuente: Propia del autor

Volumen Requerido:

$$Vr = \frac{Pf * Dot * 0.25}{1000}$$

$$Vr_1 = 6.84 = 7 \text{ m}^3$$

$$Vr_2 = 14.36 = 15 \text{ m}^3$$



Se utilizara el 100% del Volumen calculado del Reservorio lo asumimos como Volumen de Reservorio 01: **7 m<sup>3</sup>**, asimismo para el reservorio 02 donde se determinó **15 m<sup>3</sup>**.

### 5.5.1 Diseño de Línea de Conducción

Para la determinación del diseño de línea de conducción para el sistema 01 y sistema 02 se considera datos importantes tanto como es el caudal máximo diario, la longitud de tubería posteriormente se determina el caudal, la velocidad, perdida de carga y otros como muestra en la tabla siguiente

**Tabla 29. Cálculos para redes de agua potable Chilcapata línea de conducción sistema 01**

Label	Material	Length (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Headloss Gradient (m/m)	Velocity (m/s)
P-1	PVC	44.5293084	55.6	-0.41	0.0006885	0.16886685
Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)
J-1	4,040.00	0.41	4,049.97	9.94932007	454,497.05	8,291,384.86

Fuente: Propia del autor

**Tabla 30. Cálculos para redes de agua potable Chilcapata línea de conducción sistema 02**

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)
J-1	3,982.00	0.85499998	4,041.44	59.3216248	454,061.99	8,291,072.30
J-2	4,008.77	0	4,041.90	33.0624106	454,222.20	8,291,130.98
J-3	4,020.00	0	4,042.04	21.9964541	454,271.49	8,291,111.75
J-4	4,023.53	0	4,042.70	19.1355004	454,379.16	8,291,334.18
Label	Material	Length (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Headloss Gradient (m/m)	Velocity (m/s)
P-1	PVC	110.252164	55.6	0.85499998	0.00268358	0.35214918
P-2	PVC	247.119896	55.6	0.85499998	0.00268363	0.35214918
P-3	PVC	52.9004897	55.6	0.85499998	0.00267832	0.35214918
P-4	PVC	170.623034	55.6	0.85499998	0.00268308	0.35214918

Fuente: Propia del autor

## **5.6 DISEÑO CON SOFTWARE WÁTERCAD V8I**

### **5.6.1 Introducción a los Programas de Watercad**

Los programas Watercad v8i son básicamente la introducción de datos y evaluación de resultados de las operaciones necesarias para elaborar un análisis simplificado; va dirigido a ingenieros civiles que como tales están familiarizados con el Sistema de Saneamiento, queriendo elaborar de una manera más práctica una memoria de cálculo.

En cuanto al Sistema de Agua Potable se utilizó el software Watercad, lo cual vamos a utilizar los parámetros de diseño que indica el RNE.

### **5.6.2 Aplicación del Software**

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 versión V8i.

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.

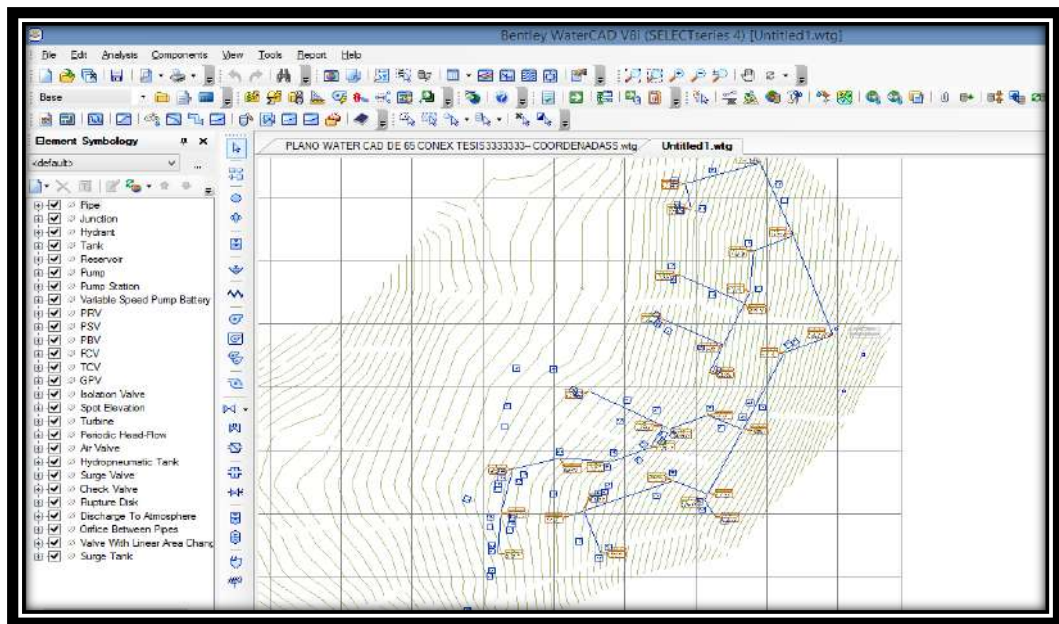
### **5.6.3 Requerimientos del Software Watercad v8i e Introducción de Datos**

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 a trabajar, las cuales son unidades métricas decimal.

Planimetría del área a trabajar: el software requiere que le indiquemos cual será la planimetría en donde se trazara las redes, para la Parcialidad de Chillcapata, se utilizó el archivo de Autocad en formato DWG, el cual se introduce como una plantilla para tener la referencia de la población como se muestra en la figura 30.

**Figura 30. Plano catastral de la Parcialidad de Chillcapata introducido al software Watercad**

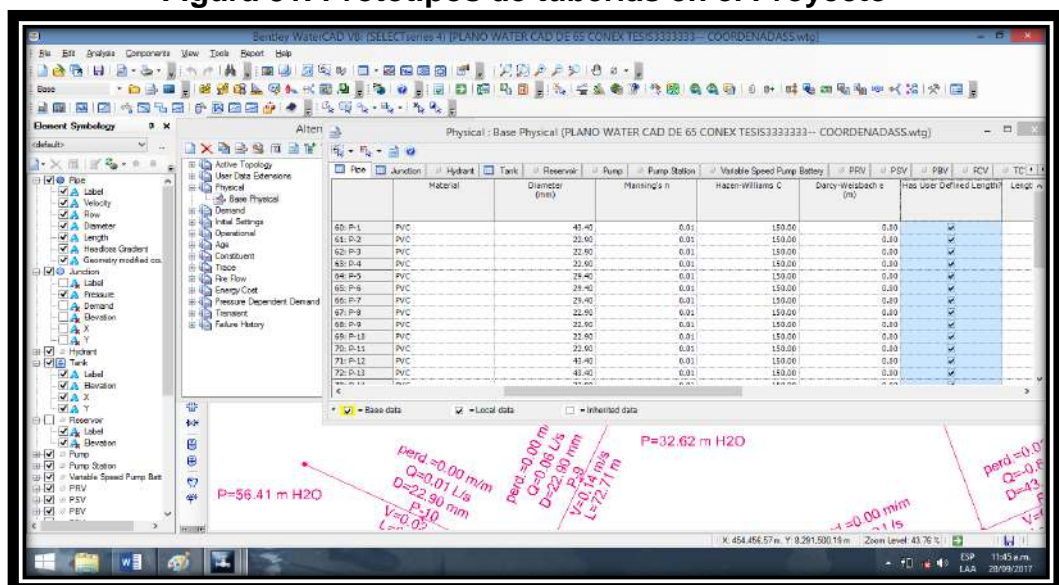


Fuente: Propia del autor

#### 5.6.4 Prototipos de Tuberías

El material de la tubería que se va a usar, el coeficiente de Hazzen Williams, al igual que los diámetros, estos datos son: tuberías de PVC, C=150 y diámetros de 1 1/2", 1" y 3/4", así como se muestra en la figura 31, luego de acuerdo al diseño se irán cambiando los diámetros de tal manera que las velocidades y presiones cumplan con el reglamento.

**Figura 31. Prototipos de tuberías en el Proyecto**

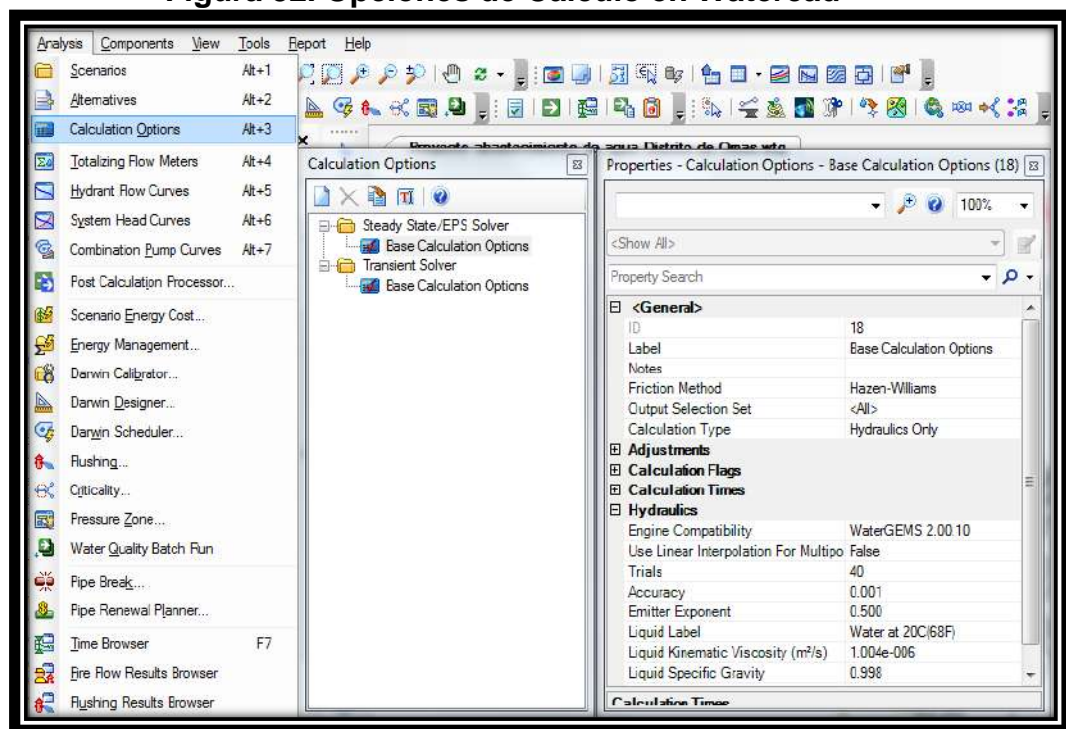


Fuente: Propia del autor

## 5.6.5 Parámetros Hidráulicos

Antes de empezar a diseñar se requiere indicar el método para el cálculo de las velocidades, presiones, con el cual se trabajara. En la ejecución de este proyecto se utilizó la ecuación de Hazen-Williams como se muestra en la figura 32.

Figura 32. Opciones de Calculo en Watercad



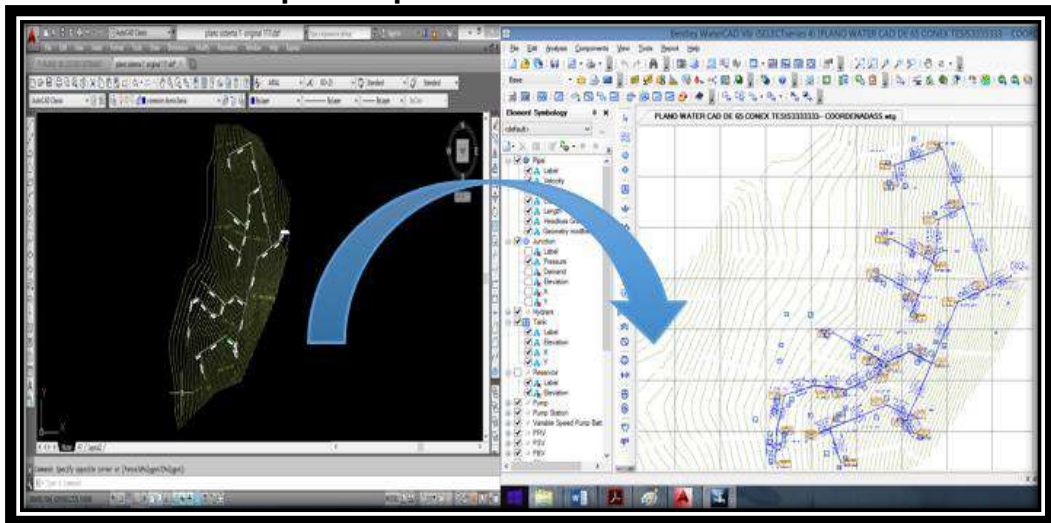
Fuente: propia del autor

## 5.6.6 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 33. 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.



**Figura 33. Redes de agua proyectadas en la Parcialidad Chillcapata importadas desde el AutoCAD**

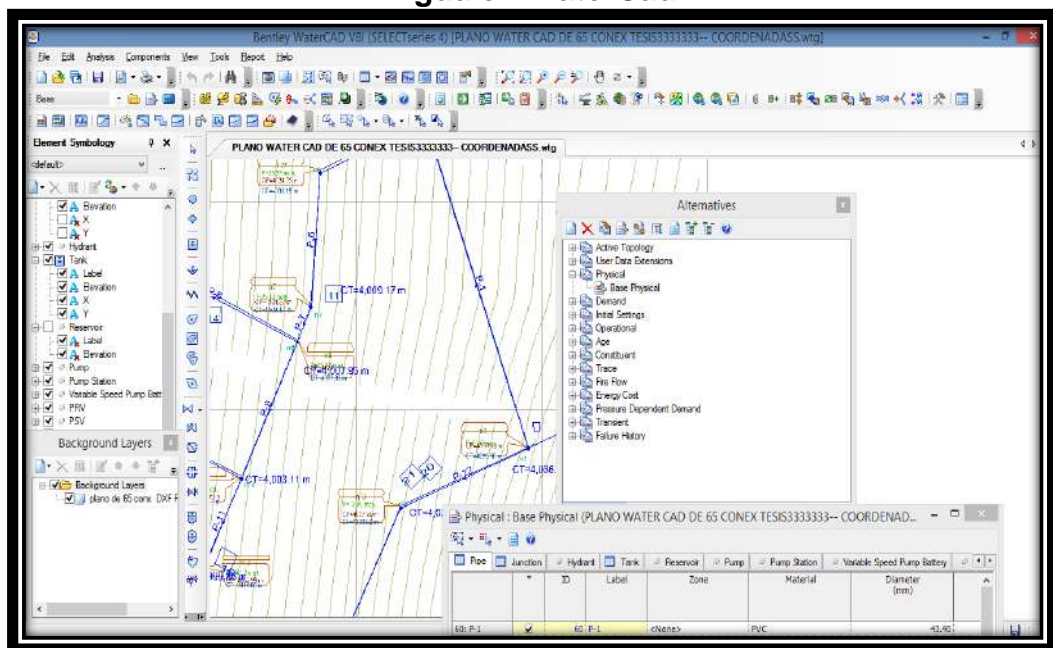


**Fuente: propia del autor**

Al tener las redes ya dibujadas en Watercad, se colocara los reservorios de almacenamiento en donde se había 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. En la figura 34 se observa las curvas de nivel ya importadas al software.

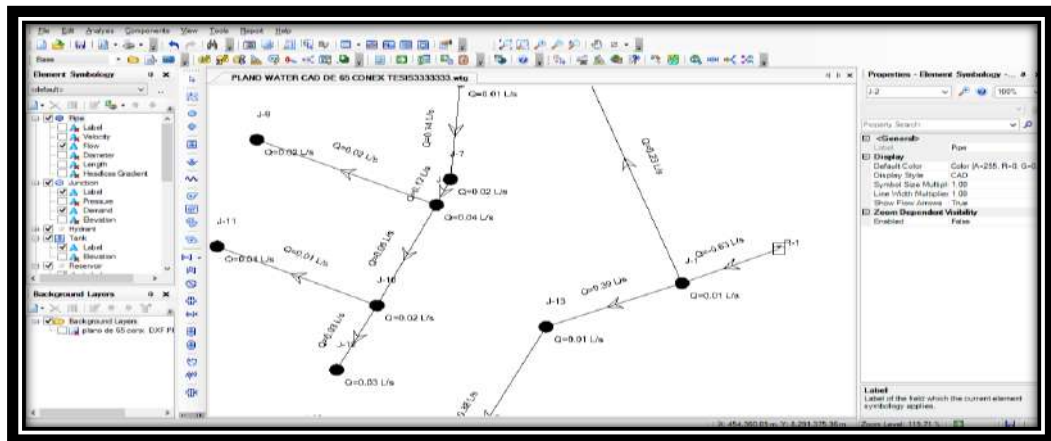
**Figura 34. Datos de Curvas de Nivel Importadas en las redes de Agua en WaterCad**



**Fuente: propia del autor**

Luego en el software, se asignan en los nodos la sumatoria de caudales unitarios de cada conexión domiciliaria que significa la demanda en el tramo, este permite calcular los caudales en cada tramo como se muestra en la figura 35.

**Figura 35. Demandas Cargados en los nodos de las redes de distribución con el Método de tuberías**

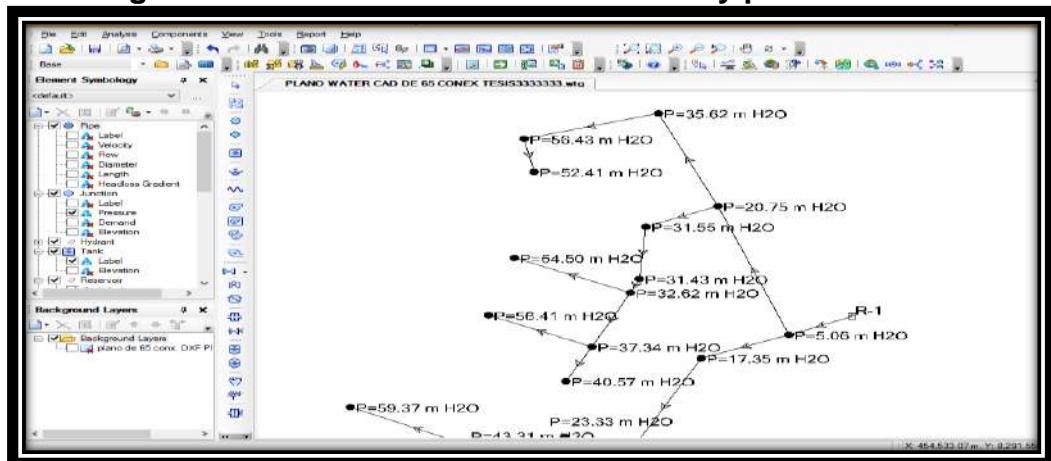


Fuente: propia del autor

### 5.6.7 Restricciones de Diseño

Para que el software diseñe las redes se requiere darle restricciones, en este caso, estas serán los parámetros máximos y mínimos de velocidades y de presiones que dicta el reglamento nacional de edificaciones y resolución ministerial N 173-2016, Para las velocidades se ingresó como velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima 3.00 m/s asimismo para presiones minima.de 5 mH2O y máxima 60 mH2O como se muestra en la figura 36.

**Figura 36. Restricciones de velocidades y presiones**



Fuente: propia del autor

### 5.6.8 Reportes del Watercad v8 i`

En los anexos de la pág. 127y 128, se muestra los planos de redes de distribución con su respectivo reservorio

A continuación mostramos en la tabla 31, las longitudes de las tuberías clasificadas por su diámetro, cabe indicar que en este reporte están incluidas las tuberías de toda la Parcialidad de Chillcapata, en el cual todas son de material de PVC y son de clase 10, soportando presiones de entre 5 y 60 m.c.a, cumpliendo así con el RNE y la Resolución Ministerial N 173-2016.

**Tabla 31. Reporte del Wátercad v8i en el Sistema 1- Tuberías**

Label	Material	Length (m)	Diameter Int. (mm)	Diameter (pulg)	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Headloss Gradient (m/m)	Velocity (m/s)
P-1	PVC	168.03	43.4	1 1/2	150	0.233723	0.001	0.16
P-2	PVC	124.7	22.9	3/4	150	0.068169	0.002	0.17
P-3	PVC	112.14	22.9	3/4	150	0.058431	0.001	0.14
P-4	PVC	40.88	22.9	3/4	150	0.038954	0.001	0.09
P-5	PVC	62.46	29.4	1	150	0.146077	0.002	0.22
P-6	PVC	65.79	29.4	3/4	150	0.136338	0.002	0.20
P-7	PVC	18.32	29.4	1	150	0.116862	0.001	0.17
P-8	PVC	103.86	22.9	3/4	150	0.019477	0.000	0.05
P-9	PVC	72.71	22.9	3/4	150	0.058431	0.001	0.14
P-10	PVC	91.64	22.9	3/4	150	0.009738	0.000	0.02
P-11	PVC	48.85	22.9	3/4	150	0.029215	0.000	0.07
P-12	PVC	75.65	43.4	1 1/2	150	0.389538	0.002	0.26
P-13	PVC	134.4	43.4	1 1/2	150	0.3798	0.002	0.26

P-14	PVC	112.7	22.9	3/4	150	0.136338	0.007	0.33
P-15	PVC	10.59	22.9	3/4	150	0.019477	0.000	0.05
P-16	PVC	30.69	22.9	3/4	150	0.009738	0.000	0.02
P-17	PVC	54.58	22.9	3/4	150	0.107123	0.004	0.26
P-18	PVC	135.9	22.9	3/4	150	0.068169	0.002	0.17
P-19	PVC	71.66	22.9	3/4	150	0.019477	0.000	0.05
P-20	PVC	22.92	22.9	3/4	150	0.029215	0.000	0.07
P-21	PVC	56.67	29.4	1	150	0.214246	0.005	0.32
P-22	PVC	59.08	22.9	3/4	150	0.194769	0.013	0.47
P-23	PVC	10.05	22.9	3/4	150	0.165554	0.010	0.40
P-24	PVC	119.5	22.9	3/4	150	0.019477	0.000	0.05
P-25	PVC	39	22.9	3/4	150	0.116862	0.005	0.28
P-26	PVC	59.87	22.9	3/4	150	0.097385	0.004	0.24
P-27	PVC	72.43	22.9	3/4	150	0.068169	0.002	0.17
P-28	PVC	68.88	22.9	3/4	150	0.048692	0.001	0.12
P-29	PVC	71.55	22.9	3/4	150	0.029215	0.000	0.07
P-30	PVC	64.75	22.9	3/4	150	0.009738	0.000	0.02
P-31	PVC	10	43.4	1 1/2	150	-0.633	0.005	0.43

Fuente: Propia del autor



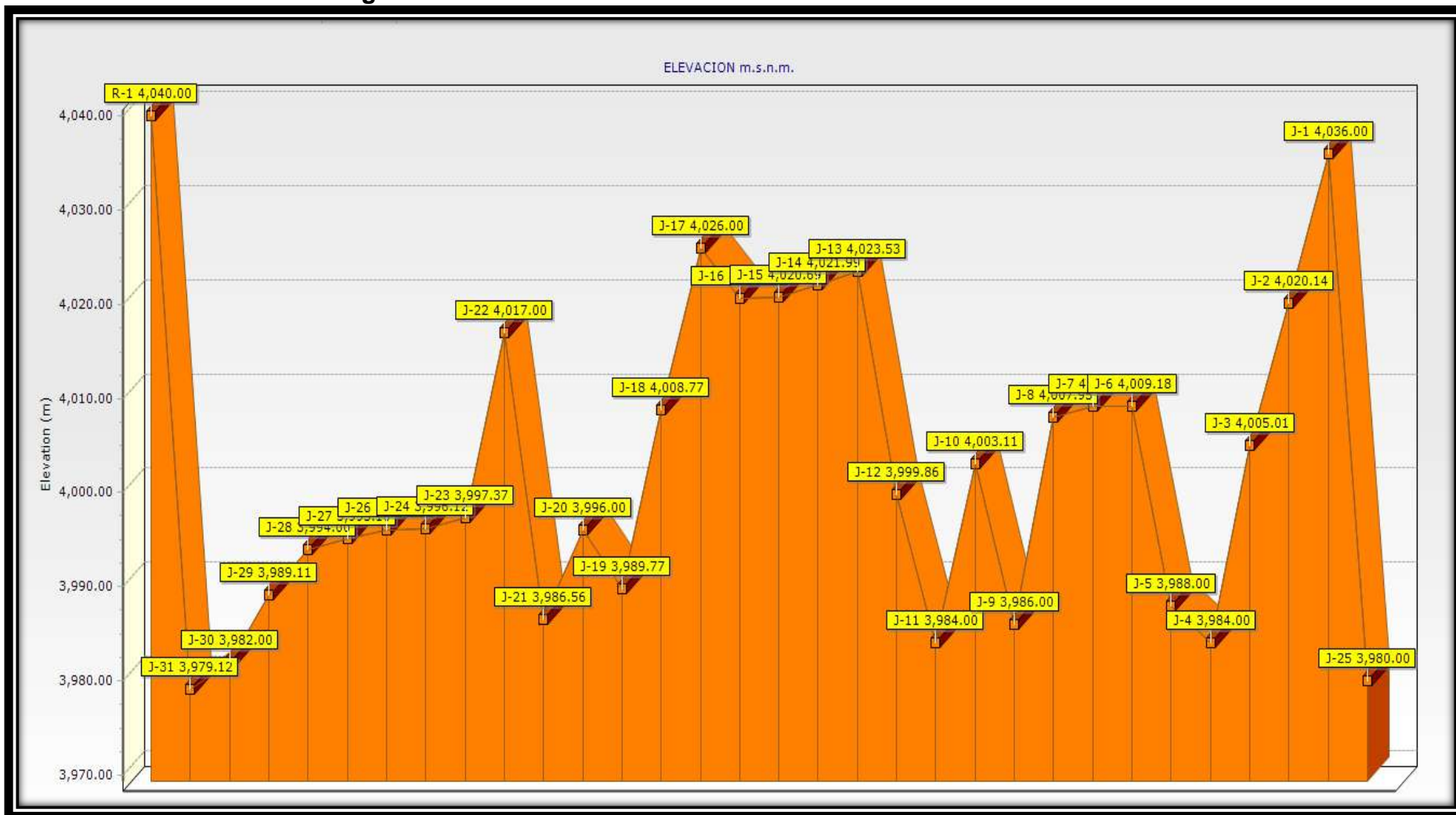
**Tabla 32. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 1- Nodos**

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)
J-1	4,036.00	0.00973846	5.06	454,492.94	8,291,381.81
J-2	4,020.14	0.01947692	20.75	454,437.24	8,291,539.55
J-3	4,005.01	0.00973846	35.62	454,390.62	8,291,653.17
J-4	3,984.00	0.01947692	56.43	454,285.37	8,291,621.76
J-5	3,988.00	0.03895385	52.41	454,293.19	8,291,581.68
J-6	4,009.18	0.00973846	31.55	454,380.86	8,291,514.45
J-7	4,009.17	0.01947692	31.43	454,375.68	8,291,450.11
J-8	4,007.95	0.03895385	32.62	454,368.61	8,291,433.26
J-9	3,986.00	0.01947692	54.50	454,277.60	8,291,476.08
J-10	4,003.11	0.01947692	37.34	454,338.51	8,291,367.18
J-11	3,984.00	0.00973846	56.41	454,257.49	8,291,405.89
J-12	3,999.86	0.02921538	40.57	454,318.11	8,291,324.86
J-13	4,023.53	0.00973846	17.35	454,424.17	8,291,353.14
J-14	4,021.99	0.02921538	18.61	454,366.12	8,291,233.55
J-15	4,020.69	0.00973846	19.15	454,316.88	8,291,130.60
J-16	4,020.57	0.00973846	19.27	454,312.61	8,291,120.52
J-17	4,026.00	0.00973846	13.85	454,327.18	8,291,096.01
J-18	4,008.77	0.03895385	30.82	454,267.87	8,291,150.54
J-19	3,989.77	0.01947692	49.52	454,142.10	8,291,105.87
J-20	3,996.00	0.01947692	43.29	454,166.19	8,291,038.37
J-21	3,986.56	0.02921538	52.72	454,120.35	8,291,097.90

J-22	4,017.00	0.01947692	23.33	454,317.31	8,291,256.89
J-23	3,997.37	0.02921538	42.16	454,262.63	8,291,233.08
J-24	3,996.12	0.02921538	43.31	454,253.51	8,291,240.38
J-25	3,980.00	0.01947692	59.37	454,149.18	8,291,292.90
J-26	3,996.00	0.01947692	43.23	454,235.13	8,291,204.34
J-27	3,995.10	0.02921538	43.91	454,179.74	8,291,182.44
J-28	3,994.00	0.01947692	44.87	454,109.12	8,291,189.97
J-29	3,989.11	0.01947692	49.69	454,042.74	8,291,170.83
J-30	3,982.00	0.01947692	56.75	454,024.61	8,291,103.16
J-31	3,979.12	0.00973846	59.62	454,021.18	8,291,038.32

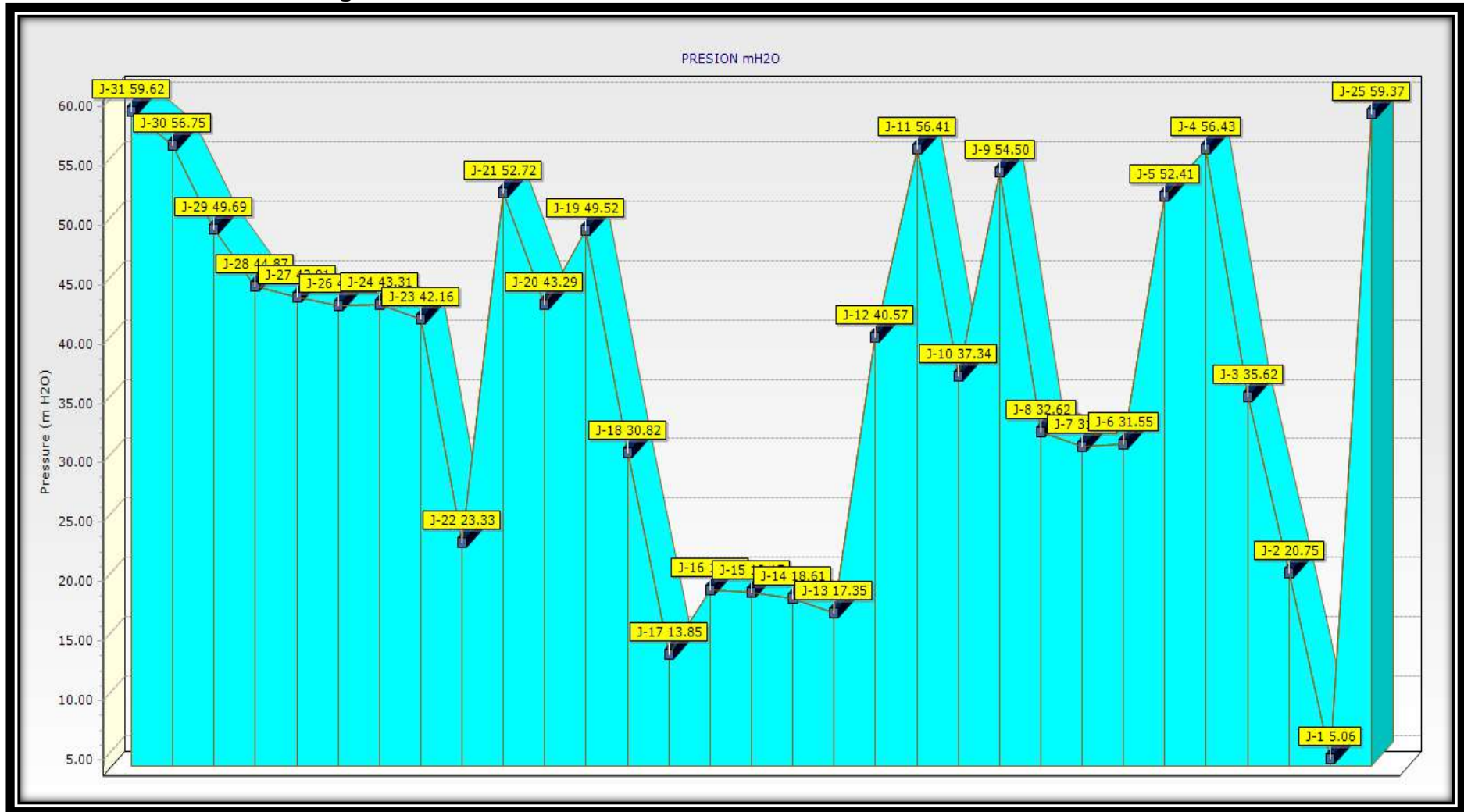
**Fuente: Propia del autor**

Figura 37. Perfil del sistema 1 – Elevación simuladas en el Watercad v8i



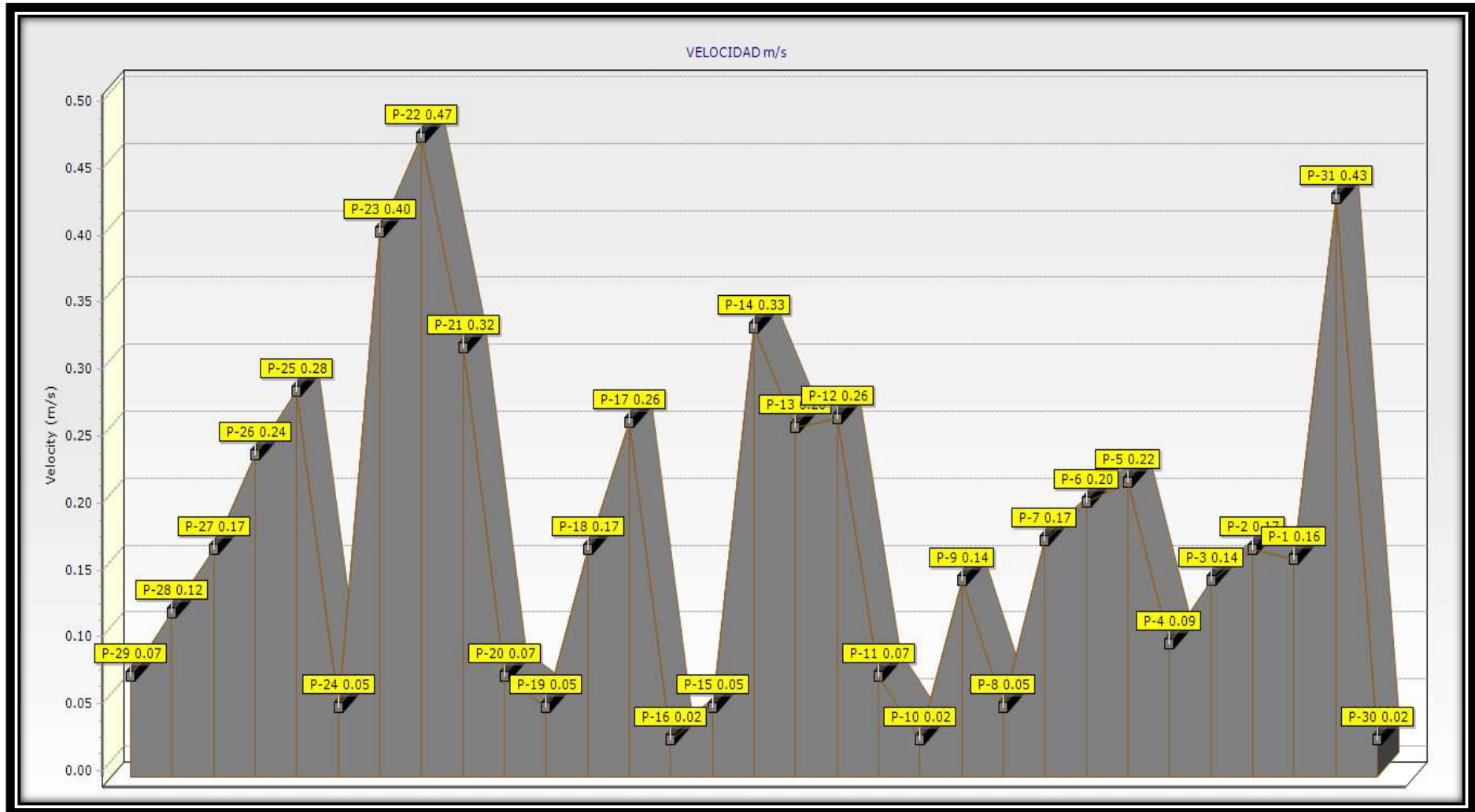
Fuente: Propia del autor

Figura 38. Perfil del sistema 1 – Presión simuladas en el Watercad v8i



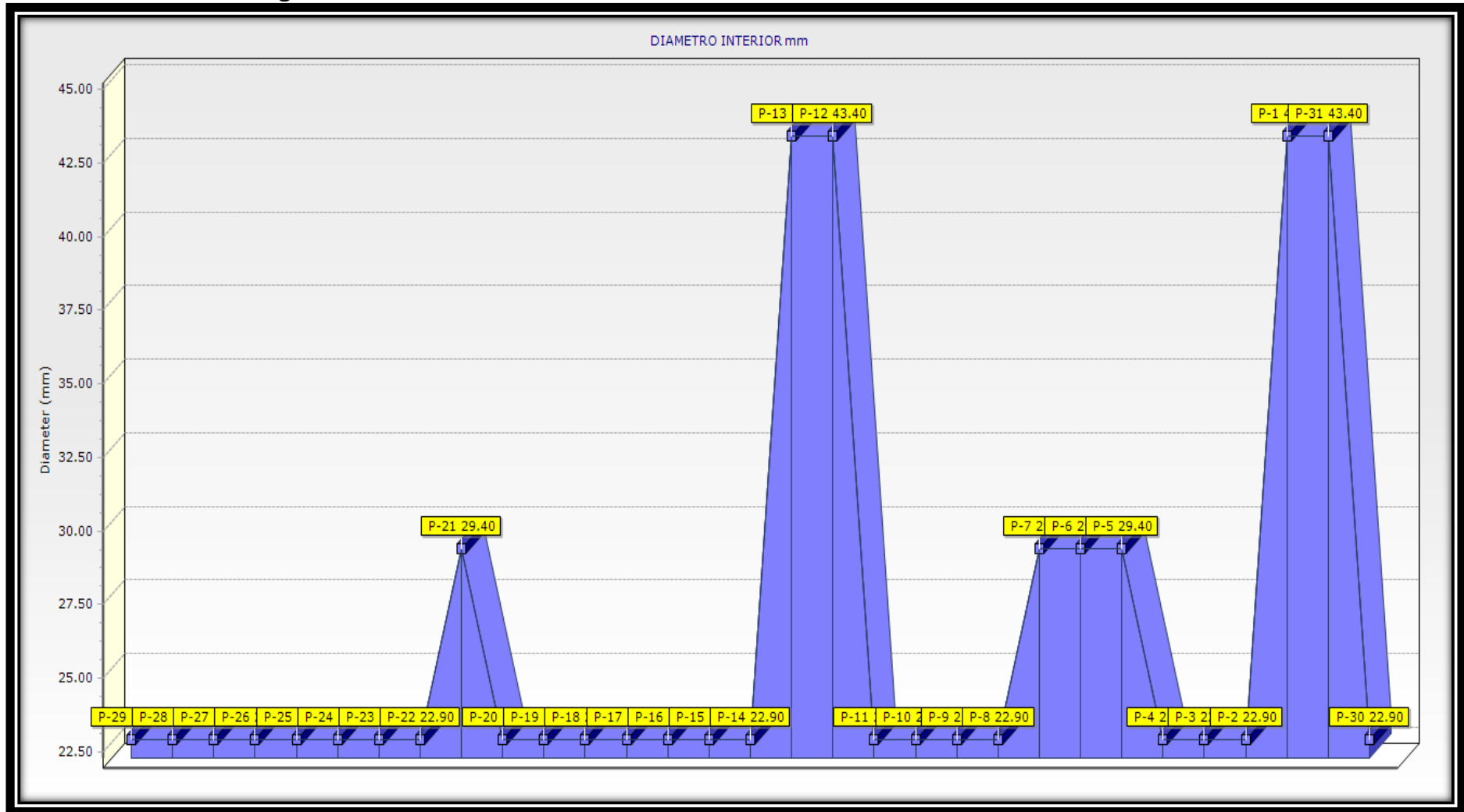
Fuente: Propia del autor

Figura 39. Perfil del sistema 1-Velocidad simuladas en el Watercad v8i



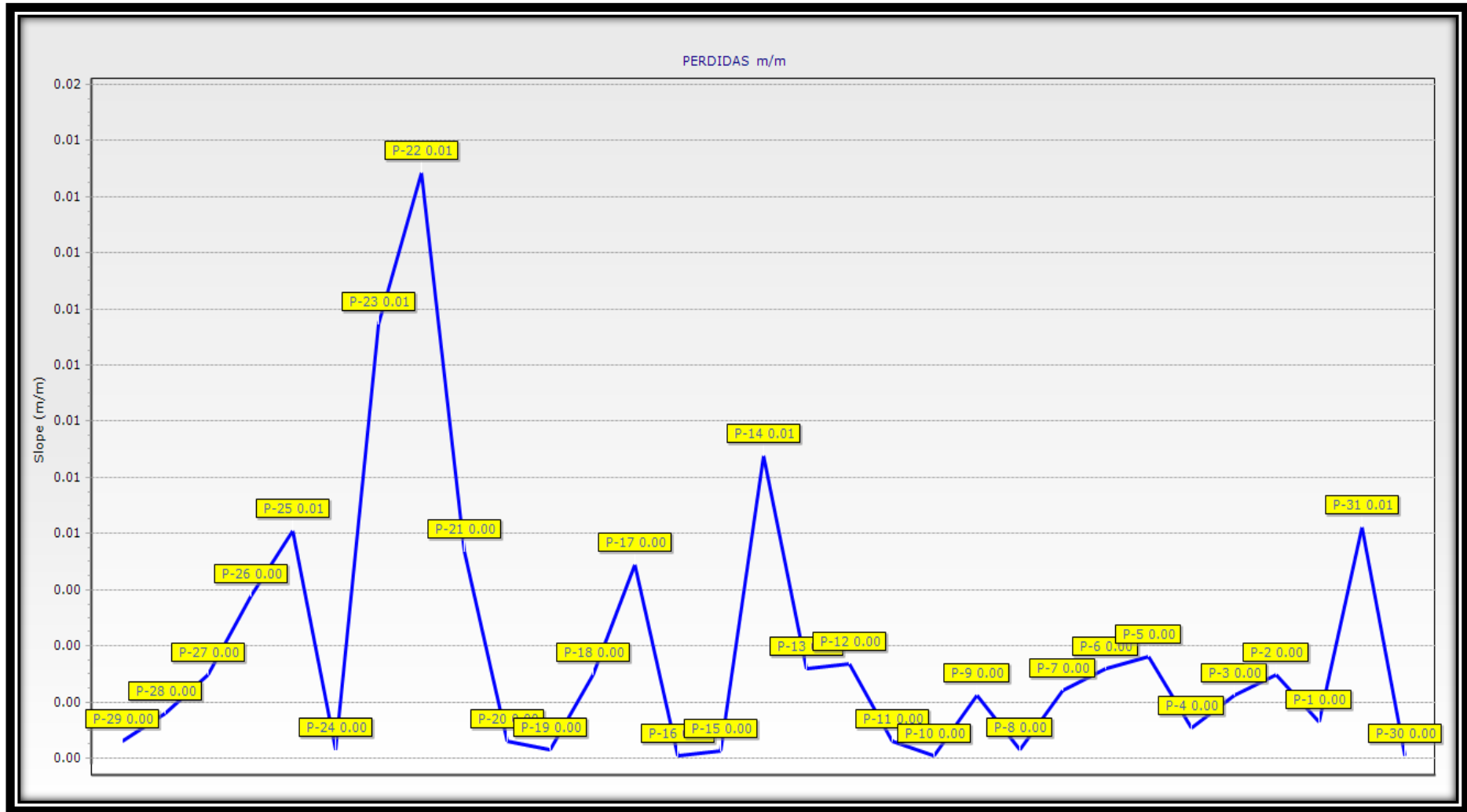
Fuente: Propia del autor

Figura 40. Perfil del sistema 1 - Diámetro interior simuladas en el Watercad v8i



Fuente: Propia del autor

Figura 41. Perfil del sistema 1 – Pérdidas en la Tubería en el Watercad v8i



Fuente: Propia del autor

**Tabla 33. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 2- tuberías**

Label	Material	Length (m)	Diameter Int. (mm)	Diameter Int. (pulg)	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Headloss Gradient (m/m)	Velocity (m/s)
P-1	PVC	21.05	43.40	1 1/2	150	0.51618661	0.004	0.35
P-2	PVC	102.52	43.40	1 1/2	150	0.49670784	0.003	0.34
P-3	PVC	55.64	43.40	1 1/2	150	0.47722912	0.003	0.32
P-4	PVC	46.95	22.90	3/4	150	0.01947874	0.000	0.05
P-5	PVC	91.49	29.40	1	150	0.43827163	0.017	0.65
P-6	PVC	49.72	29.40	1	150	0.42853222	0.017	0.63
P-7	PVC	68.38	29.40	1	150	0.40905351	0.015	0.60
P-8	PVC	90.16	22.90	3/4	150	0.37009601	0.043	0.90
P-9	PVC	45.36	22.90	3/4	150	0.02921811	0.000	0.07
P-10	PVC	49.33	22.90	3/4	150	0.32139920	0.033	0.78
P-11	PVC	25.51	22.90	3/4	150	0.29218108	0.028	0.71
P-12	PVC	44.57	22.90	3/4	150	0.26296296	0.023	0.64
P-13	PVC	37.94	22.90	3/4	150	0.02921811	0.000	0.07
P-14	PVC	27.91	22.90	3/4	150	0.19478738	0.013	0.47
P-15	PVC	45.70	22.90	3/4	150	0.17530865	0.011	0.43
P-16	PVC	56.77	22.90	3/4	150	0.05843622	0.001	0.14
P-17	PVC	29.04	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-18	PVC	159.92	22.90	3/4	150	0.06817558	0.002	0.17
P-19	PVC	42.81	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-20	PVC	4.00	43.40	1 1/2	150	0.78888889	0.008	0.53
P-21	PVC	114.53	29.40	1	150	0.33113855	0.010	0.49



P-22	PVC	55.16	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-23	PVC	97.71	22.90	3/4	150	0.26296296	0.023	0.64
P-24	PVC	151.98	22.90	3/4	150	0.22400548	0.017	0.54
P-25	PVC	34.14	22.90	3/4	150	0.18504801	0.012	0.45
P-26	PVC	46.93	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-27	PVC	36.79	22.90	3/4	150	0.11687244	0.005	0.28
P-28	PVC	58.83	22.90	3/4	150	0.06817558	0.002	0.17
P-29	PVC	25.99	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-30	PVC	100.89	43.40	1 1/2	150	0.42853225	0.002	0.29
P-31	PVC	85.74	29.40	1	150	0.39931413	0.015	0.59
P-32	PVC	38.23	22.90	3/4	150	0.07791495	0.002	0.19
P-33	PVC	59.03	22.90	3/4	150	0.04869684	0.001	0.12
P-34	PVC	54.12	22.90	3/4	150	0.28244171	0.026	0.69
P-35	PVC	80.62	22.90	3/4	150	0.25322359	0.021	0.61
P-36	PVC	70.32	22.90	3/4	150	0.08765432	0.003	0.21
P-37	PVC	47.85	22.90	3/4	150	0.05843622	0.001	0.14
P-38	PVC	31.84	22.90	3/4	150	0.02921811	0.000	0.07
P-39	PVC	117.34	22.90	3/4	150	0.13635117	0.007	0.33
P-40	PVC	70.87	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-41	PVC	22.08	22.90	3/4	150	0.06817558	0.002	0.17
P-42	PVC	89.15	22.90	3/4	150	0.03895748	0.001	0.09
P-43	PVC	6.00	43.40	1 1/2	150	- 1.31481488	0.020	0.89

Fuente: Propia del autor

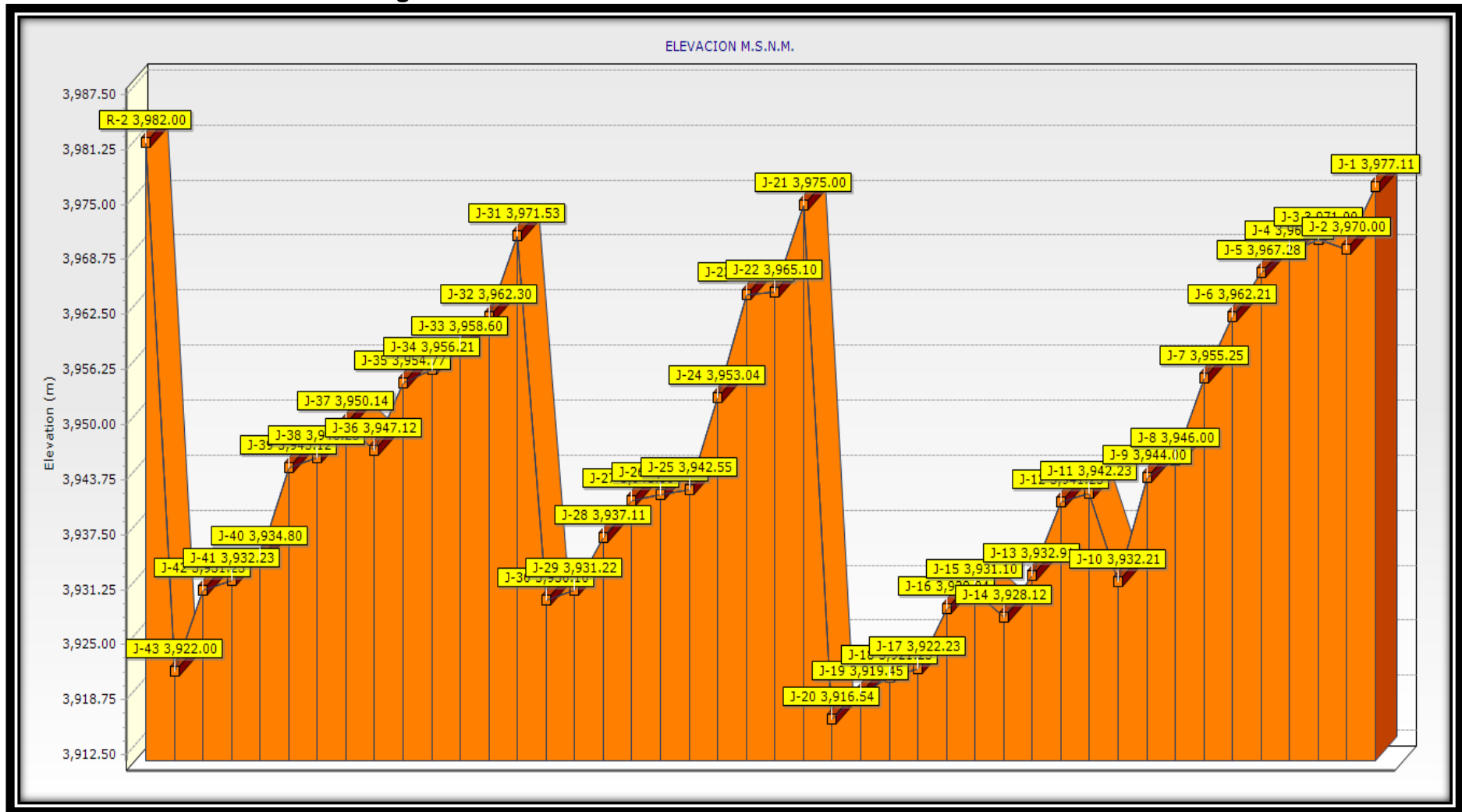
**Tabla 34. Reporte del Watercad v8i en el Sistema 2- nodos**

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)
J-1	3977.11	0.0097394	5.87	454,077.69	8,291,108.22
J-2	3970.00	0.0194787	12.89	454,082.67	8,291,128.68
J-3	3971.00	0.0194787	11.56	454,047.16	8,291,224.86
J-4	3969.53	0.0194787	12.85	454,052.28	8,291,280.27
J-5	3967.28	0.0194787	15.09	454,056.43	8,291,327.04
J-6	3962.21	0.0097394	18.58	453,961.09	8,291,287.66
J-7	3955.25	0.0194787	24.70	453,914.14	8,291,304.03
J-8	3946.00	0.0389575	32.89	453,848.52	8,291,323.27
J-9	3944.00	0.0194787	31.03	453,759.32	8,291,310.17
J-10	3932.21	0.0292181	42.78	453,750.24	8,291,265.72
J-11	3942.23	0.0292181	31.17	453,710.15	8,291,306.28
J-12	3941.23	0.0292181	31.47	453,697.97	8,291,283.86
J-13	3932.91	0.0389575	38.76	453,657.42	8,291,265.37
J-14	3928.12	0.0292181	43.52	453,644.14	8,291,300.90
J-15	3931.10	0.0194787	40.20	453,631.63	8,291,254.72
J-16	3929.04	0.0486968	41.77	453,596.05	8,291,226.03
J-17	3922.23	0.0194787	48.49	453,560.32	8,291,270.15
J-18	3921.23	0.0389575	49.46	453,537.09	8,291,252.72
J-19	3919.45	0.0292181	51.04	453,487.00	8,291,109.07
J-20	3916.54	0.0389575	53.92	453,448.54	8,291,090.27
J-21	3975.00	0.0292181	7.94	454,056.40	8,291,113.21
J-22	3965.10	0.0292181	16.64	453,945.12	8,291,140.26

J-23	3964.75	0.0389575	16.96	453,961.57	8,291,192.91
J-24	3953.04	0.0389575	26.46	453,851.17	8,291,167.12
J-25	3942.55	0.0389575	34.37	453,700.08	8,291,183.54
J-26	3942.11	0.0292181	34.40	453,675.72	8,291,159.62
J-27	3941.30	0.0389575	35.18	453,643.06	8,291,193.32
J-28	3937.11	0.0486968	39.21	453,646.18	8,291,137.70
J-29	3931.22	0.0292181	44.98	453,592.25	8,291,114.20
J-30	3930.10	0.0389575	46.08	453,581.45	8,291,137.84
J-31	3971.53	0.0292181	11.16	454,026.22	8,291,016.95
J-32	3962.30	0.0389575	19.12	453,940.88	8,291,025.20
J-33	3958.60	0.0292181	22.72	453,929.89	8,290,988.58
J-34	3956.21	0.0486968	25.05	453,880.31	8,290,956.54
J-35	3954.77	0.0292181	25.23	453,889.16	8,291,041.14
J-36	3947.12	0.0292181	31.16	453,808.56	8,291,039.91
J-37	3950.14	0.0292181	27.94	453,805.57	8,291,110.16
J-38	3946.23	0.0292181	31.77	453,757.74	8,291,108.88
J-39	3945.12	0.0292181	32.87	453,756.45	8,291,140.69
J-40	3934.80	0.0292181	42.67	453,691.28	8,291,036.08
J-41	3932.23	0.0389575	45.18	453,688.97	8,291,106.92
J-42	3931.23	0.0292181	46.19	453,669.34	8,291,033.55
J-43	3922.00	0.0389575	55.34	453,613.66	8,290,963.93

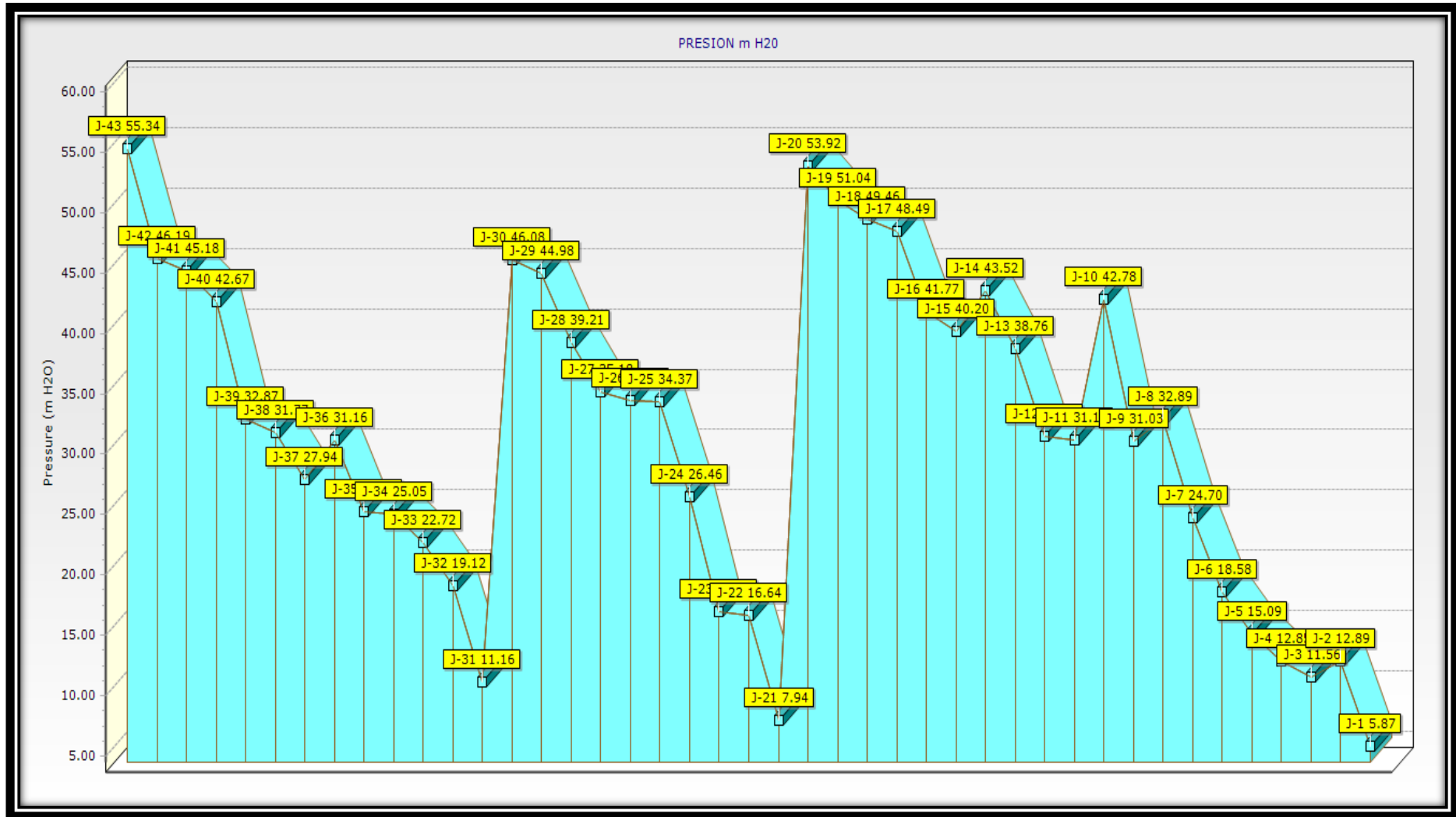
Fuente: Propia del autor

Figura 42. Perfil del sistema 2 – Elevación simuladas en el Watercad v8i



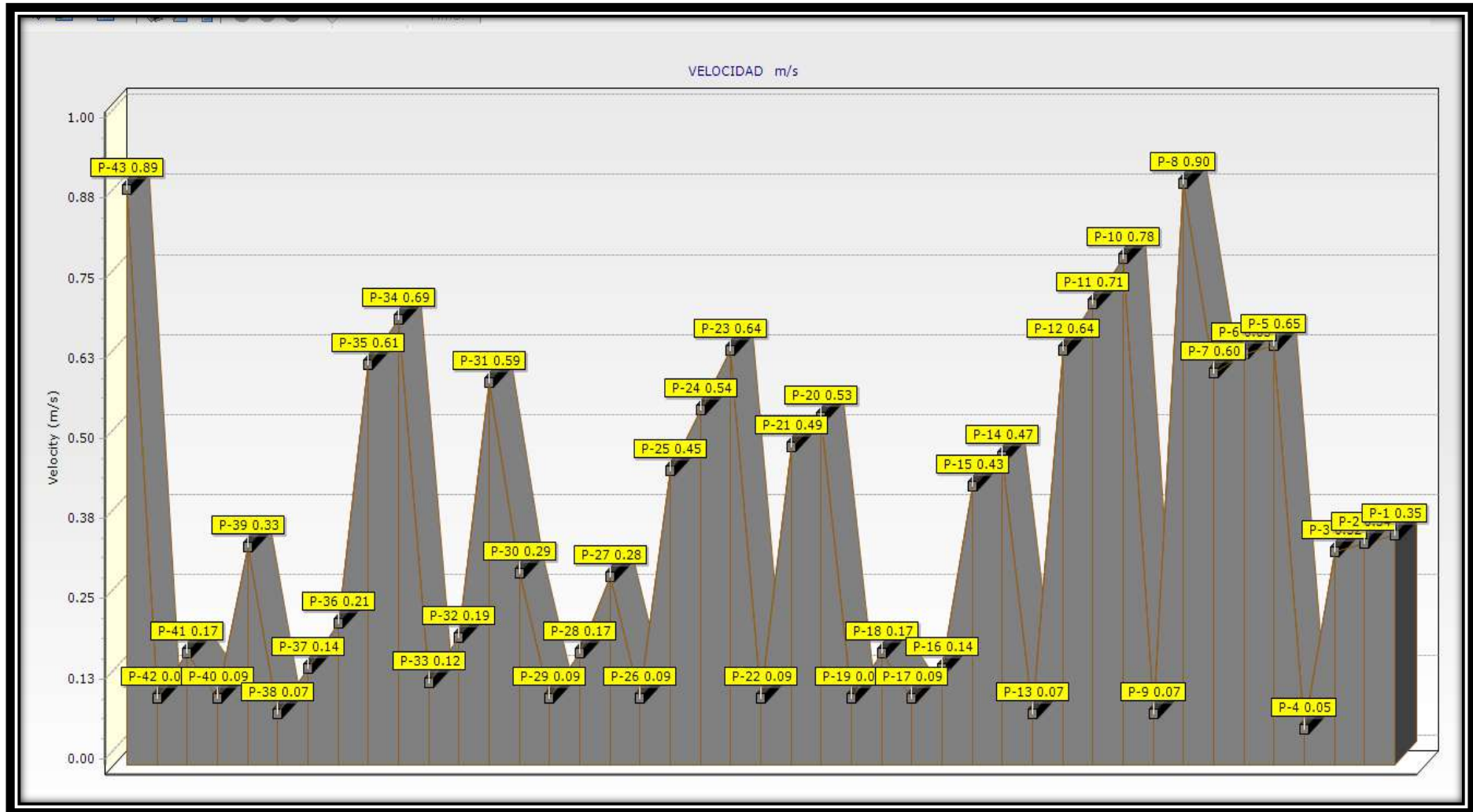
Fuente: Propia del autor

Figura 43. Perfil del sistema 2- Presión simuladas en el Watercad v8i



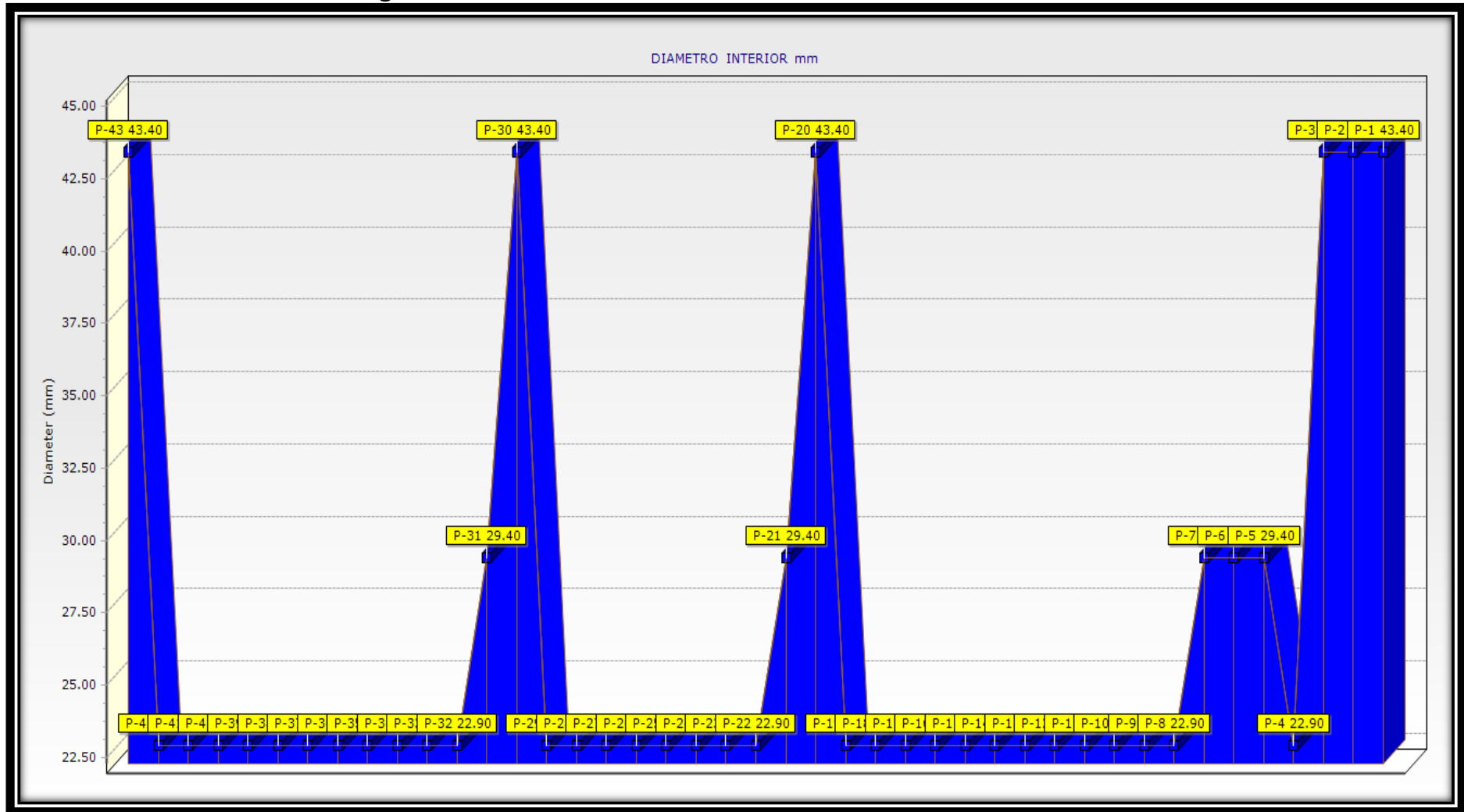
Fuente: Propia del autor

Figura 44. Perfil del sistema 2-Velocidad simuladas en el Watercad v8i



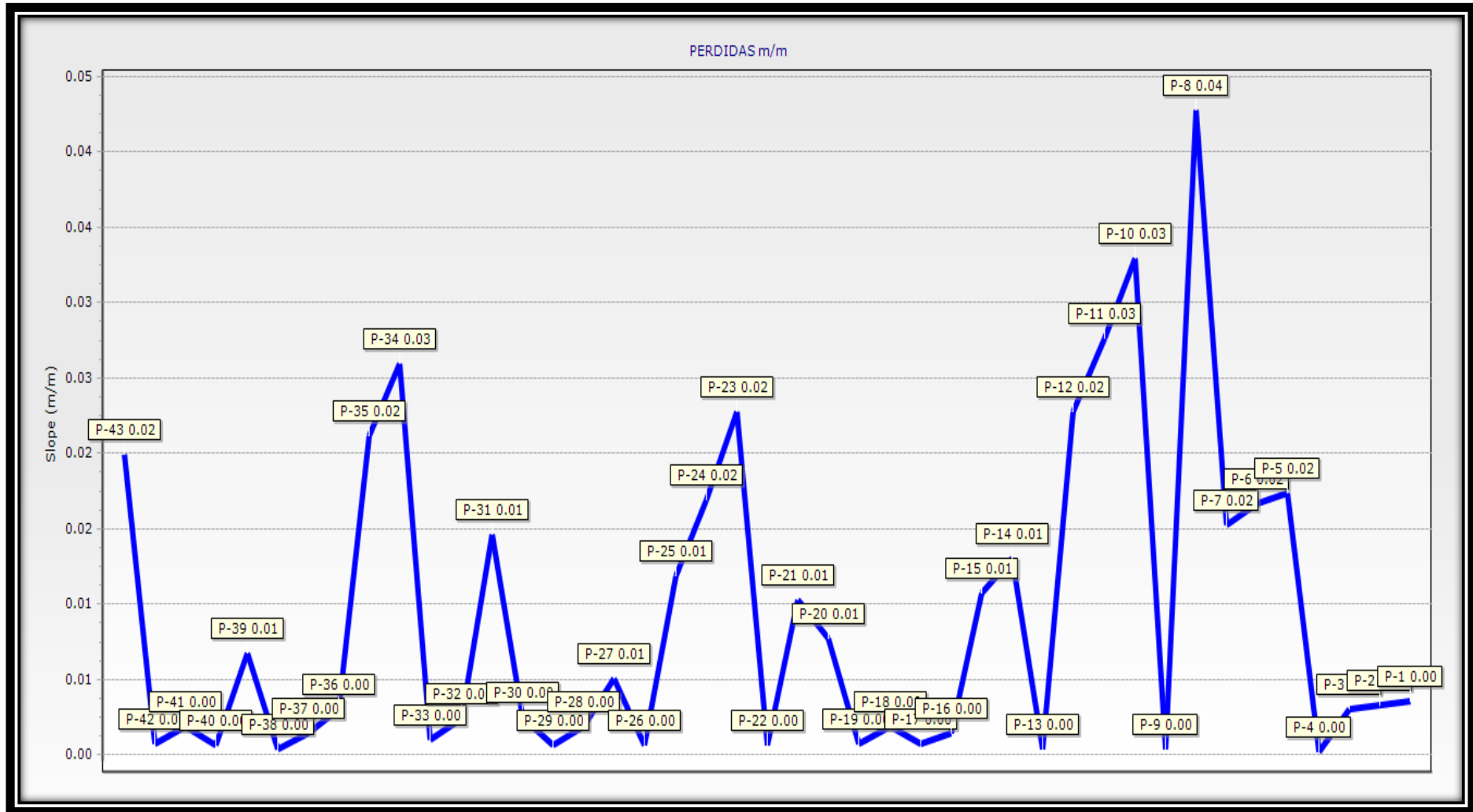
Fuente: Propia del autor

Figura 45. Perfil del sistema 2- simuladas en el Watercad v8i



Fuente: Propia del autor

Figura 46. Perfil del sistema 2- simuladas en el Watercad v8i



Fuente: Propia del autor



## 5.7 DISEÑO DE ALCANTARILLADO (BIODIGESTOR)

### 5.7.1 Población Considerada

P= 4 Hab.

### 5.7.2 Cálculos Hidráulicos

DATOS		
Dotación de agua potable:	80	l/hab/día
Tiempo de retención Hidráulica (Tr):	5	días
% de Aguas residuales (%Ar):	0.20	(%)Dot.Agua Potable
Caudal Unitario de Aguas Residuales (Qu Ar):	22	l/hab/día

a) Caudal de estimación aguas residuales (Q1)

$$Q_1 = \frac{D * \% Ar * Pf}{86400}$$

$$Q_1 = 0.0007 \text{ L/s}$$

$$Q_1 = 0.06 \text{ m}^3/\text{día}$$

b) Carga de mezcla diaria de entrada

$$C_{md} = Q_{Ar} * P$$

$$C_{md} = 88.00 \text{ L/día}$$

c) Volumen líquido teórico

$$V_{lt} = C_{md} * T_r$$

$$V_{lt} = 440.00 \text{ litros}$$

d) Volumen gaseoso teórico

$$V_{gt} = \frac{V_{lt}}{3}$$

$$V_{gt} = 146.67 \text{ litros}$$

e) Volumen total requerido para el biodigestor

$$V_T = V_{lt} + V_{gt}$$

$V_T =$	586.67	litros
---------	--------	--------

### 5.7.3 Dimensionamiento del Biodigestor

Tanque comercial seleccionado: Se considera un biodigestor de 600 litros

a) Volumen liquido

$$V_l = 75\% V_T$$

$$V_l = 450 \text{ litros}$$

b) Volumen gaseoso

$$V_g = 25\% V_T$$

$$V_g = 150 \text{ litros}$$

b) Tiempo de retención hidráulico

$$T_r = \frac{V_l}{C_{md}}$$

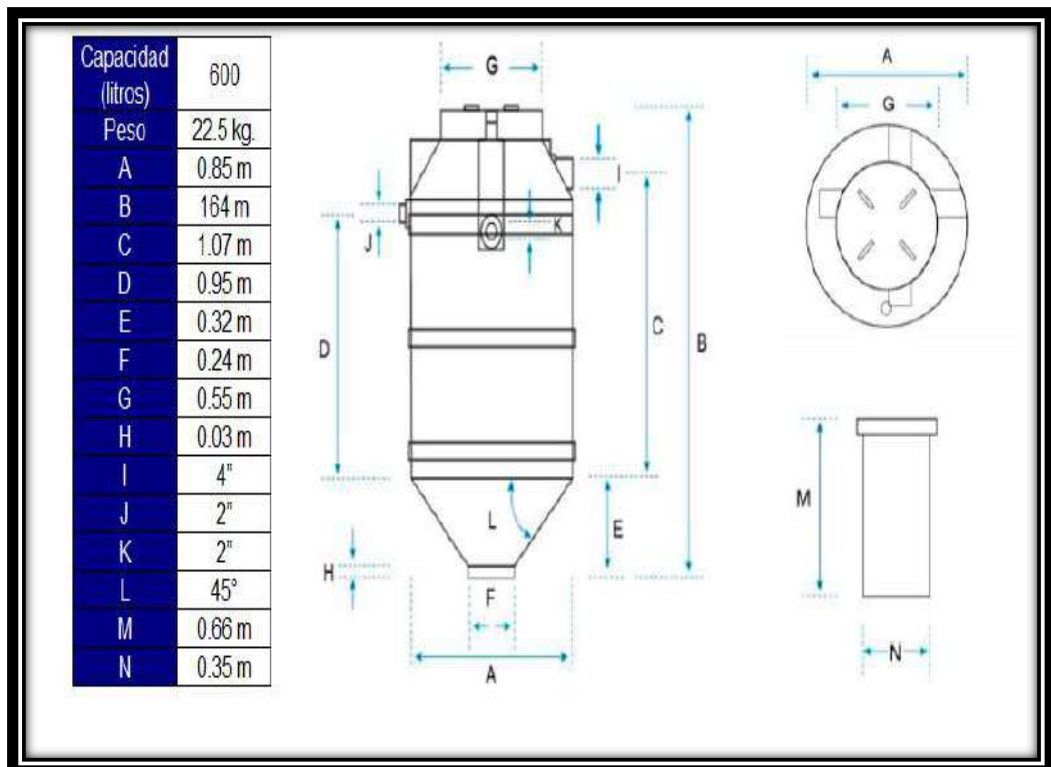
$$T_r = 5.1 \text{ dias}$$

$$T_r > T_{r \text{ min}}$$

$$5.1 > 5 \quad \text{CUMPLE}$$

Estos valores indican que el Biodigestor comercial Seleccionado es adecuado.

**Tabla 35. Cuadro de capacidad del biodigestor de 600 litros**



Fuente: Propia del autor

## CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto, diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima, no generara daños en la población, por lo tanto mejorara la calidad de vida de los pobladores, considerando un sistema por gravedad para una población futura de 1052 habitantes.

Se obtuvo una muestra tomada del manantial donde los resultados cumplen con los límites máximos permisibles por la OMS y el Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A. Donde se determinó un PH de 6.81 y de igual manera no se ha obtenido presencia de coliformes, por lo tanto es factible para el consumo de agua hacia los beneficiarios.

El Watercad V8i es una herramienta de modelaje que se utiliza para obtener parámetros de diseño en las redes de agua potable mediante simulaciones hasta generar una que cumpla con los parámetros de diseño. Donde se determinó las presiones que se encuentran dentro del rango de 5 a 60 m.c.a, utilizando tuberías de PVC clase 10 con diámetros de 1 1/2", 1" y 3/4", de igual manera se calculó las velocidades que son inferiores a 0.6 m/s debido a que el consumo de los habitantes es muy bajo, por tanto se da conformidad al diseño de redes de distribución de agua potable, teniendo en cuenta con el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Resolución Ministerial de Vivienda N° 173-2016 Cap. V.

Con el uso del biodigestor de capacidad 0.6 m<sup>3</sup> mejoraría el sistema de Saneamiento Básico con arrastre hidráulico para una sola vivienda integrados de 4 personas, ya que se obtiene mayores beneficios, en vista que el sistema tiene un periodo de diseño de 20 años, puesto que una buena calidad de efluente, estabilidad del proceso, no genera olores y se realizara un mantenimiento sencillo.

## RECOMENDACIONES

Para poder realizar un diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado para zonas rurales deberá aplicar estrictamente las normas y reglamentos vigentes, antes de proceder el diseño, se debe contar necesariamente con la información topográfica e hidrogeología de la zona que se realizara el proyecto y verificar las características del terreno.

Sería conveniente que las autoridades del sector salud publica mantengan un programa permanente respecto al monitoreo de la calidad del agua, con la finalidad de evitar dar mal uso a la misma, de igual forma es recomendable hacer llegar a la población, el conjunto de normas de educación sanitaria o en todo caso a través del jass a brindar charlas, para el uso correcto de las instalaciones sanitarias

. Es importante el uso de este Software watercad v8i, tanto para el diseño y comprobación de los datos obtenidos y los datos propuestos en la vida real, asimismo permite obtener la solución económicamente viable de acuerdo a los costos actuales del mercado, de igual manera, permite generar diferentes escenarios en los cuales se podrán variar diferentes elementos que componen la red tales como: diámetro y material de tuberías, restricciones de velocidad, etc.

Es conveniente implementar el Biodigestor porque estaríamos no solo ayudando a la población, sino también al medio ambiente, ya que esta planta de tratamiento primario es muy económico y se deben ubicar en zonas donde el tráfico de personas o animales no sea continuo, asimismo se realiza hacer un mantenimiento cada 5 meses. Asimismo los lodos nunca deben ser enviados al drenaje, barrancas, cuerpos de agua como ríos, lagos, también es recomendable rellenar con agua después de extraer los lodos y lavarse las manos perfectamente después de cada mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguero, R. (julio de 1993). Sistemas De Abastecimiento Por Gravedad Sin Tratamiento. Obtenido de <http://es.slideshare.net/yanethyovana/agua-potable-parapoblacionesruralesroger-aguero-pittman>

Alvarado, P. (25 de julio de 2013). Estudios y diseños del sistema de agua potable del. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>

Arias, M. (2003). sistema de alcantarillados. quito: unilit.

Batrez, J. (ENERO de 2010). Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño Del Alcantarillado Sanitario Y De Aguas Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen, Departamento De Chalatenango. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/11227699.pdf>

Brieri, F. (2012). Distribucion De Agua Potable Y Colecta De Desagues Y De Agua De Lluvia. Toronto: Fereday.

Campos, I. (2012). Sanemaiento Ambiental. San Jose: Universidad Estatatal A Distancia.

Canaza, C. O. (2013). Mejoramiento, Ampliación del servicio de Agua Potable y letrinas Sanitarias en la Parcialidad de Chillcapata. <http://ofi4.mef.gob.pe/bp/ConsultarPIP/frmConsultarPIP.asp?accion=consultar&txtCodigo=208798>

Concha & Guillen, J. &. (2014). Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Aguapotable. Obtenido de [file:///C:/Users/Admin/Downloads/concha\\_hjd%20\(11\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/concha_hjd%20(11).pdf)

Cualla, r. I. (1998). diseño de abastecimiento de agua. villeta: limusa.

Cueva, B. (julio de 2012). Obtención De Biogas De Estiércol Porcino Y Restos Vegetales Por Fermentación Semicontinua. Obtenido de [http://tesis.unjbg.edu.pe:8080/bitstream/handle/unjbg/128/22\\_Cueva\\_Ancalla\\_B\\_L\\_FACI\\_Biologia\\_Microbiologia\\_2012.pdf?sequence=1](http://tesis.unjbg.edu.pe:8080/bitstream/handle/unjbg/128/22_Cueva_Ancalla_B_L_FACI_Biologia_Microbiologia_2012.pdf?sequence=1)

Felipa, G. R. (1992). diseño introduccion de agua potale. jutiapa: alfaomega.

Flores, A. (Agosto de 2012). Reservorio Y Prospeccion. Obtenido de [http://es.slideshare.net/aideefloresrodriguez/ingenieria-de-reservorio?qid=fbd6e5-20d4-482e-ad92-6afd40b9011c&v=&b=&from\\_search=2](http://es.slideshare.net/aideefloresrodriguez/ingenieria-de-reservorio?qid=fbd6e5-20d4-482e-ad92-6afd40b9011c&v=&b=&from_search=2)

Flores, F. (2014). Analisis Del Problema Del Agua Potable Y Saneamiento: Ciudad De Puno. Altoandin, 4.

Hernandez, A. (2013). Abastecimiento Y Distribucion De Aguas. Madrid: Antonio.

Leon, J. (Marzo de 2014). Control De Incendios Forestales Con Sistemas De Captacion De Agua. Obtenido de [http://es.slideshare.net/JosMara4/sistema-de-captacin-del-agua-de-lluvia-para-el-control-areo-de-incendios-forestales?qid=5d5541ff-b883-45dc-83bb-5e8e10212154&v=&b=&from\\_search=5](http://es.slideshare.net/JosMara4/sistema-de-captacin-del-agua-de-lluvia-para-el-control-areo-de-incendios-forestales?qid=5d5541ff-b883-45dc-83bb-5e8e10212154&v=&b=&from_search=5)

Lopez, R. (2016). calculo de equipos hidromecanicos, compuerta hydraulicas. Madrid: Circulorojo.

Lossio, M. (lunes de Junio de 2012). Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Para Cuatro Poblados Rurales Del Distrito De Lancones . Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2053/ICI\\_192.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2053/ICI_192.pdf?sequence=1)

Martinez, J. (Marzo de 2011). Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para El Barrio El Centro Y Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Para El Barrio La Tejera, Municipio De San Juan Ermita, Departamento De Chiquimula. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3229\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3229_C.pdf)

Mata, J. R. (15 de noviembre de 2014). Comparativa Técnica, Operativa Y Financiera Entreun Sistema De Velocidad Variable Y Un Tanque Elevado En El Abastecimiento De Agua Potable. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5849/Tesis.pdf?sequence=1>

Quispe, G. (2012). Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable por Gravedad y Bombeo. Oruro: Latinas Editores Ltda.

Rodriguez, P. (1992). abastecimiento de agua. quito: macro.

Sanchez, Y. (lunes de julio de 2013). Modelamiento Computarizado de Sistemas de Distribución de Agua con watercad v8i. Obtenido de [https://issuu.com/engcaos/docs/modelamiento\\_computarizado\\_\\_de\\_sist/1](https://issuu.com/engcaos/docs/modelamiento_computarizado__de_sist/1).

Saphores, J. (1997). diseño de tuberías. londres: haeslad.

Valdez, E. C. (1900). abastecimiento de agua potable. quito: limuna.

# **ANEXOS**



# **ANEXOS 1**

## PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1. ¿Es buena la calidad de agua para el consumo humano del manantial de la Parcialidad de Chillcapata?

SI  NO

2. ¿Será posible abastecer a la población con el caudal que surge el manantial?

SI  NO

3. ¿Será bueno utilizar diámetro de diferentes dimensiones para el diseño de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones (RNE)?

SI  NO

4. ¿Es necesario tener reservorios de una buena capacidad que puedan almacenar para la población?

SI  NO

5. ¿Es necesario utilizar un programa de ingeniería para diseñar el sistema de agua y evitar errores mínimos en la población?

SI  NO

6. ¿Es necesario tener un alcantarillado para cada beneficiario como es el biodigestor con un volumen aproximadamente de 600 litros?

SI  NO



**PERÚ**

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

# REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

(DS N° 011-2006-VIVIENDA)

## TITULO II HABILITACIONES URBANAS

### II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

- OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano
- OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano
- OS.060 Drenaje pluvial urbano
- OS.070 Redes de aguas residuales
- OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales
- OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales
- OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria

## TITULO III EDIFICACIONES

### III.3. INSTALACIONES SANITARIAS

- IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones
- IS.020 Tanques sépticos

**PERÚ**Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y SaneamientoViceministerio  
de Construcción  
y SaneamientoDirección  
Nacional de Saneamiento**II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO****NORMA OS.010  
CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO****1. OBJETIVO**

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

**2. ALCANCES**

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

**3. FUENTE**

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químico, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño. La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

**4. CAPTACIÓN**

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

**4.1. AGUAS SUPERFICIALES**

- Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retomar al curso original.
- La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

**4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS**

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

**4.2.1. Pozos Profundos**

- Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- El menor diámetro del foro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.
- La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

#### 4.2.2. Pozos Excavados

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1.50 m.
- c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizando o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 4.2.3. Galerías Filtrantes

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0.60 m/s.
- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

#### 4.2.4. Manantiales

- a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
- b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

## 6. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

### 6.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

#### 6.1.1. Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.



## Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

Dirección General de Salud Ambiental  
Ministerio de Salud  
Lima – Perú  
2011



# Resolución Ministerial

N° 173 -2016-VIVIENDA

Lima, 19 JUL. 2016

## VISTOS:

El Memorándum N° 395-2016/VIVIENDA/MCS/PNSR/DE de la Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, el Memorándum N° 369-2016-VIVIENDA/MCS-DGPRCS e Informe N° 183-2016-VIVIENDA/MCS-DGPRCS-DS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento y de la Dirección de Saneamiento, respectivamente, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;



## CONSIDERANDO:

Que, la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, modificada por el Decreto Legislativo N° 1240, en adelante la Ley General, en el artículo 3 declara de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento, con el propósito de promover el acceso universal de la población, a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad, proteger su salud y el ambiente;



Que, la Ley General en el artículo 2 señala, que la prestación de los servicios de saneamiento comprende la prestación regular de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición sanitaria de excretas, tanto en el ámbito urbano como en el rural;

Que, la citada Ley General en el artículo 6-A, prevé que corresponde a las Municipalidades Distritales y de modo supletorio, a las Municipalidades Provinciales, administrar los servicios de saneamiento en el ámbito rural a través de organizaciones comunales u otras modalidades de gestión alternativas que establezca el ente rector, en aquellos centros poblados rurales que se encuentran fuera del ámbito de responsabilidad de una entidad prestadora, y sólo en los casos y condiciones previstas en la Ley General, su Reglamento y normas complementarias;



Que, el inciso b) del artículo 164 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA, considera como centro poblado rural, a aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes;



Que, la Ley General en el artículo 8 concordante con el artículo 1 de la Ley N° 30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento, modificada por el Decreto Legislativo N° 1240, disponen que al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS, en su condición de Ente Rector del Sector Saneamiento, le corresponde diseñar, normar y ejecutar las políticas nacionales y las acciones sectoriales dentro de su ámbito de competencia;

Que, la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del MVCS en el artículo 6 establece, que el Ministerio es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, que son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional y tiene competencia exclusiva, entre otros, para dictar normas y lineamientos técnicos para la adecuada ejecución y supervisión de las políticas nacionales y sectoriales;



Que, el Reglamento de Organización y Funciones del MVCS, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA modificado por el Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA, prevé en el literal b) del artículo 82 que la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento, tiene entre sus funciones, la de proponer normas, planes, reglamentos, lineamientos, directivas, procedimientos, metodologías, mecanismos y estándares, entre otros, de alcance nacional, en materia de saneamiento, en el marco de las políticas y normas que se vinculen;



Que, con Memorandum N° 395-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/DE de la Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, debidamente sustentado en los Informes N° 120-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/UAL y N° 44-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/UAL/CBG, de la Unidad de Asesoría Legal del PNSR; y los Informes N° 213-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/UDI y N° 019-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/UDI-EPIE-mvera, de la Unidad de Desarrollo de Infraestructura y del Equipo de Preinversión y Estudios UDI – PNSR, respectivamente; y el Memorandum N° 369-2016-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento sustentado en el Informe N° 183-2016-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DS de la Dirección de Saneamiento; se propone la aprobación de la norma: "Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural".



Que, la propuesta normativa para aprobar la "Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural" tiene por finalidad garantizar una adecuada implementación de criterios y requerimientos técnicos mínimos para el diseño de los proyectos de sistemas de







## Resolución Ministerial

abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural del Perú, lo cual permitirá que la población en zonas rurales cuente con servicios de saneamiento en adecuadas condiciones de calidad y sostenibilidad que contribuyan a mejorar su salud, bienestar y calidad de vida;

De conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA modificado por el Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA;



### SE RESUELVE:

**Artículo 1.-** Aprobar la "Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural", la cual en Anexo forma parte integrante de la presente Resolución.



**Artículo 2.-** La norma que se aprueba en el artículo precedente, es de aplicación para la formulación y elaboración de los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y de saneamiento en el ámbito rural del Perú, en los centros poblados rurales que no sobrepasen de dos mil (2,000) habitantes.

**Artículo 3.-** Encargar a la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento realizar las acciones que sean necesarias para la difusión de la norma que se aprueba en el artículo 1 de la presente Resolución.

**Artículo 4.-** Disponer la publicación de la presente Resolución Ministerial y de su anexo, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)), el mismo día de la publicación de dicha Resolución Ministerial en Diario Oficial El Peruano.



### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

**Primera.-** Proyectos con viabilidad y/o expediente técnico aprobados antes de la entrada en vigencia de la presente norma





A los proyectos que se refiere el artículo 2, que a la fecha de entrada en vigencia de la presente norma cuentan con declaratoria de viabilidad y/o expediente técnico aprobado, no les será de aplicación la Guía que se aprueba en el artículo 1, y se rigen por las normas vigentes a la fecha de su presentación.

**Segunda.- Proyectos registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP**

La norma que se aprueba en el artículo 1 de la presente Resolución, rige a partir de la fecha de su publicación para los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y de saneamiento en el ámbito rural, que se encuentren registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública – SNIP.



**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA**

**Única.- Derogatorias**

Derógase la Resolución Ministerial N° 184-2012-VIVIENDA, que aprueba la "Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para los centros poblados del ámbito rural", y su modificatoria Resolución Ministerial N° 065-2013-VIVIENDA, y la Resolución Ministerial N° 002-2015-VIVIENDA que aprueba el Criterio Técnico "densidad poblacional".



**Regístrese, comuníquese y publíquese**



  
FRANCISCO ADOLFO DUMLER CUYA  
Ministro de Vivienda,  
Construcción y Saneamiento

### CAPÍTULO III PARAMETROS DE DISEÑO

#### 1. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO

De acuerdo al ítem 3.2.1 Ubicación de la zona del proyecto del Capítulo II Requisitos para la elaboración de proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento, se considerarán las tres regiones naturales del Perú:

- Costa.
- Sierra.
- Selva.

La ubicación geográfica condicionará principalmente la dotación de abastecimiento de agua para consumo humano y el tipo de fuente predominante.

Se utilizará un código de colores en los árboles de decisión para designar las opciones preferentes en función del ámbito geográfico.

#### 2. PERÍODOS DE DISEÑO

##### 2.1 Determinación

El periodo de diseño se determinará considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- Crecimiento poblacional.
- Capacidad económica para la ejecución de obras.
- Situación geográfica, en especial, zonas inundables.

Debiendo compatibilizar éste con las directivas existentes para los proyectos de inversión pública.

Como año cero del proyecto se considerará la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto.

##### 2.2 Máximos recomendables

Los periodos de diseño máximos para los sistemas de agua y saneamiento serán los siguientes:

- Fuente de abastecimiento 20 años.
- Obra de captación 20 años.
- Pozos 20 años.
- Planta de tratamiento de agua para consumo humano 20 años.
- Reservorio 20 años.
- Tuberías de conducción, impulsión y distribución 20 años.
- Estación de bombeo 20 años.



- Equipos de bombeo 10 años.
- Unidad Básica de Saneamiento (UBS-AH, -C, -CC) 10 años.
- Unidad Básica de Saneamiento (UBS-HSV) 5 años

### 3. POBLACIÓN DE DISEÑO

Para el cálculo de la población de diseño, se aplicará métodos matemáticos o métodos racionales.

Como modelo simplificado, se aplicará el método aritmético, expresado mediante la siguiente formulación:

$$P_d = P_i \cdot \left(1 + \frac{r \cdot T}{100}\right)$$

Donde:

- $P_i$  [habitantes] Población inicial.
- $P_d$  [habitantes] Población de diseño.
- $r$  [%] Índice crecimiento poblacional anual.
- $T$  [años] Período de diseño.

Con respecto al índice de crecimiento poblacional ( $r$ ):

- Se adoptará el específico de la población.
- En caso de no existir éste, se adoptará el relativo a otra población cercana y similar, o bien, la tasa de crecimiento distrital rural.
- En cualquier caso, si el valor es negativo se adoptará una población futura similar a la actual ( $r = 0$ ).

El proyectista podrá adoptar, justificadamente, el método que considere más adecuado para determinar la población de diseño, tomando en cuenta igualmente datos censales del INEI u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional.

En cualquier caso es necesario contar con un padrón de usuarios actualizado a la fecha de formulación del estudio correspondiente (perfil, factibilidad o expediente técnico).

### 4. DISPERSIÓN DE LA POBLACIÓN

Será criterio del ingeniero proyectista determinar si la población se clasifica en:

- Dispersa
- Concentrada

Las consideraciones que tendrá en cuenta el Proyectista para determinar si la población es dispersa, serán las siguientes:

- Poblaciones inferiores a 100 habitantes o que cuenten con menos de 20 viviendas.
- Poblaciones que teniendo más de 20 viviendas presenten una separación media entre ellas superior a 50 m.



## 5. DOTACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### 5.1 Relación con otros parámetros de diseño

La dotación de abastecimiento de agua para consumo humano dependerá de:

- Ámbito geográfico de la población.
- Rendimiento de la fuente en periodo de estiaje, dado que éste deberá ser superior al caudal de diseño.

### 5.2 Dotación de abastecimiento de agua para consumo humano

La dotación deberá ser estimada sobre la base de un "estudio de consumo de agua para el 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:

**Tabla 1:** Dotación de agua según opción de saneamiento

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será de 30lt/hab./día.

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

- Educación primaria 20 lt/alumno x día
- Educación secundaria y superior 25 lt/alumno x día

### 5.3 Dotaciones en casos especiales.

Para soluciones con tecnologías no convencionales de abastecimiento, se asumirá una dotación máxima de 30 litros/ (habitante x día) para el caso de captación de agua de lluvia, y de 20 litros / (familia x día) en el caso de esquemas de abastecimiento especial (filtro de mesa y otros).

Esta dotación de abastecimiento, también se aplicará en situaciones de emergencias y/o desastres.

Esta dotación se destinará al consumo de agua de bebida y preparación de alimentos.





De no existir alguna fuente que cumpla con este último requisito, el proyectista sustentará la selección y ajustará la dotación al caudal disponible.

### 6.3 Necesidad de estaciones de bombeo

La diferencia de niveles entre la fuente de agua y la población, condicionará la existencia o no de estaciones de bombeo. En la medida de lo posible se evitará su uso, salvo que se trate de fuente única.

### 6.4 Calidad de las aguas de la fuente de abastecimiento

La calidad será verificada mediante los resultados de ensayos de laboratorio correspondientes, condicionando la opción tecnológica a seleccionar, ya que determinará si es necesario o no el tratamiento de potabilización.

Se adopta la terminología del D.S. N° 002-2008-MINAM<sup>1</sup> y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, por la cual las aguas superficiales destinadas a la producción de agua para consumo humano se clasifican en:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
- Tipo A3: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Esta clasificación no es aplicable a las aguas subterráneas y atmosféricas de acuerdo con la norma sectorial D.S. N° 023-2009-MINAM (Artículo 2).

Tanto para las aguas superficiales como subterráneas, se deberá verificar que una vez potabilizadas cumplan con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano aprobados por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

## 7. VARIACIONES DE CONSUMO

### 7.1 Consumo máximo diario

El consumo máximo diario,  $Q_{md}$ , se obtendrá de estudios de consumos reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para  $Q_{md}$  se considerará un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , de este modo:

$$Q_p [l/s] = \frac{\text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab día}} \right] \times \text{Población diseño} [\text{hab}]}{86400}$$

$$Q_{md} [l/s] = 1,3 \times Q_p [l/s]$$

<sup>1</sup> Las normas relacionadas en este artículo serán siempre de las normas vigentes o sus modificatorias.



32

## 7.2 Consumo máximo horario

El consumo máximo horario,  $Q_{mh}$ , se obtendrá de estudios de consumos reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para  $Q_{mh}$  se considerará un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ . De este modo:

$$Q_p [l/s] = \frac{\text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab} \cdot \text{día}} \right] \times \text{Población diseño} [\text{hab}]}{86400}$$
$$Q_{mh} [l/s] = 2,0 \times Q_p [l/s]$$

## 8. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO EN LA POBLACIÓN

### 8.1 Inundabilidad

Zona inundable es aquella que por tiempo mayor a 1 semana en un año hidrológico e independientemente del mes, queda inundada por una lámina de agua, sin especial consideración en cuanto a su tirante.

El proyectista realizará el estudio de inundabilidad, evitando la localización de elementos en zona inundable, para las zonas de costa y sierra.

Para la selva, ubicar todos los elementos del sistema a una cota mayor a la media aritmética del nivel máximo de inundación de los diez últimos años.

### 8.2 Permeabilidad

El proyecto verificará esta característica del terreno, si fuera el caso.

El proyecto se desarrollará, según el perfil estratigráfico del terreno y Norma Técnica I.S. 020<sup>2</sup> de tanques sépticos, en una zona con suelo:

- o Permeable:
  - Rápido.
  - Medio.
  - Lento.
- o Impermeable.

### 8.3 Profundidad de la napa freática

El proyecto que incluya como alternativa de saneamiento un sistema de disposición de excretas con arrastre hidráulico se desarrollará en una zona con aguas subterráneas, si la distancia entre el nivel máximo nivel de la napa freática y el fondo de cualquiera de los componentes de saneamiento como: zanja de percolación, pozo de absorción, etc., es mayor a 2 metros. Caso contrario se considera una alternativa de saneamiento in situ del tipo seco (sin arrastre hidráulico).



<sup>2</sup> Las normas relacionadas en este artículo serán siempre de las normas vigentes o sus modificatorias.



## 5. RESERVORIO

### 5.1 Objeto

Fijar los parámetros de diseño para los reservorios, cuya función es suministrar agua para consumo humano y disponer de un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

### 5.2 Glosario

- **Reservorio (o depósito):** Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas. Este revestimiento cumplirá la Norma NSF-61<sup>5</sup>.
- **Revestimiento interior:** Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- **Revestimiento exterior:** Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.

### 5.3 Aspectos generales

El reservorio se diseñará para que funcione exclusivamente como reservorio de cabecera. El reservorio se ubicará lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se ubicará en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Será construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material a utilizar deberá ser el más apropiado para la zona, debiendo realizar un estudio de alternativas teniendo en cuenta distintos tipos de materiales (concreto, ferrocemento, plásticos, metálicos, fibra de vidrio, etc.) así como el costo del traslado y la facilidad del transporte, entre otros factores relevantes.

El reservorio será cubierto, de tipo enterrado, apoyado o elevado. Se protegerá el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio dispondrá de tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

### 5.4 Criterios de diseño

El volumen de almacenamiento será del 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_p$ ), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad será como mínimo del 30% de  $Q_p$ .

Se aplicarán los siguientes criterios:

<sup>5</sup> Las normas relacionadas en este artículo serán siempre de las normas vigentes o sus modificatorias.





## 7. REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 7.1 Objeto

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de las redes de distribución de agua para consumo humano.

### 7.2 Glosario

- **Conexión predial simple:** Aquella que sirve a una sola vivienda o usuario.
- **Conexión predial múltiple:** Es aquella que sirve a varias viviendas o usuarios.
- **Malla:** Contorno cerrado formado por tuberías de la red de distribución por las que circula agua a presión y que no alberga en su interior ningún otro contorno cerrado.
- **Niple:** Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.
- **Pileta de uso público:** grifo o pilón ubicado en la calle u otro lugar público; para abastecer de agua para consumo humano a la población.
- **Presión de prueba (STP):** Es la presión hidráulica interior a la que se prueba la tubería una vez instalada y previo a la Recepción para comprobar su estanquidad.
- **Presión de funcionamiento (OP):** Presión interna que aparece en un instante dado en una sección determinada de la red.
- **Presión de servicio (SP):** Presión interna en la conexión domiciliaria, con caudal nulo en la acometida.
- **Ramal:** Conducción de una red por la que circula agua a presión o en lámina libre, cuyo trazado no forma malla.
- **Red de distribución:** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

### 7.3 Aspectos Generales

Para la red de distribución se cumplirá lo siguiente:

- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se permitirá la instalación de accesorios en forma de cruz y se realizarán siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se corresponderán con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe discurrir, siempre a cota superior a otras redes que pudieran existir de aguas grises o negras, electricidad o teléfono.



### 7.4 Caudales de Diseño

Las redes de distribución se diseñarán para el caudal máximo horario (Qmh).

### 7.5 Velocidades admisibles

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s. En ningún caso podrá ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s.

### 7.6 Trazado

El trazado de la red se ubicará preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se evitarán terrenos vulnerables.

### 7.7 Materiales

Remitirse al ítem 2.7 Materiales del Capítulo V Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.

### 7.8 Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no será mayor de 60 m.c.a.
- De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se considerará el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

### 7.9 Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

- Red ramificada: constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias.
- Red mallada o anillada: Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que una dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se dispondrán a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

El diámetro a utilizarse en la red o línea de alimentación será aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.



#### 1.7.2.4 Tanque séptico

Se construirán siempre que se seleccione este sistema de tratamiento, un tanque séptico teniendo al menos la capacidad para 2 años de funcionamiento. Las paredes serán, generalmente, de ladrillo o bloques de hormigón, y deberá enlucirse en el interior con mortero para impermeabilizarlas. Cabe igualmente su prefabricación en polietileno u otro material. En todo caso, tendrá losas removibles de limpieza y registro de inspección, ubicándose las mismas sobre los dispositivos de entrada y salida.

El diseño y cálculo del volumen del tanque séptico se realizará de acuerdo a la **Norma IS.020 de tanques sépticos**<sup>9</sup>.

El efluente del tanque séptico será dirigido al sistema de descarga que se seleccione: pozos de absorción, zanjas de percolación, etc.

#### 1.7.2.5 Caja de registro

La caja de registro, será obligatoria para la recolección de las aguas grises provenientes de lavatorio, ducha y lavadero de uso múltiple. También será obligatoria cuando exista tanque séptico mejorado, servirá para recolectar las aguas residuales, facilitando igualmente su mantenimiento y limpieza.

Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Se ubicará entre la caseta o cuarto de baño y el tanque séptico mejorado y tendrá una sección transversal mínima de 0,30 m. x 0,60 m., contando con una tapa removible de cierre hermético.
- La parte superior de la caja de registro deberá estar 50 mm., por encima del nivel del terreno para permitir su rápida ubicación o para las actividades de mantenimiento.

#### 1.7.2.6 Tanque séptico mejorado

Son tanques sépticos que cuentan con mejoras en los dispositivos de entrada y/o salida, cuentan con facilidades para la evacuación de los lodos digeridos. Serán sistemas prefabricados diseñados bajo la Norma IS.020 de Tanques Sépticos, aunque de forma no excluyente en aquellas zonas donde la fabricación in situ sea más fácil y/o económica que los primeros; constarán como mínimo de:

- Tuberías de entrada y salida de PVC.
- Material filtrante
- Válvulas de PVC para extracción del lodo digerido.
- Tuberías para evacuación de lodos.
- Tapa de cierre hermético

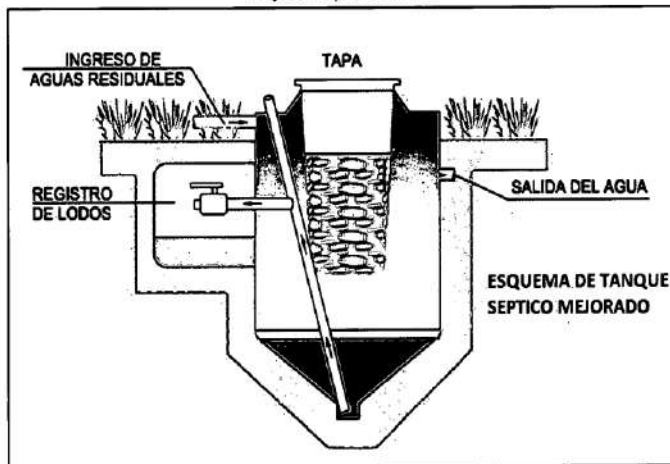


<sup>9</sup> Las normas relacionadas en este artículo serán siempre de las normas vigentes o sus modificatorias.



Dentro del tanque séptico mejorado, los desechos serán sometidos a un proceso de descomposición anaerobia natural. Tras la descomposición de la materia orgánica realizada por el tanque séptico mejorado, se generará un lodo que deberá ser retirado periódicamente.

Ilustración 36: Esquema de funcionamiento de un tipo de tanque séptico mejorado prefabricado



El dimensionamiento del tanque séptico mejorado, al ser prefabricado, se realizará según la Norma IS.020 de Tanques Sépticos<sup>10</sup>, en donde el fabricante determinará finalmente las dimensiones apropiadas en función de los parámetros de diseño (número de habitantes y dotación).

#### 1.7.2.7 Zanja de percolación

Los campos o zanjas de percolación, son una alternativa de tratamiento complementario al efluente producido por el tanque séptico.

El cálculo de las dimensiones de la zanja de percolación, se podrá realizar teniendo en cuenta los resultados de un "test de percolación" establecido en la norma IS.020 Tanque Séptico ítem 7. Tratamientos Complementarios del Efluente, por lo que la determinación del área de absorción, coeficiente de infiltración, aspectos constructivos y demás serán desarrollados siguiendo las pautas de la mencionada norma.

Adicionalmente deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- La distancia mínima entre la zanja y cualquier árbol debe ser mayor de 3 metros.
- La caja de distribución será de 0,60 m x 0,30 m para profundidades de hasta 0,60 m y 0,60 m x 0,60 m para profundidades mayores a 0,60 m.

Handwritten signature.



<sup>10</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones. Considerar los volúmenes máximos por cámara y los caudales máximos de tratamiento por día.

Handwritten number 265.

**CONTROL CALIDAD DE AGUA**  
**RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO**  
**INFORME N° 0063/2015**

**SOLICITANTE** : PARCIALIDAD CHILCAPATA  
**DIRECCION** : DISTRITO CONIMA  
**PUNTO DE MUESTREO** : MANANTIAL DE AGUA - JISKAJALSU QUERILAPI  
**FECHA DE MUESTREO** : 04.03.2015  
**FECHA DE ANALISIS** : 04.03.2015  
**LUGAR** : PARCIALIDAD CHILCAPATA - DISTRITOCONIMA - PROVINCIA MOHO - PUNO  
**REFERENCIA** : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 MANANTIAL JISKAJALSU QUERILAPI
ASPECTO	INSPEC. FISICA	NORMAL
COLOR (PCCo)	COLORIMETRICO	INCOLORO
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO	0.71
TEMPERATURA (°C)	TERMOCROMETRO	15.6
PH	POTENCIOMETRO	6.81
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDSmg/L	TITULOMETRICO	254
SALINIDAD EN ‰	TITULOMETRICO	117
DUREZA TOTAL COMO CaCo3 (mg/l)	TITULOMETRICO	72.5
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCo3 (mg/l)	TITULOMETRICO	66.4
CLORUROS COMO Cl (mg/l)	TITULOMETRICO	11.9
SULFATOS COMO SO4 (mg/l)	COLORIMETRICO	< 10
HIERRO TOTAL como Fe++ (mg/l)	COLORIMETRICO	N.D.
CLORO RESIDUAL	COLORIMETRICO	0

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el análisis de Agua Potable y Residuos, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation 2012 Edición.  
 N.D. = No determinado.

  
 LABORATORIO DE ANALISIS FISICO QUIMICO  
 GOBIERNO REGIONAL PUNO

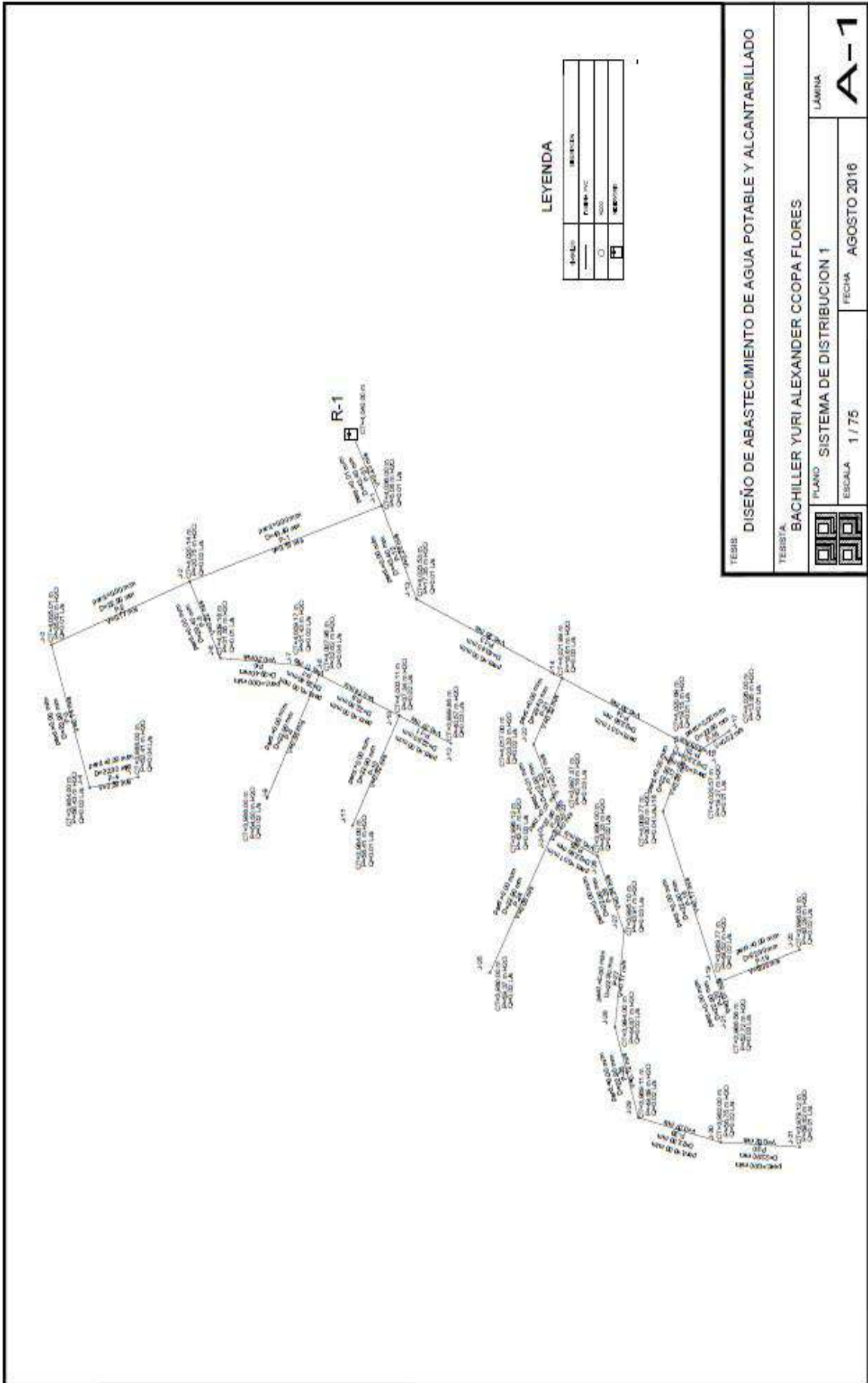
Puno, Marzo 04, del 2015.

Es Conforme con el Original  
 de su Referencia  
 Xelo D. P. S.  
 JUEZ DE PAZ



## **ANEXOS 2**

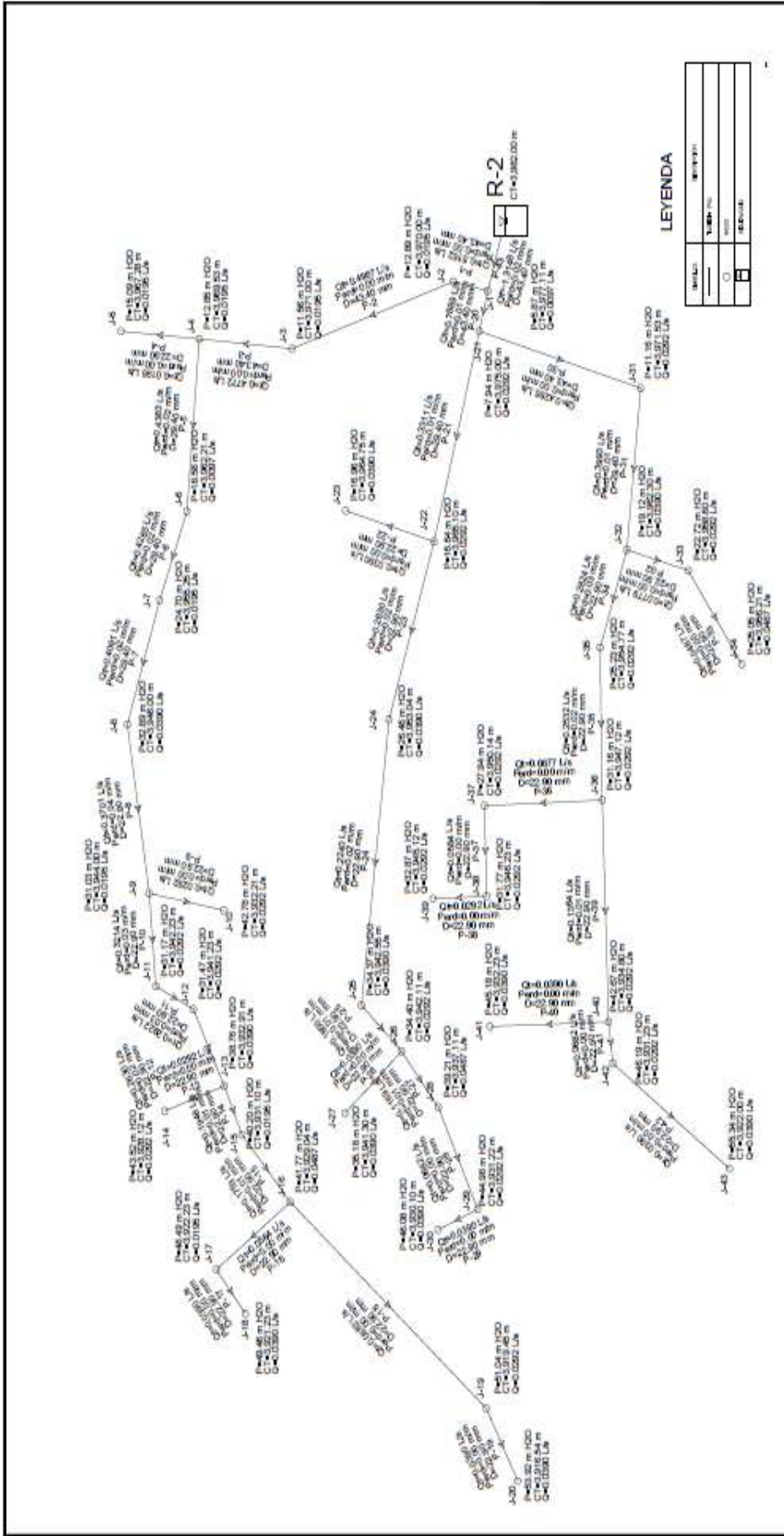




LEYENDA

Reserva	Reserva
Reserva	Reserva
Reserva	Reserva
Reserva	Reserva
Reserva	Reserva

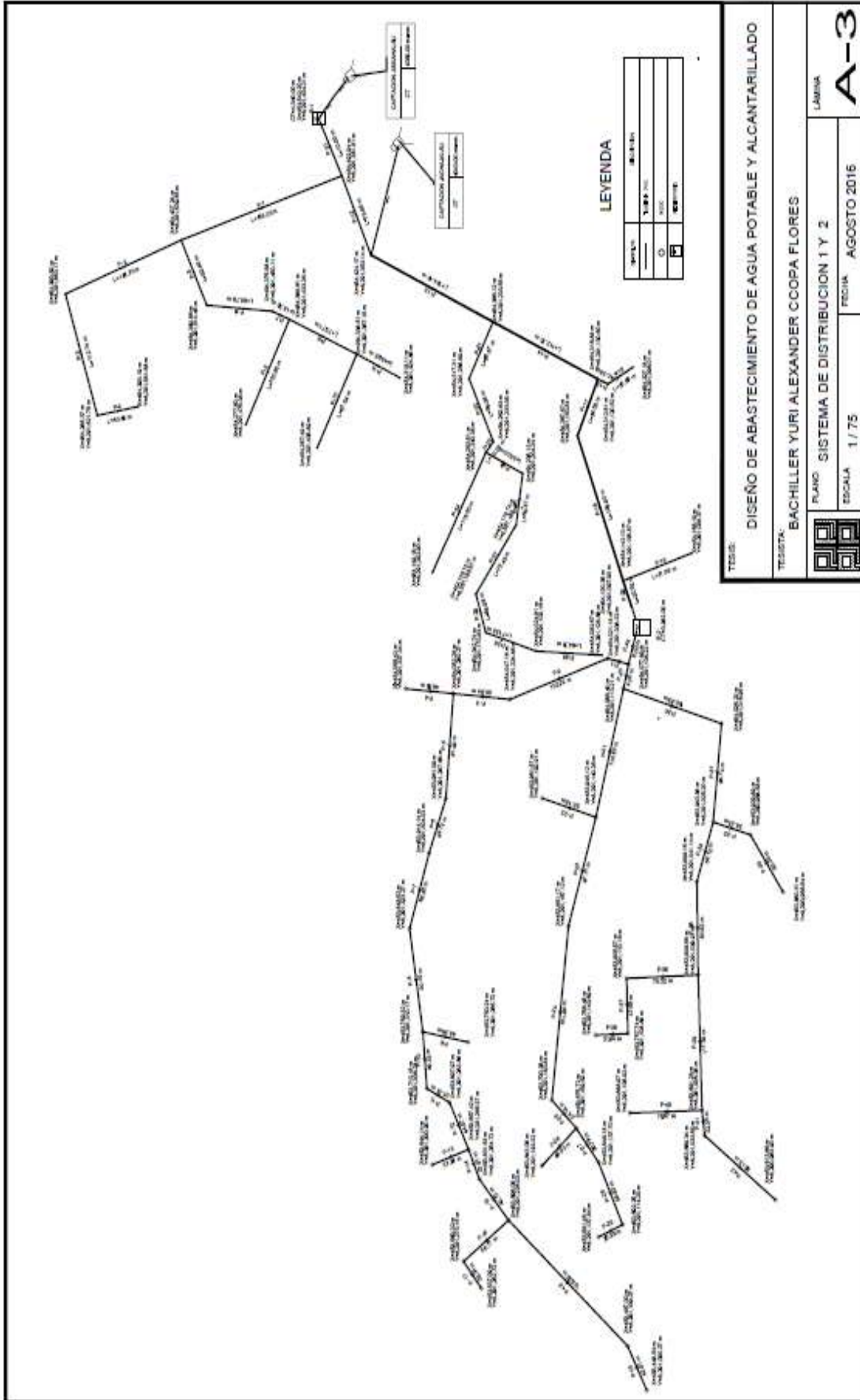
TESIS: DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
 TERCERA: BACHILLER YURI ALEXANDER COOPA FLORES  
 PLANO: SISTEMA DE DISTRIBUCION 1  
 ESCALA: 1 / 75  
 FECHA: AGOSTO 2016  
 LÁMINA: A-1



TESIS: **DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**  
 TESIS: **BACHILLER YURI ALEXANDER CCOPIA FLORES**  
 PLANO: **SISTEMA DE DISTRIBUCION 2**  
 ESCALA: **1 / 75**      FECHA: **AGOSTO 2016**

LÁMINA **A-2**





**TITULO:** DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
**TECNICO:** BACHILLER YURI ALEXANDER COOPA FLORES  
**PLANO:** SISTEMA DE DISTRIBUCION 1 Y 2  
**ESCALA:** 1 / 75  
**FECHA:** AGOSTO 2015

**LAMINA**  
**A-3**

# **ANEXOS 3**

**FOTOGRAFIA N° 1- CAMPO ABIERTO DE CHILLCAPATA**



**FOTOGRAFIA N° 2 PARTE ALTA DE CHILLCAPATA**





**FOTOGRAFIA N° 3-VERIFICANDO LOS OJOS DE AGUA**



**FOTOGRAFIA N° 4-LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**





**FOTOGRAFIA N° 5- OJOS DE AGUA**



**FOTOGRAFIA N° 6- REALIZANDO AFORO**





**FOTOGRAFIA N° 7- REALIZANDO AFORO**



**FOTOGRAFIA N° 8- REALIZANDO AFORO**





**FOTOGRAFIA N° 9- ENCUESTA**



**FOTOGRAFIA N° 10- ENCUESTA**





**FOTOGRAFIA N° 11- LETRINAS CLAUSURADAS**



**FOTOGRAFIA N° 12- LETRINAS CLAUSURADAS**





**FOTOGRAFIA N° 13- REALIZANDO EL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR**



**FOTOGRAFIA N° 14-REALIZANDO FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR**



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TEMA: “DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA PARCIALIDAD DE CHILLCAPATA, DISTRITO DE CONIMA - MOHO - PUNO”**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS
Es posible realizar el diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno. Y no generar daños en el mismo?	Realizar el diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno.	El diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado en la Parcialidad de Chillcapata, Distrito de Conima - Moho - Puno, Permitió no generar daños en el mismo,	-Abastecimiento de agua	-Caudal del manantial -Captación -Reservorio	<b>Tipo de investigación :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptivo y explicativa</li> </ul> <b>método:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• observación</li> <li>• análisis</li> <li>• hipotético</li> <li>• deductivo</li> </ul>	-Documental -Observación directa	-Técnica Manual -Recipiente de 1 Galón -Cronometro -Estación total
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será posible la sea apta para el consumo de agua a efecto de Investigar la calidad del agua a efecto que ésta humano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la calidad del agua a efecto que ésta sea apta para el consumo humano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad del agua es apta para el consumo humano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microorganismos</li> <li>• Partículas orgánicas e inorgánicas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será posible determinar el caudal, diámetro y la velocidad del abastecimiento de agua a los beneficiarios?.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el caudal, diámetro y la velocidad del abastecimiento de agua a los beneficiarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad del caudal según su diámetro permite llevar agua a los beneficiarios..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal, velocidad y diámetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo</li> <li>• Volumen</li> <li>• Longitud</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software Waterad V8i</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será posible la adecuada disposición de excretas?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la adecuada disposición de excretas mediante biodigestores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La determinación de la adecuada disposición de excretas, permitió resolver los problemas relativos con el diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de excretas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodigestor</li> <li>• Volumen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• información documental</li> </ul>



