

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA**



**OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA  
POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE  
PISACOMA**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**JAIME RITCHER YANAPA OCHOCHOQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA**

**TITULO**

**OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN  
CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

Jaime Ritcher, YANAPA OCHOCHOQUE

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

:

M.Sc. Isidro Alberto PILARES HUALPA

**PRIMER MIEMBRO**

:

M.Sc. Roberto ALFARO ALEJO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

M.Sc. José Antonio MAMANI GOMEZ

**DIRECTOR DE TESIS**

:

M.Sc. Percy Arturo GINEZ CHOQUE

**ASESOR DE TESIS**

:

Ing. Ciriaco OCHOCHOQUE MAMANI

**PUNO – PERÚ  
2015**

**ÁREA : Ingeniería y Tecnología**

**TEMA: Saneamiento rural**

**LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural**

## DEDICATORIA

De todo corazón al señor Jesús y a la santísima virgen de Copacabana, que me acompaña y guía mi vida a diario.

Con todo cariño y amor va dedicado a mis padres, José Yanapa Phocco, Elena Ochochoque Mamani que con su permanente esfuerzo y ejemplo de lucha ante la adversidad hicieron que me forjara en mi formación profesional.

No pueden quedar por fuera de esta dedicatoria, a mis hermanos, mis tíos y a mis amigos quienes me alentaron y supieron entenderme en los momentos cruciales de mi vida y apoyo contribuyente en mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a mis padres, José Yanapa Phocco y Elena Ochochoque Mamani por todo lo que me han dado para llegar a este momento, especialmente mi vida.

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, a los docentes y trabajadores administrativos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, quienes me brindaron la mejor educación en mi formación profesional.

Mis agradecimientos al M.Sc. Percy Arturo Ginez Choque, director de esta tesis, quien con su comprensión, orientación, asesoría y sobre todo su amistad brindada de forma decisiva para la culminación de este trabajo de investigación.

Agradezco a los miembros de jurado, M.Sc. Isidro Alberto Pilares Hualpa, M.Sc. Roberto Alfaro Alejo y M.Sc. José Antonio Mamani Gómez, por sus orientaciones, ideas y comentarios acertadas al trabajo de investigación sin la cual el presente trabajo no habría sido alcanzado los resultados obtenidos.

Agradezco a mis amigos y compañeros que me acompañaron y me brindaron su amistad durante toda mi carrera universitaria.



## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>X</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1.1. Problema General: .....	3
1.1.2. Problemas Específicos:.....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1.1. Formula de Hazen Williams .....	7
2.1.2. Diámetro mínimo .....	7
2.1.3. Velocidad .....	8
2.1.4. Presiones.....	8
2.1.5. Cambio de rugosidad con el tiempo .....	8
2.1.6. Diámetro económico .....	9
2.1.7. Levantamiento para la línea de conducción .....	10
2.1.8. Dotación de agua.....	10
2.1.9. Calidad y costo del agua .....	10
2.1.10. Tamaño de la población .....	10
2.1.11. Presión de agua .....	11
2.1.12. Pérdida y desperdicios en la red.....	11
2.1.13. Medidores y controladores de presión.....	11
2.1.14. Variación del consumo .....	11
2.1.15. Variaciones diarias del consumo.....	12
2.1.16. Variaciones horarias.....	12

2.1.17.	Consumo máximo diario .....	13
2.1.18.	Abastecimiento fuentes existentes .....	13
2.1.19.	Estudios de las fuentes de abastecimiento .....	14
2.1.20.	Aforos.....	15
2.1.21.	Captación. ....	16
2.1.22.	Línea de conducción .....	17
2.1.23.	Línea de aducción .....	17
2.1.24.	Tipos de tuberías.....	17
2.1.25.	Calculo hidráulico de la línea de conducción.....	18
2.1.26.	Determinación de las presiones.....	18
2.2.	MARCO CONCEPTUAL .....	19
2.2.1.	Topografía .....	19
2.2.2.	División básica de la topografía .....	19
2.2.3.	Levantamiento topográfico.....	20
2.2.4.	Conducción.....	21
2.2.5.	Agua subterránea .....	21
2.2.6.	Calidad de agua .....	21
2.2.7.	Agua potable.....	22
2.2.8.	Caudal máximo diario .....	22
2.2.9.	Consumo Máximo Horario (Qmh). ....	23
2.2.10.	Consumo promedio diario anual (Qm). ....	24
2.2.11.	Manantiales.....	25
2.2.12.	Consumo .....	25
2.2.13.	Válvulas.....	25
2.2.14.	Hidrantes contra incendio.....	26
2.2.15.	Anclajes .....	26
2.2.16.	Cálculo hidráulico .....	26
2.2.17.	Ubicación y recubrimiento de tuberías de agua .....	26
2.2.18.	Grifos contra incendio .....	27
2.2.19.	Empalmes y anclajes.....	27

2.2.20.	Abastecimiento de agua a través de sistemas ó acueductos .....	27
2.2.21.	Partes que componen un sistema de abastecimiento de agua .....	28
2.2.22.	Importancia de la operación del sistema de abastecimiento .....	30
2.2.23.	La cantidad y calidad del agua de las fuentes .....	30
2.2.24.	La presión del agua se logra con el manejo de válvulas.....	30
2.2.25.	Estructuras complementarias.....	32
2.3.	FORMULACION DE PROBLEMA DE OPTIMIZACION.....	36
2.4.	HIPÓTESIS .....	37
2.4.1.	Hipótesis general .....	37
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	37
III.	MÉTODOLOGIA.....	38
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	38
3.1.1.	Ámbito de estudio .....	39
3.1.2.	Localización del proyecto .....	39
3.1.3.	Área de influencia del estudio .....	39
3.1.4.	Población del área de estudio .....	39
3.2.	TRABAJOS PRELIMINARES .....	40
3.2.1.	Sondeo y consulta popular .....	40
3.2.2.	Definición del área de estudio.....	40
3.2.3.	Recopilación de la información existente .....	41
3.2.4.	Reconocimiento del terreno .....	41
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	42
3.3.2	Población .....	42
3.4.	EJECUCIÓN DE TRABAJO .....	48
3.4.1	Primera etapa- fase de campo .....	48
3.4.2.	Segunda etapa- fase de laboratorio .....	50
3.4.3.	Tercera etapa- fase de campo. ....	50
3.4.4.	Cuarta etapa- fase de gabinete.....	51
3.5.	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS.....	53
IV	RESULTADOS .....	56
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON VARIABLE PRESIÓN FINAL (m) .....	56

ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTO DE FINANCIAMIENTO (S/.) .....	60
4.1. Exposición de resultados.....	66
4.2. Analisis de los resultados .....	66
4.3. Muestras que se analizaron .....	66
4.3.1. Diferencia de medias de dos muestras para la eficiencia hidráulica .....	66
4.3.2. Tramos analizados.....	67
4.3.3. Planteamiento de hipótesis .....	67
4.3.4. Fijar el Nivel de Significancia.....	67
4.3.5. Regla de Decisión Utilizando.....	67
4.3.6. Calculo de Tc Según la Fórmula.....	68
4.3.7. Calculo de Tt según la tabla .....	68
4.3.8. Decisión .....	68
4.4. RESULTADOS OBTENIDOS DE ACUERDO A LA HIPÓTESIS PLANTEADA .	69
4.4.1. Eficiencia hidráulica con la presión final disponible .....	69
4.4.2. El costo de financiamiento .....	70
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Coeficiente de Friccion “C” en la formula de Hazen Williams. ....	7
<b>Cuadro 2.</b> Intensidad de Aumento de la Rugosidad .....	9
<b>Cuadro 3.</b> Cuadro de comunidades por numero de familias .....	41
<b>Cuadro 4.</b> Disponibilidad de agua del material .....	49
<b>Cuadro 5.</b> Cuadro de consumo por tramo y numero de familias .....	52
<b>Cuadro 6.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en el mismo tramo con mayor y menor diametro de tuberia para realizar el analisis estadistico .....	56
<b>Cuadro 7.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en el mismo tramo con mayor y mneor diametro de tuberia para realizar el analisis estadistico .....	58
<b>Cuadro 8.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en el mismo tramo con mayor y menor diametro de tuberia para realizar el analisis estadistico .....	59
<b>Cuadro 9.</b> Cuadro de costos por diametro de modelacion “A” .....	61
<b>Cuadro 10.</b> Cuadro de costos por diametro de modelacion “B” .....	62
<b>Cuadro 11.</b> Cuadro de costos por diametro de modelacion “C” .....	63
<b>Cuadro 12.</b> Cuadro de costos por diametro de modelacion “D” .....	64
<b>Cuadro 13.</b> Resultado de tiempo calculado de cada tramo de muestra .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comparacion de agua salada y agua dulce en litros .....	3
<b>Figura 2.</b> caudal maximo diario .....	23
<b>Figura 3.</b> consumo maximo horario .....	24
<b>Figura 4.</b> nivel de carga estatica .....	31
<b>Figura 5.</b> valvula de aire manual .....	32
<b>Figura 6.</b> valavula de purga.....	33
<b>Figura 7.</b> camara rompe presion .....	33
<b>Figura 8.</b> Energias de posicion presion y velocidad.....	34

<b>Figura 9.</b> Equilibrio de presiones dinamicas.....	35
<b>Figura 10.</b> Ubicación del proyecto de investigacion.....	38
<b>Figura 11.</b> Manante para la captacion del agua .....	42
<b>Figura 12.</b> Poblacion existente .....	43
<b>Figura 13.</b> Viviendas que habitan.....	43
<b>Figura 14.</b> Ubicación de UTM en la fuente .....	48
<b>Figura 15.</b> El paquete de software CIVILCAD.....	51
<b>Figura 16.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en tramo 83 - 84.....	57
<b>Figura 17.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en tramo 89 - 148 .....	58
<b>Figura 18.</b> Presion final por diferente diametro de tuberia en tramo 93 - 95.....	60
<b>Figura 19.</b> Comparacion de costos por diametro de modelacion "A".....	61
<b>Figura 20.</b> Comparacion de costos por diametro d modelacion "B" .....	63
<b>Figura 21.</b> Comparacion de costos por diametro de modelacion "C" .....	64
<b>Figura 22.</b> Comparacion de costos por diametro de modelacion "D" .....	65
<b>Figura 23.</b> Comparacion de costos de las cuatro muestras por diamtros .....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS.

<b>Anexo 1.</b> Costo de financiamiento con la muestra (A).....	76
<b>Anexo 2.</b> Analisis de costos unitarios de la muestra (A) .....	77
<b>Anexo 3.</b> Costo de financiamiento con la muestra (B).....	80
<b>Anexo 4.</b> Analisis de costos unitarios de la muestra (B) .....	81
<b>Anexo 5.</b> Costo de financiamiento de la muestra (C) .....	84
<b>Anexo 6.</b> Analisis de costos unitarios de la muestra (C) .....	85
<b>Anexo 7.</b> Costo de financiamiento con la muestra (D) .....	89
<b>Anexo 8.</b> Analisis de costos unitarios de la muestra (D) .....	90
<b>Anexo 9.</b> Cuadro de calculos de la modelacion (A) .....	94
<b>Anexo 10.</b> Cuadro de calculos de la modelacion (B) .....	99
<b>Anexo 11.</b> Cuadro de calculos de la modelacion (C).....	104
<b>Anexo 12.</b> Cuadro de calculos de la modelacion (D).....	109

<b>Anexo 13.</b> Cuadro de calculos de la muestra (A) .....	114
<b>Anexo 14.</b> Cuadro de calculos de la meustra (B) .....	115
<b>Anexo 15.</b> Cuadro de calculos de la muestra (C) .....	117
<b>Anexo 16.</b> Cuadro de calculos de la muestra (D) .....	118

## INDICE DE ABREVIATURAS

**R.N.E.** Reglamento Nacional de Edificaciones  
**D.N.S.** Dotacion de Normas Sanitarias  
**O.M.S.** Organización Mundial de Salud  
**U.T.M.** Universal Transversal Mercator  
**G.P.S.** Sistema de Posicionamiento Global  
**W.G.S.** world geodetic system

## RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “**Optimización de redes de distribución de agua potable en cuatro comunidades del distrito de Pisacoma**”, se realizó en el departamento de Puno, Provincia de Chucuito, distrito de Pisacoma, específicamente en cuatro comunidades de: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, el presente proyecto surge por la problemática de la escasez de agua dulce en el medio ambiente, las comunidades favorecidas con el proyecto no cuentan con dicho servicio, en la actualidad para salir de una extrema pobreza se debe contar con este tipo de servicios básicos, se requiere dotar optimizando el agua dulce, para lo cual ya se cuenta con software y herramientas con los que se puede realizar las modelaciones y obtener un costo de financiamiento mínimo con una eficiencia hidráulica, planteando optimización de agua potable en las comunidades mencionadas, de la modelación (A, B, C y D respectivamente) con diferentes diámetros de tubería, se obtiene el cuadro de cálculos, de los mismos se tomó una muestra aleatoria de los siguientes tramos, cada uno cuenta con cuatro tipos de medición o modelación: Tramo 83-84, Tramo 89-148, Tramo 93-95; Luego de la discusión en el presente trabajo se puede afirmar que la eficiencia hidráulica y el costo de financiamiento son muy óptimos con los resultados del análisis estadístico que se practicó con el modelo estadístico “t” de Student, entonces se dice que tuvo un efecto **Positivo** en la elaboración de este estudio de investigación. De la hipótesis planteada se llegó a una modelación empleando el software CIVILCAD 2005 para la eficiencia hidráulica y así mismo se obtuvo el costo de financiamiento de este proyecto por la diferencia de diámetros de tubería como los caudales de diseño, velocidades, perdidas de carga; la hipótesis planteada encontrando la diferencia visible de la diferencia del costo de financiamiento. El proyecto es para una población actual de 118 familias en cuatro comunidades, 590 habitantes y para una población futura de 909 habitantes que corresponde un diseño de 20 años, por lo que permitirá una dotación eficiente y una atención oportuna de agua potable a los pobladores con mayor beneficio económico para la comunidad con una eficiencia hidráulica y costo de financiamiento adecuado.



## ABSTRACT

The research project entitled "**Optimization of distribution networks of drinking water in four communities of Pisacoma district**", was carried out in the Department of Puno, Chucuito province Pisacoma district, specifically in four communities of: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, This project arises from the problem of the shortage of fresh water in the environment, favored the project communities do not have that service, currently out of one extreme poverty must have this type of basic services, requires providing optimizing fresh water, for which it already has with software and tools that you can make the models and get a cost of minimum funding with a hydraulic efficiency, considering optimization of drinking water in the above communities, the modeling (A, B, C and D respectively) with different diameters of pipe, Gets the calculations, the same box took a random sample of the following sections, each has four types of measurement or modelling: section 83-84, section 89-148, section 93-95; After the discussion in the present work we can say that the hydraulic efficiency and the cost of financing are very optimal with the results of the statistical analysis that was performed with statistical Student model "t", It is then said that it had a **positive** effect in the development of this research study. The hypothesis is arrived to a modeling using CIVILCAD 2005 software for hydraulic efficiency and likewise the cost of funding for this project was obtained by the difference of diameters of pipe as the flow of design, speed, losses of load; the hypothesis by finding the difference visible difference in the cost of financing. The project is for a current population of 118 families in four communities, 590 inhabitants and for a future population of 909 inhabitants which corresponds a 20 year design, so it will allow an efficient allocation and timely care of drinking water residents with greater economic benefit to the community with a hydraulic efficiency and cost of adequate funding.

## I. INTRODUCCIÓN

La ampliación determinada de consumo de agua potable en las zonas rurales de nuestra Región y específicamente en las comunidades del distrito de Pisacoma es uno de los principales desafíos que debemos enfrentar todas aquellas instituciones que estamos comprometidos en la mejora de la calidad de vida de la mayoría de la población. Sistema de agua potable seguros, óptimo eficiencia hidráulica, mínimo costo de financiamiento, conjuntamente con un saneamiento apropiado, permitirán eliminar riesgos de todas las enfermedades.

Buscando responder a estas necesidades hace años ha venido implementando como unas líneas de trabajo para su ejecución de proyectos de agua potable en las zonas altas de la Región. Fruto de esta experiencia y de los logros alcanzados es que me animo a elaborar este trabajo de investigación. Su autor Bach. Jaime Ritcher YANAPA OCHOCHOQUE, en esta tarea.

La escasez del agua dulce está surgiendo como uno de los problemas más críticos de los recursos naturales que enfrenta la humanidad. El siglo XXI ha sido llamado el "Siglo del Agua", unos 2,000 millones de habitantes en el mundo se enfrentan, hoy por la escasez de agua, siendo esta la principal causa de que un 15% de la población mundial está desnutrida.

Nuestro planeta tierra ha venido perdiendo equilibrio entre la cantidad de agua utilizable y la demanda hasta el equilibrio entre el ecosistema y nuestra capacidad de coexistencia con la naturaleza. El desequilibrio entre el volumen del agua utilizable disponible y la demanda para la misma no sólo ha llevado a escasez de agua sino también a otros serios problemas vinculados con el agua; uno de los más graves es que de 3 a 4 millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades ocasionadas por la falta de agua potable, cada ocho segundos muere un niño por alguna enfermedad relacionada con el agua no apta para el consumo y debido a las malas condiciones de saneamiento e higiene.

En América Latina, especialmente en países con economías dependientes como la nuestra, con una población rural sumida en la pobreza con economías de subsistencia, altos niveles de desnutrición y falta de tecnologías adecuadas, los problemas relacionados con el abastecimiento de agua se incrementan y no permiten ver con claridad los efectos positivos de las estrategias de desarrollo impulsadas por nuestros gobiernos.

El objetivo del presente trabajo es optimizar las redes de distribución en consumo de agua potable en las comunidades de: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya del distrito de Pisacoma; Es por ello que en el presente trabajo de investigación se planteó los siguientes objetivos que se detallan.

Los resultados contribuirán al conocimiento de las efectivas acciones de planeamiento y elaboración adecuada de proyectos de abastecimiento de agua potable para mejorar las condiciones de vida de las comunidades, parcialidades y centros poblados de la región, el país y que permanentemente se mejora métodos de optimización en el uso de tuberías para el abastecimiento de agua potable propias para nuestra realidad.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Municipalidad distrital de Pisacoma cuenta con la oficina de Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano–Rural; entre otros, esta oficina es encargado y responsable de ejecutar proyectos de toda índole, dentro de la jurisdicción del distrito, la población beneficiaria de las Comunidades de: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, los mismos que en la actualidad carecen del servicio de agua potable y saneamiento, abasteciéndose de riachuelos, acequias, manantiales dispersos, pozos con bomba manual contruidos en el año de 1998, que producen agua contaminada por exceso de minerales, materias sólidos, entre otros. De acuerdo a los estándares de la OMS. Toda esta coyuntura se ve reflejada en la salud de los pobladores de la zona, según indican las estadísticas del Ministerio de Salud.

La disposición de excretas no se realiza actualmente en letrinas, consecuentemente en épocas de máximas avenidas contribuyen a la contaminación a las fuentes de agua para el consumo humano.

Por otro lado el agua dulce aptas para el consumo humano en las zonas del Altiplano y en el mundo, cada vez es menor, y según los pronósticos de los expertos cada año que pasa será menos, los mismos son preocupantes para la humanidad por lo cual se plantea utilizar las tecnológicas adecuadas.

***Por lo tanto el estudio planteado intenta responder la siguiente: interrogante general.***

#### **1.1.1. Problema General:**

¿Cómo optimizar las redes de distribución de agua potable en cuatro comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya del Distrito de Pisacoma?

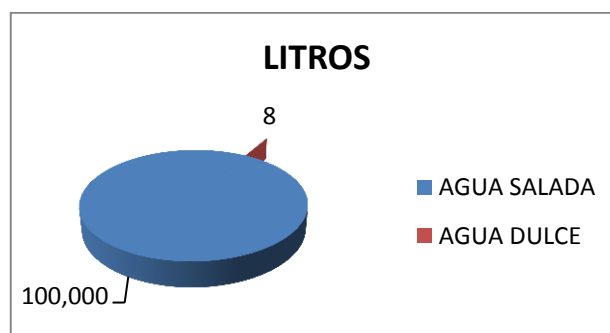
#### **1.1.2. Problemas Específicos:**

¿Cuál es el costo de financiamiento adecuado en consumo diario en la optimización de agua potable en las cuatro comunidades a falta de agua?

¿Cuál es la máxima eficiencia hidráulica para optimizar el consumo de agua potable, en función de tubería, pendiente y el consumo diario en las cuatro comunidades?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **A nivel Global**



**Figura N°: 1** Comparación de agua salada y agua dulce en litros

El agua dulce potable contribuye que solamente el 0,008% del agua terrestre, lo que ocasiona problemas por falta de disponibilidad. En las áreas urbanas de los países no desarrollados 170 millones de personas carecen de agua para satisfacer sus mínimas necesidades como: bebida, cocina, limpieza; en las áreas rurales de algunos países el panorama es bien claro ya que alcanza a casi 885 millones. Todo indica, además, que la provisión de agua dulce en el mundo está disminuyendo inexorablemente.

Una de cada cinco persona ya no tiene acceso al agua potable y casi una de cada tres no dispone de medios de saneamiento adecuados para potabilizarla. Algunos expertos opinan que la escasez de agua podría ser una de las principales causas de conflictos bélicos entre países en el futuro, especialmente en las zonas más áridas. Sólo usándola en forma adecuada y equitativa se podrían prevenir los efectos catastróficos de esta situación.

### **A nivel Latinoamérica**

En Latinoamérica, las tensiones por la carencia del preciado líquido se hace sentir en zonas como el Altiplano o Puna que es una vasta región que abarca Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, caracterizada por ser una zona árida. La escasez de agua ha generado tensiones en el pasado, como los recientes diferendos entre Bolivia y Chile por un pequeño curso de agua conocido como el Silala. La región también es muy frágil y afronta serios problemas de desertización causada por varios factores, entre ellos el sobre pastoreo y la agricultura intensiva.

Esta situación ha hecho que la pobreza esté extendida en la zona y sea foco de constantes problemas sociales. Algunos países, como Bolivia, han tratado de establecer una ley de aguas para el adecuado uso de este recurso, pero esto también ha generado tensiones en la zona. Igual ocurre en la vasta región de El Chaco compartida por Argentina, Bolivia y Paraguay, con recursos naturales caracterizados por su fragilidad y relativa escasez, además de contar con una población reducida y marginalizada. Esta Región sufre severos problemas de desertización, que inciden en la pobreza de sus habitantes.

El agua, justamente es uno de los recursos escasos, a pesar de contar con dos grandes ríos que dibujan la Región: el Pilcomayo y el Paraguay. Cuando llueve, el agua corre por las quebradas con tanta fuerza que destruye todo lo que encuentra en su camino. Los recursos acuíferos del Chaco afrontan también problemas de contaminación en la región.

### **A nivel nacional**

En el sector de agua potable y saneamiento del Perú, se han logrado importantes avances en las últimas dos décadas del siglo XX y primera del siglo XXI, como el aumento del acceso de agua potable del 30% al 62% ocurrido entre los años 1980 al 2004 y el incremento del acceso de saneamiento del 9% al 30% entre los años 1985 al 2004 en las áreas rurales. Asimismo, se han logrado avances en la desinfección del agua potable y el tratamiento de aguas negras.

La ampliación significativa del acceso al consumo de agua potable en las zonas rurales de nuestro país es uno de los principales desafíos que debemos enfrentar.

### **A nivel Local**

La población de las comunidades intervenidas con el proyecto del distrito de Pisacoma de la provincia de Chucuito, actualmente consume agua contaminada de una acequia sin tratamiento ni protección sanitaria, debido a que no existe servicio en dicha zona afectada, y como consecuencia del consumo de agua contaminada se presenta enfermedades parasitaria, presencia de malos olores en los hogares por el mal uso de sus servicios higiénicos, la escasez de agua para el consumo de los habitantes de dicha zona hace imperiosa la necesidad de superar este problema a fin de mejorar la calidad de vida y salubridad.

El proyecto es una aspiración largamente esperada por los pobladores de las comunidades mencionadas, en vista que desde hace muchos años atrás han conformado el núcleo executor con la finalidad de gestionar el proyecto de agua potable, realizando gestiones ante diversas instituciones estatales y no estatales a fin de lograr su ejecución, sin embargo, los resultados fueron siempre negativos, se optó por lo tanto elaborar el proyecto con la finalidad de contribuir a solucionar los problemas latentes en dichas comunidades, elaborando el proyecto con fines de Tesis Universitario, y que a la vez servirá como un inminente proyecto en

beneficio y para el trámite posterior ante las autoridades pertinentes que puedan ofrecer o buscar financiamiento en las diferentes instituciones privadas y públicas. En lo que es a nivel local se están realizando construcciones de sistemas de agua potable en diferentes comunidades de manera convencional, desde el año 2007 hasta la actualidad, en esas construcciones no se está tomando en cuenta el diseño hidráulico según pide el reglamento nacional de edificaciones, por lo que dichas construcciones no tienen un adecuado diámetro de tubería, la ubicación de las obras de arte como por ejemplo las cámaras de rompe presión y otros; pidiendo así tener un costo de financiamiento adecuado, una eficiencia hidráulica óptimo y su consumo correspondiente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Optimizar los redes de distribución del consumo de agua potable en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya; del distrito de Pisacoma.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ❖ Optimizar el costo de financiamiento, en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya; del distrito de Pisacoma.
- ❖ Optimizar la eficiencia Hidráulica en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya; del distrito De Pisacoma.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. Formula de Hazen Williams

Según Rocha. (2007) La fórmula de hazen Williams tiene origen empírico. Se usa ampliamente en los cálculos de tubería para abastecimiento de agua. Su uso está limitado al agua en flujo turbulento, para tuberías de diámetro mayor a 2" y velocidades que no excedan de 3 m/s.

$$Q=0.000426 C_H D^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde.

$Q$ = gasto en litros por segundo.

$CH$  = coeficiente de Hazen Williams.

$D$ = diámetro en pulgadas.

$S$  = pendiente de la línea de energía en metros por Km.

**Cuadro Nº 1.** Coeficiente de fricción "C" en la fórmula de Hazen Williams.

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Fuente: R. N. E. 2011

#### 2.1.2. Diámetro mínimo

Según R.N.E, (2011) El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.



En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adaptara como diámetro nominal mínima de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

### **2.1.3. Velocidad**

Según R.N.E, (2011) La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

### **2.1.4. Presiones**

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la piletta.

### **2.1.5. Cambio de rugosidad con el tiempo**

Según Rocha. (2007) Con el uso y el paso de los años aumenta la rugosidad de los conductos y disminuye el gasto que puede conducir. Este problema está íntimamente vinculado al de la calidad de agua y para su conocimiento se requiere observaciones de muchos años.

Básicamente el fenómeno de envejecimiento de las tuberías tiene dos aspectos; aumento de la rugosidad y disminución de la sección útil. La consecuencia es la disminución de la capacidad. La variación de la rugosidad con el tiempo se expresa así:

$$k_1 = k_0 + a_1 t$$

$k_1$  = rugosidad después de transcurrido el tiempo

$k_0$  = rugosidad inicial (al ponerse al servicio la tubería).

$a_1$  = velocidad de aumento de la rugosidad.

$t$  = tiempo (años).

Esta expresión debido a Colebrook y White supone que la rugosidad se incrementa linealmente con el tiempo.

Lamont ha propuesto la siguiente tabla para describir la intensidad de aumento de rugosidad:

**Cuadro Nº: 2** Intensidad de aumento de la rugosidad

INTENSIDAD	$a_1$ mm/año
Pequeña	0.012
Moderada	0.038
Apreciable	0.12
Severa	0.28

Fuente: Rocha 2007

Cuando se diseña una conducción no debe tener en cuenta exclusivamente la rugosidad inicial, si no la que se espera se presente, según la calidad de agua y otros factores, dentro de un cierto número de años. De no hacerse esta previsión nos encontramos en el futuro frente a una disminución de la capacidad de la tubería.

La corrosión de una acción química. Por lo tanto depende de la calidad de agua de la calidad y naturaleza de la tubería.

La tubería de fierro fundido, que son sensibles a la corrosión, suelen recubrirse interiormente con una sustancia bituminosa protectora a fin de disminuir la corrosión y mantener la capacidad de diseño de la conducción.

#### 2.1.6. Diámetro económico

Según Rocha, (2007) Cuando se diseñó una conducción por tubería no hay solución única. Tanto como un diámetro u otro pueden satisfacer las condiciones hidráulicas. De todos los diámetros posibles, que desde el punto de vista puramente hidráulico constituyen soluciones, hay uno que es el diámetro más

económico.

Se entiende por diámetro económico aquel para el cual resulta mínima la suma de los costos de instalación, operación y servicio del sistema.

#### **2.1.7. Levantamiento para la línea de conducción**

Según Vierendel, (2005) Los levantamientos para el tendido de tuberías de alta presión son de menor precisión que para las carreteras o ferrocarriles. Los factores que intervienen en esta clase de proyecto son la longitud total de cierta consideración, que en algunos casos permiten aplazar todo trabajo de campo hasta el momento de proceder a la construcción.

El procedimiento general consiste en levantar un itinerario en campo, después de elegir el trazado y tomar las cotas de las depresiones y las elevaciones del terreno, no sólo a lo largo del itinerario en el cruce de corrientes de agua, que requieran obras especiales para su uso.

#### **2.1.8. Dotación de agua**

Según Pittman, (1997) Para poder determinar la dotación de agua de una determinada localidad, se estudia los factores importantes y principales que influyen en el consumo de agua.

#### **2.1.9. Calidad y costo del agua**

Según Pittman, (1997) El hecho de que el agua sea de una buena calidad predispone a un mayor consumo de ella.

En cuanto se refiere al costo se comprobará que cuanto más bajo sea este el consumo es mayor, siendo más grande el desperdicio

#### **2.1.10. Tamaño de la población**

Según Pittman, (1997) El tamaño de la población determina el consumo del agua potable de acuerdo al desarrollo en que se encuentra, el estándar de vida, etc.

### **2.1.11. Presión de agua**

Según Rocha. (2007) Esta se debe tomar en cuenta por que no sólo aumenta el consumo sino también produce deterioros en las tuberías y válvulas por ser mayor el golpe de ariete, es así que la presión tiene dos factores influyentes:

- a. Cuando la presión es de 15 m a 30 m el consumo es mínimo.
- b. Cuando la presión es mayor el consumo aumenta debido a las filtraciones a través de los orificios que pueden existir en la red y que sabemos crece con la potencia  $3/2$  de la presión, el golpe de ariete es mayor y las válvulas sufren más, por consiguiente, en la sierra la ubicación de los reservorios se hace en las partes más altas de los pueblos debido a que por su topografía se tiene presiones altas en la partes bajas las cuales generan filtraciones a través de los orificios con el consiguiente aumento del consumo.

### **2.1.12. Pérdida y desperdicios en la red**

Según Rocha. (2007) El mal uso del agua va a producir desperdicios y son producidos casi siempre en las viviendas particulares, el daño se acentúa más en los pueblos cuyos habitantes tienen un grado de cultura bajo y para conseguir un grado mínimo de pérdida en la red se debe hacer un buen diseño y tendido del sistema de agua potable de la población según indica.

### **2.1.13. Medidores y controladores de presión**

Según Rocha. (2007) Son aparatos que controlan el consumo de agua, gracias al uso de estos aparatos se puede reducir hasta en un 50% los desperdicios en el consumo indebido de agua.

### **2.1.14. Variación del consumo**

Según Pittman. (1997) Indica que en un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo de agua durante el año no es el mismo, variando de acuerdo a

las estaciones de un año a otro, un mes a otro, de una hora a otra, siendo las causas de estas variaciones de consumo los cambios climáticos, la altura sobre el nivel del mar, régimen de vida de los pobladores, etc.

Hay meses en que el consumo de agua es mayor, en los países tropicales, sobre todo en los meses de verano, por otro lado dentro de un mismo mes existe días en que el consumo de agua llega a valores mayores sobre los demás, en lugares donde el invierno es muy duro (frío) como en el presente caso se llega a valores altos de consumo, con el objeto de impedir la congelación de las aguas en las cañerías.

#### **2.1.15. Variaciones diarias del consumo**

Según Ravelo. (1977) Estas son es función de las variaciones climatológicas y está referida a la curva de variación promedio anual, así para el máximo consumo diario, los valores fluctúan entre 120% y 150% y para el mínimo oscila entre 80% y 90% del promedio diario anual, para ciudades pequeñas como la del presente proyecto, el máximo diario es el factor determinante para el diseño de las obras de captación, línea de conducción, reservorio, planta de tratamiento y desarenados.

#### **2.1.16. Variaciones horarias**

Según Ravelo. (1977) Son aspectos que se refieren a las variaciones que sufre el consumo durante las horas del día, dependiendo esta de los hábitos creados en los habitantes de un pueblo.

Por las variaciones de uso y costumbres de los habitantes de la población, la variación horaria es menor, debido a la compensación de consumo que se produce en ciudades grandes, en cambio en pequeñas ciudades como la del proyecto, los pobladores tienen las mismas costumbres produciendo variaciones máximas, teniendo lugar del siguiente modo; durante la noche la población duerme entre las 9 de la noche y 5 horas de la madrugada del día siguiente, entonces el sistema tiene un consumo sólo por pérdidas en las instalaciones a excepción de los meses y días en que se registran bajas temperaturas donde se

tendrán un consumo mayor por desperdicio del agua ya que se dejará abiertos los grifos para evitar el congelamiento del agua en las cañerías entre las 23 '12 y 4 horas de la madrugada, horas en que se presenta la helada y por tanto se registran las mínimas temperaturas, a partir de aproximadamente las 5 am la gente empieza SUS actividades cotidianas incrementando como es lógico el consumo, alcanzando las máximas variaciones al medio día entre las 11 y 14 horas, que coinciden con la hora en que todos los habitantes almuerzan, luego se produce un ascenso y descenso no exagerado hasta alcanzar otro pico entre las 18 y 19 horas, desde luego inferior a la del medio día coincidiendo con la hora de la comida, después la curva va descendiendo hasta cumplir el ciclo del día.

#### **2.1.17. Consumo máximo diario**

Durante estos periodos se registró un día de consumo máximo, el cual debió ser satisfecho por el acueducto. Al extender estas variaciones a todo un año, podemos determinar el día más crítico (máxima demanda) que debe necesariamente ser satisfecha, ya que de lo contrario originaría situaciones deficitarias, para el sistema; éste corresponde a la definición dada para el sistema.

#### **2.1.18. Abastecimiento fuentes existentes**

Según Pittman. (1997) Del agua que cae sobre la superficie del terreno, una parte escurre inmediatamente, reuniéndose en corrientes de agua, tales como torrentes eventuales, o constituyendo avenidas, parte se evapora en el suelo o en las superficies del agua y parte se filtra en el terreno. De esta última, una parte la recoge la vegetación y transpira por las hojas, otra correrá a través del suelo para emerger otra vez y formar manantiales y corrientes que fluyen en tiempo seco.

*Existen diferentes Fuentes de abastecimientos tales como son:*

- a. Agua de lluvia colectada de los techos o en un área preparada
- b. Aguas superficiales

- Aguas de ríos
- Aguas de los lagos naturales
- c. Aguas subterráneas
  - Captadas de manantiales
  - Captadas de pozos de poca profundidad
  - Captadas de pozos profundos y artesianos
  - Captadas de galerías filtrantes horizontales.

Según Ravelo. (1977) El sistema de abastecimiento constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño.

#### **2.1.19. Estudios de las fuentes de abastecimiento**

Según Ravelo. (1977) La fuente de agua determina, comúnmente, la naturaleza de las obras de colección, purificación, conducción y distribución. Las fuentes comunes de agua dulce y su desarrollo son:

##### **Agua de lluvia**

- a) De los techados, almacenada en cisternas, para abastecimientos individuales reducidos.
- b) De cuencas mayores preparadas, o colectores, almacenada en depósitos, para suministros comunales grandes.

##### **Agua superficial**

- a) De corrientes, estanques naturales, y lagos de tamaño suficiente, mediante toma continua.
- b) De corrientes con flujo adecuado de crecientes, mediante toma intermitente, temporal o selectiva de las aguas de avenida limpias y su almacenamiento en depósitos adyacentes a las corrientes o fácilmente accesibles a ellas.
- c) De corrientes con flujos bajos en tiempo de sequía, pero con

suficiente descarga anual, mediante toma continua del almacenamiento de los flujos excedentes al consumo diario, hecho en uno o más depósitos formados mediante presas construidas a lo largo de los valles de la corriente.

### **Agua Subterránea**

- a) De manantiales naturales
- b) De pozos
- c) De galerías filtrantes, estanques o embalses.
- d) De pozos, galerías y posiblemente manantiales, con caudales aumentados con aguas provenientes de otras fuentes:
  - Esparcidas sobre la superficie del terreno colector.
  - Conducidas a depósitos o diques de carga.
  - Alimentadas a galerías o pozos de difusión.
- e) De pozos o galerías cuyo flujo se mantiene constante al retornar al suelo las aguas previamente extraídas de la misma fuente y que han sido usadas para enfriamiento o propósitos similares.

#### **2.1.20. Aforos.**

Según Pittman. (1997) Se llama así a las diferentes informaciones que se obtienen sobre el caudal de una determinada fuente de abastecimiento, estas son generalmente el promedio de varias mediadas; el tipo de aforo está en función al tipo de fuente así tenemos.

- a) Aforos de manantiales

El método consiste en:

- Llenar de agua un recipiente cuyo volumen es conocido (V) litros
- Tomar el tiempo que tarda en llenarse de agua el recipiente (t)
- el caudal se obtendrá de la siguiente forma:



$$Q = V/t$$

Donde:

Q: caudal calculado

V: velocidad

T: tiempo

b) Aforo en ríos

Para el aforo en ríos existe dos métodos, el del flotador y el los vertedores.

- Método del flotador

La manera de aforar por este método es el siguiente:

Se calcula la velocidad colocando un flotador al inicio de una distancia conocida aguas arriba, tomando el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia. Luego se utiliza la fórmula:

$$Q = \vec{v} \cdot A$$

Donde;

Q: caudal determinado

V: velocidad

A: área calculado

- Método del vertedero

El vertedero es un dispositivo hidráulico que consiste en una abertura, sobre las cuales un líquido fluye.

También estos son definidos como orificios sin el borde superior y son utilizados, intensiva y satisfactoriamente, en la medición del caudal de pequeños cursos de agua y conductos libres.

### 2.1.21. Captación.

Según Pittman. (1997) La fuente de abastecimiento en forma directa o con obras de regulación deberá asegurar el caudal máximo diario.

La calidad de las aguas suministradas deberá satisfacer las disposiciones del reglamento de la ley de aguas del Ministerio de Agricultura.

Según Ravelo. (1977) Será dependiente del tipo de fuente y de las características particulares. Su diseño será ajustado a las características de la fuente.

#### **2.1.22. Línea de conducción**

Según Pittman. (1997) Transporta el agua desde la cámara de captación hasta el reservorio de almacenamiento.

Según Vierendel, (2005) El transporte de agua que conecta la captación con la estación de depuración o tanque de almacenamiento, se hace mediante una línea de conducción.

Como la captación se encuentra en un nivel más alto que el del reservorio, la energía que haga circular el agua será la gravedad; además la línea de conducción de calculará para el día de máximo consumo.

Según Ravelo. (1977) Es la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Ello puede verse afectado además por situaciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o que, por el contrario, precisen de sistemas de bombeo. En cada caso, el diseño se hará de acuerdo a criterios para estas diferentes condiciones, afectados o no por el tiempo de bombeo.

#### **2.1.23. Línea de aducción**

Según Pittman. (1997) La línea de aducción transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución.

#### **2.1.24. Tipos de tuberías**

Según Ravelo. (1977) Existen diferentes tipos de tuberías las cuales estudiaremos considerándolos como alternativas de solución para usarlos en la

línea de conducción como son:

- Tubos de fundición
- Tubos de acero recubiertos de hormigón
- Tubos de acero y hierro fundido
- Tubos de hormigón armado
- Tubos de plástico
- Tubos de fibro –cemento

#### **2.1.25. Cálculo hidráulico de la línea de conducción**

Según Vierendel, (2005) El cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hacen Williams que son las más recomendables y utilizadas para estos casos. Nos valdremos de Nomogramas.

#### **2.1.26. Determinación de las presiones**

La presión estática no será mayor a 50m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor a 10m. En caso de abastecimiento de agua por pileta, la presión mínima será 3.50m a la salida de la pileta.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Topografía**

Según Conde. (1994) Es la ciencia y arte que tiene por objeto la ejecución de todas las mediciones lineales y angulares necesarios para la confección de planos y mapas. Por medio de cálculos matemáticos a la que dan lugar dichas mediciones

Según Pantigoso. (2007) Es la ciencia y la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno lo suficientemente reducidas como para poder despreciar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener así coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica y/o numérica, según los requerimientos de trabajo.

### **2.2.2. División básica de la topografía**

#### **Planimetría**

Según Mendoza. (2010) Se encarga de representar gráficamente una posición de tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno.

Según Pantigoso. (2007) La planimetría solo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (visto en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra.

#### **Altimetría**

Según Mendoza. (2010) Se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia.

Según Pantigoso. (2007) la altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, los

cuales representas las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

### **Topografía integral**

Según Mendoza. (2010) Se encarga de representar gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimetría y su altitud.

### **Curva de nivel**

Según Mendoza. (2010) Es una línea imaginaria que une los puntos que tienen igual cota respecto a un plano de referencia (generalmente el nivel medio del mar).

Según Pantigoso. (2007) Se denomina curvas de nivel a las líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal.

### **Perfil longitudinal**

Según Mendoza. (2010) Se utiliza para representar el relieve o accidente del terreno a lo largo de un eje longitudinal.

### **Sección transversal**

Según Mendoza. (2010) Se llama también perfil transversal y viene a ser el corte perpendicular al eje del perfil longitudinal en cada estaca (por lo menos); generalmente se toman varios puntos a la derecha y a la izquierda dependiendo de la envergadura del proyecto.

### **2.2.3. Levantamiento topográfico**

Según Pantigoso. (2007) Es el conjunto de operaciones que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica planimétrica, o plano, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que representa dicha extensión.

#### **2.2.4. Conducción**

Según R.N.E. (2011) Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

Vierendel. (2005) Se denomina obra de conducción, a la estructura que transporta el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento o a un reservorio.

La captación de esta estructura deberá permitir conducir el caudal correspondiente al máximo anual de la demanda diaria.

#### **2.2.5. Agua subterránea**

Según R.N.E. (2011) Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

Según Pittman. (1997) Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares).

#### **2.2.6. Calidad de agua**

Según R.N.E. (2011) Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua que lo hacen aptos para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

Según Rodríguez. (2001) El estudio de la calidad del agua se funda en la investigación de las características físico-químicas de la fuente ya sea subterránea, superficial o de precipitación pluvial.

### **2.2.7. Agua potable**

Según R.N.E. (2011) Agua apta para el consumo humano.

Según Pittman. (1997) El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Según Rodríguez. (2001) El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes.

Aquella que es apta para el consumo humano y que cumpla con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la norma.

### **Conexión predial simple**

Según R.N.E. (2011) Aquella que sirve a un solo usuario.

### **Conexión predial múltiple**

Según R.N.E. (2011) Aquella que sirve a varios usuarios.

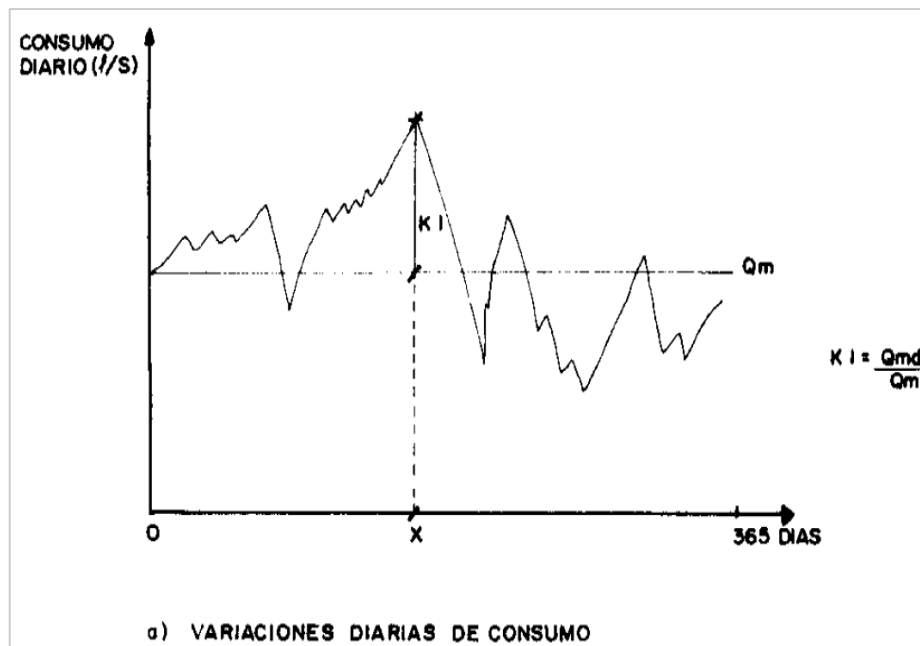
### **Elementos de control**

Según R.N.E. (2011) Dispositivo que permite controlar el flujo.

### **2.2.8. Caudal máximo diario**

Según R.N.E. (2011) Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

Según Pittman. (1997) El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.



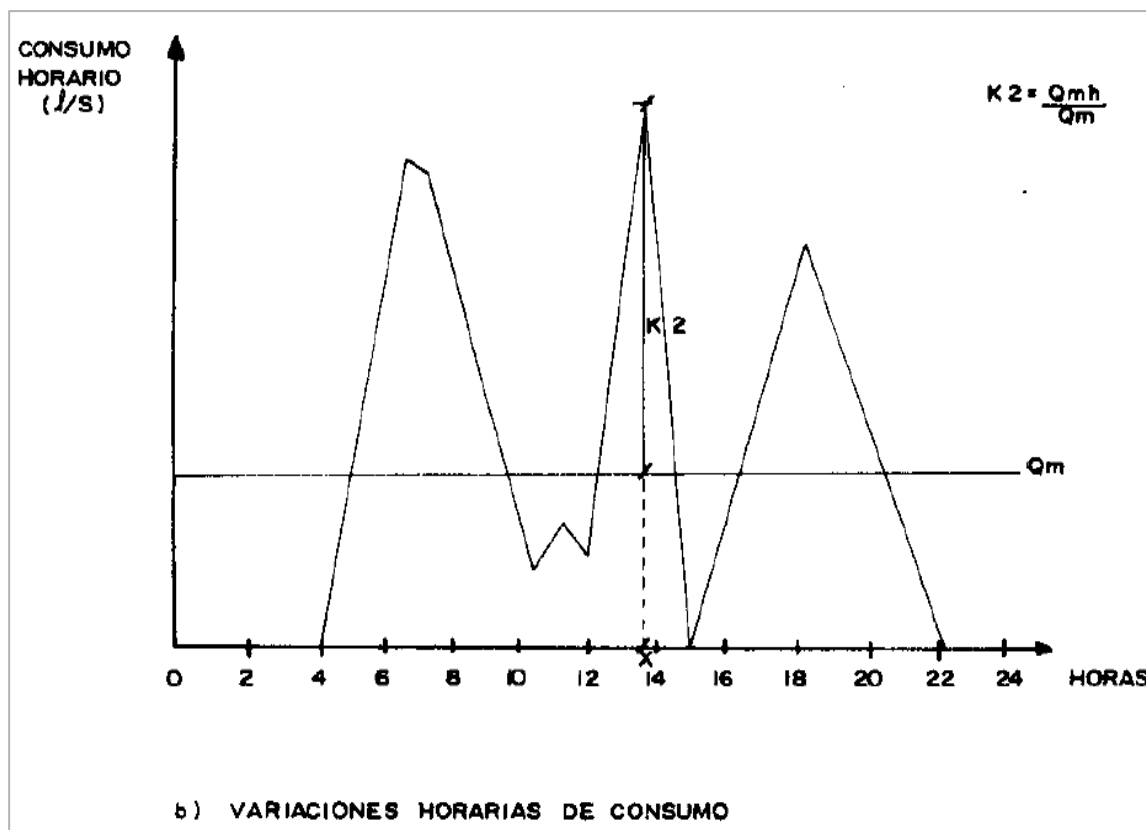
**Figura N° 2.** Caudal máximo diario

Fuente: Pittman (1997)

### 2.2.9. Consumo Máximo Horario (Qmh).

Según Pittman. (1997) Consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.





**Figura Nº 3.** Consumo Máximo Horario

Fuente: Pittman (1997)

#### 2.2.10. Consumo promedio diario anual (Qm).

Según Pittman. (1997) El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

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

Donde:

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

$P_f$  = Población futura (hab.).

$d$  = Dotación (l / hab. / Día).

### **2.2.11. Manantiales**

Según Pittman. (1997) Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie.

### **2.2.12. Consumo**

Según Pittman. (1997) El consumo es función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variarse de un sector de distribución a otro de una ciudad.

El consumo de agua de una población se estima en litros por persona por día, esta cantidad no se aplica a un día cualquiera, sino al promedio anual de consumo y se basa en la población total de la localidad.

### **2.2.13. Válvulas.**

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

**2.2.14. Hidrantes contra incendio**

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no será mayor de 300m, los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de interrupción.

**2.2.15. Anclajes**

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrantes contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

**2.2.16. Cálculo hidráulico**

Para el dimensionamiento de las tuberías pertenecientes al sistema condominial de agua potable (tubería principal y ramales) se aplicarán fórmulas racionales. En caso de utilizar la fórmula de Hazen-Williams se aplicarán los valores para C establecidos en la presente norma.

**2.2.17. Ubicación y recubrimiento de tuberías de agua**

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectados.

- Tubería principal de agua

La tubería principal de agua se ubicará entre el costado de la calzada y el medio de la calle a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1.20 m del límite de propiedad y hacia el centro de la calzada. El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 1,00 m para zonas con acceso vehicular y de 0.30 m para zonas sin acceso vehicular.

- Ramal condominial de agua

El ramal condominial de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1.20 m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal; el recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 0.30 m.

La mínima distancia libre horizontal medida entre tuberías de agua y alcantarillado (principal y/o ramal) ubicados paralelamente, será de 0.20 m, las tuberías de agua potable (principal y/o ramal) se ubicarán, respecto a las redes eléctricas y de telefonía, en forma tal que garantice una instalación segura.

#### **2.2.18. Grifos contra incendio**

Se ubicarán en las esquinas, a 0.20 m al interior del filo de la vereda. Se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 90 mm ó de diámetro mayor y llevarán una válvula de compuerta con la finalidad de permitir efectuar las reparaciones del grifo, sin afectar el abastecimiento normal.

#### **2.2.19. Empalmes y anclajes**

El empalme del ramal condominial con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm. Los accesorios de tuberías, válvulas y grifos contra incendio, irán anclados con concreto simple o armado.

El diseño de los anclajes considera: tipo de accesorio, diámetro, presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

#### **2.2.20. Abastecimiento de agua a través de sistemas ó acueductos**

Según Ordóñez. (2002) Establece una guía en el que aborda el abastecimiento de agua a través de acueductos tal y como se describe a continuación.

Las instalaciones permiten recoger el agua de las fuentes y conducirlas a la comunidad (tubería) distribuyéndola por medio de la red de abastecimiento hacia las tomas públicas (llena cántaros) o a nivel de los domicilios (predial), un sistema de abastecimiento de agua está planificado y diseñado de manera que los

usuarios del servicio puedan disponer de agua para las necesidades básicas de la familia y con la seguridad de que se le está proporcionando agua sanitariamente segura para el consumo, lo que le permite a las familias ahorrar tiempo, energía y dinero.

### **2.2.21. Partes que componen un sistema de abastecimiento de agua**

#### **Captaciones**

Según Ordoñez (2002) Las captaciones o presas tienen el fin de recoger el agua para llevarla a un tanque de almacenamiento o directamente al sistema de distribución. Las captaciones varían en su forma de construcción, bien por la topografía del terreno o por el tipo de sistema, por lo que pueden ser: captaciones abiertas o cerradas.

- Captaciones abiertas: Presa construida dentro de un río o quebrada, algunas veces la presa toma toda el agua de la fuente, otras sólo toma una parte que es lo que se necesita para el sistema.

Captaciones cerradas: presa construida en una vertiente o nacimiento. Captación por pozos: es la captación de aguas subterráneas por medio de la perforación o excavación de pozos. El agua es sacada, recogida y elevada a un tanque de almacenamiento por diferentes métodos, como la bomba eléctrica, molino de viento. etc.

#### **Línea de Conducción**

Según Ordoñez (2002) Es la red de cañería o tubería, que transporta el agua de la captación a un tanque de almacenamiento.

Se llama línea aductora a la tubería que une la captación de agua con el tanque de almacenamiento, donde el tanque está a una altura menor que la presa, pues es un sistema por gravedad.

#### **Desarenador**

Caja que se construye entre la fuente y el tanque de almacenamiento o distribución con el propósito de eliminar sedimentos, principalmente arena y

materia orgánica que el agua acarrea cuando la fuente de abastecimiento es un río o quebrada, el objetivo es que los sedimentos se queden aquí y no lleguen al tanque de distribución o almacenamiento.

### **Tanque de almacenamiento**

Según Ordoñez (2002) Llamado también tanque de distribución o reservorio, que sirve para almacenar el agua y poderla distribuir a toda la comunidad. Se construyen en la parte más alta de la comunidad para que así el agua baje por gravedad. Algunos tanques se construyen sobre la superficie del terreno, otros sobre torres de concreto o de estructura metálica, a fin de elevarlos para que el agua alcance una altura adecuada para su distribución.

El tanque o depósito asegura que exista suficiente cantidad de agua en horas de mayor demanda, además sirve para tener reserva de agua al existir algún problema en la línea de conducción.

### **Hipoclorador**

Es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento, en el cual se introduce la solución madre de cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque.

### **Red de distribución**

Según Ordoñez (2002) Es la tubería que va desde el pegue de la línea de conducción hasta las conexiones domiciliarias la red de distribución la forman tuberías de menor diámetro, partiendo de estas las tomas domiciliarias y lo los puestos públicos (llena cántaros).

### **Conexión domiciliar.**

Es la parte final de un sistema de abastecimiento. Consta de un tramo de tubería que une la red 'de distribución con la llave o chorro dentro del domicilio o en algunos casos llena cántaros.

### **2.2.22. Importancia de la operación del sistema de abastecimiento**

El sistema de agua se puede comparar con una máquina que el buen funcionamiento depende de que cada una de sus partes funcione bien. No es sólo un sistema de tubería por donde entra, pasa y sale el agua en las conexiones existen tres razones importantes para efectuar la operación.

### **2.2.23. La cantidad y calidad del agua de las fuentes**

Sean estas de lagos, laguna, ríos o aguas subterráneas, constituye el primer factor para el buen funcionamiento del sistema, cuidar las fuentes y captar el agua en las presas, pozos perforados constituye la base fundamental del sistema.

### **2.2.24. La presión del agua se logra con el manejo de válvulas**

El abrir o cerrar válvulas permite que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema, tanto en los lugares bajos como altos.

### **Diseño de la línea de conducción**

Organización Panamericana de la Salud 2004. Establece una guía de diseño para las líneas de conducción de agua potable y se describe como sigue:

#### **Caudal de diseño**

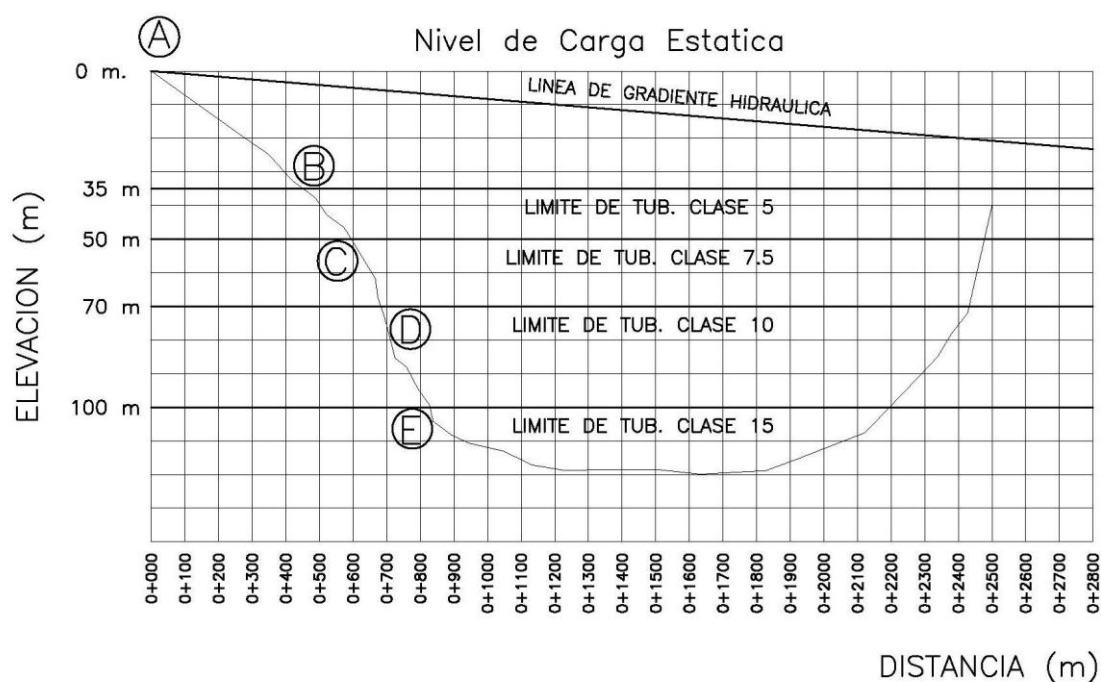
Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado.

#### **Carga estática Y dinámica**

La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

#### **Tuberías**

Para la selección de la clase de tubería se debe considerar los criterios que se indican en la figura.



**Figura Nº 4.** Nivel de carga estática.

Fuente: Pittman (1997)

Figura 4. Presiones de trabajo para diferentes clases de tubería de PVC

Se deberá seleccionar el tipo de tubería en base a la agresividad del suelo y al intemperismo. En este último caso, de usarse el fierro galvanizado se le dará una protección especial.

Aquella en caso que por la naturaleza del terreno, se tenga que optar por tubería expuesta, se seleccionará por su resistencia a impactos y pueda instalarse sobre soportes debidamente anclados.

### Diámetros

El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s

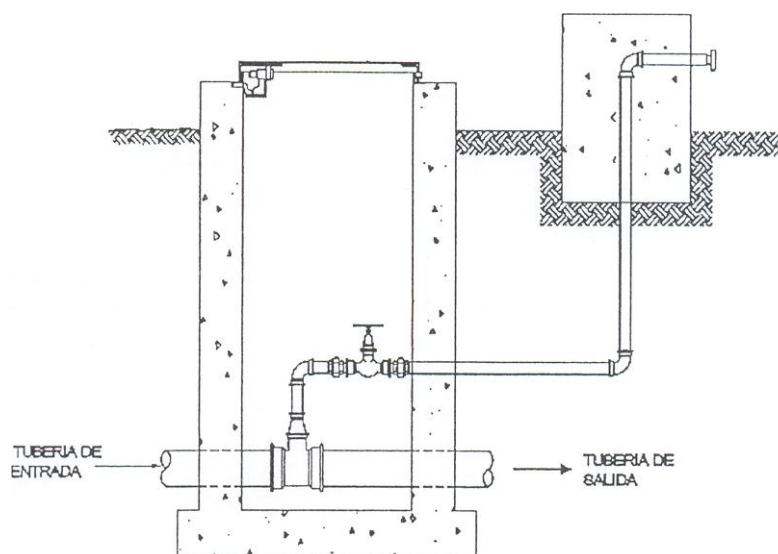
El diámetro mínimo de la línea de conducción es de 3/4" para el caso de sistemas rurales.



### 2.2.25. Estructuras complementarias

#### a) Cámara de válvula de aire

Según Pittman (1997) El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales (figura 5).

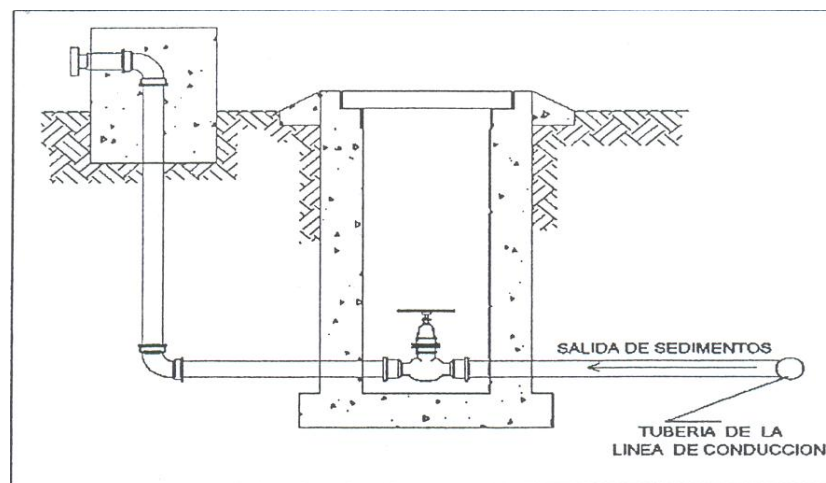


**Figura N° 5.** Válvula de aire manual

Fuente: Pittman (1997)

#### b) Cámara de válvula de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (figura 6).

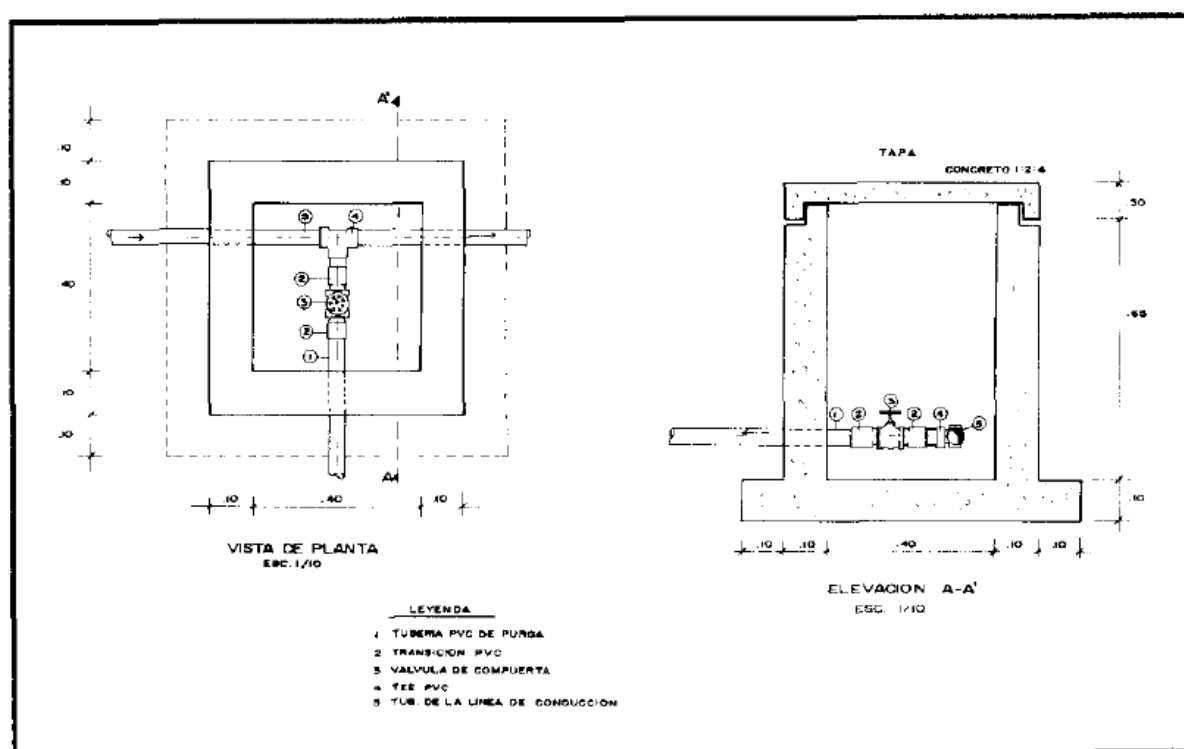
**Figura Nº 6.** Válvula de purga

Fuente: Pittman (1997)

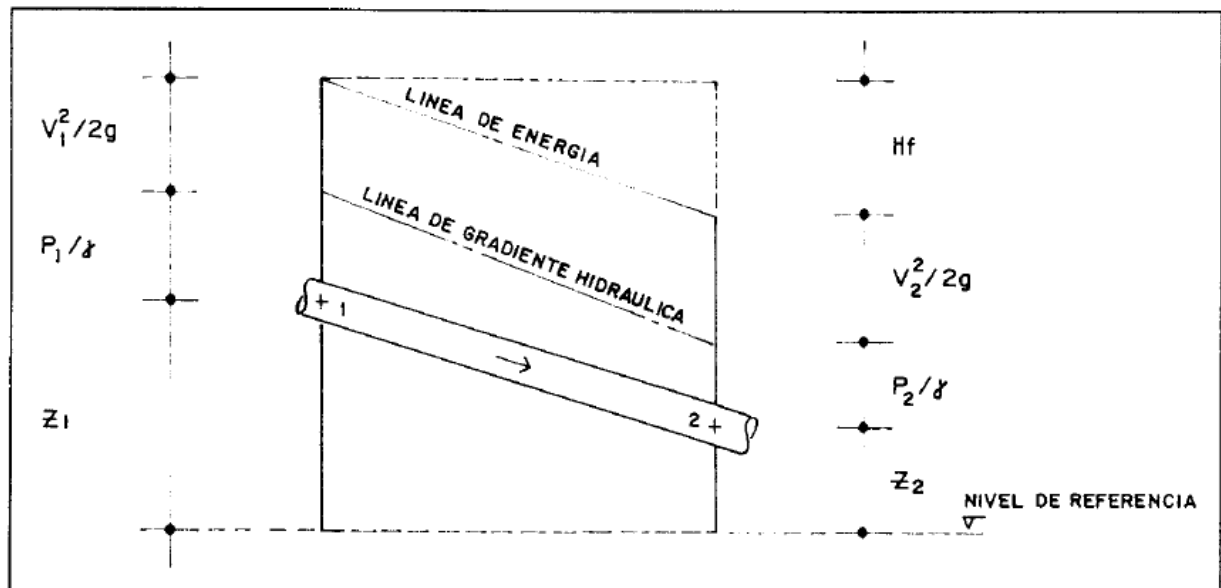
**c) Cámara rompe - presión**

Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

*La tubería de ingreso estará por encima de nivel del agua.*

**Figura Nº 7.** Cámara rompe-presión

Fuente: Pittman (1997)



**Figura N° 8:** Energías de posición. Presión y velocidad

Fuente: Pittman (1997)

#### d) Combinación de tuberías.

Según Pittman (1997) Es posible diseñar la línea de conducción mediante la combinación de tuberías, tiene la ventaja de optimizar las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos admisibles y disminuir los costos del proyecto.

Se define lo siguiente:

$H_f$  = Pérdida de carga total (m).

$L$  = Longitud total de tubería (m).

$X$  = Longitud de tubería de diámetro menor (m).

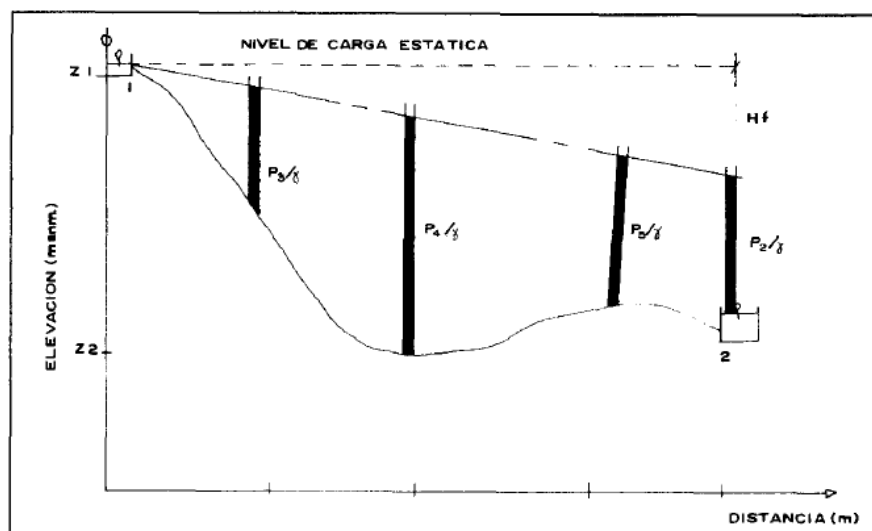
$L-X$  = Longitud de tubería de diámetro mayor (m).

$hf_1$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de mayor diámetro.

$hf_2$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de menor diámetro.

La pérdida de carga total deseada  $H_f$ , es la suma de pérdidas de carga en los dos tramos de tubería (figura 7).

$$H_f = hf_2 \times X + hf_1 \times (L-X)$$



**Figura Nº 9:** Equilibrio de presiones dinámicas

Fuente: Pittman (1997)

#### e) Perfiles en U

En zonas donde la topografía obligue el trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de U, las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

#### f) Flujo laminar

Cuando el gradiente de velocidad es bajo, la fuerza de inercia es mayor que la de fricción, las partículas se desplazan pero no rotan, o lo hacen pero con muy poca energía, el resultado final es un movimiento en el cual las partículas siguen trayectorias definidas, y todas las partículas que pasan por un punto en el campo del flujo siguen la misma trayectoria.

En el presente trabajo se utilizó flujo laminar con el software CIVILCAD.

#### G) Flujo turbulento

Se produce turbulencia en la zona central del tubo donde la velocidad es mayor, pero queda una corona de flujo laminar entre las paredes del tubo y el núcleo central turbulento.

### 2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN

La solución óptima debe cumplir con las leyes fundamentales del flujo en redes, y con algunas restricciones relacionadas con el montaje y la operación del sistema:

- La continuidad del flujo debe mantenerse en todas las uniones o nodos de la red.
- La pérdida de presión' total a través del lazo debe ser igual a cero, o la pérdida a lo largo del camino que une dos depósitos debe ser igual a la energía disponible.
- Restricciones en el diámetro máximo y mínimo pueden ser aplicables a ciertas tuberías de la red, y los diámetros que pueden tener las tuberías de la red se restringen a los comerciales.
- La velocidad del fluido en las tuberías del sistema hidráulico debe estar en un intervalo, de forma tal que se minimice la erosión de la tubería, el ruido y el golpe de ariete, y se evite el flujo pulsante y se permita el transporte de sedimentos.

Teniendo en cuenta que cualquier método de optimización de redes soluciona el problema de mecánica de fluidos para cada una de las posibles soluciones, el modelo de simulación sobre el cual opere también se convierte en una restricción, ya que la precisión del óptimo establecido dependerá, en gran medida, de que el modelo de simulación permita la descripción de la red de la forma más aproximada posible a la realidad.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- ❖ La optimización de los redes de distribución del consumo de agua potable determina; los diámetros de las tuberías, pendiente, caudal de diseño, en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya; del distrito de Pisacoma.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

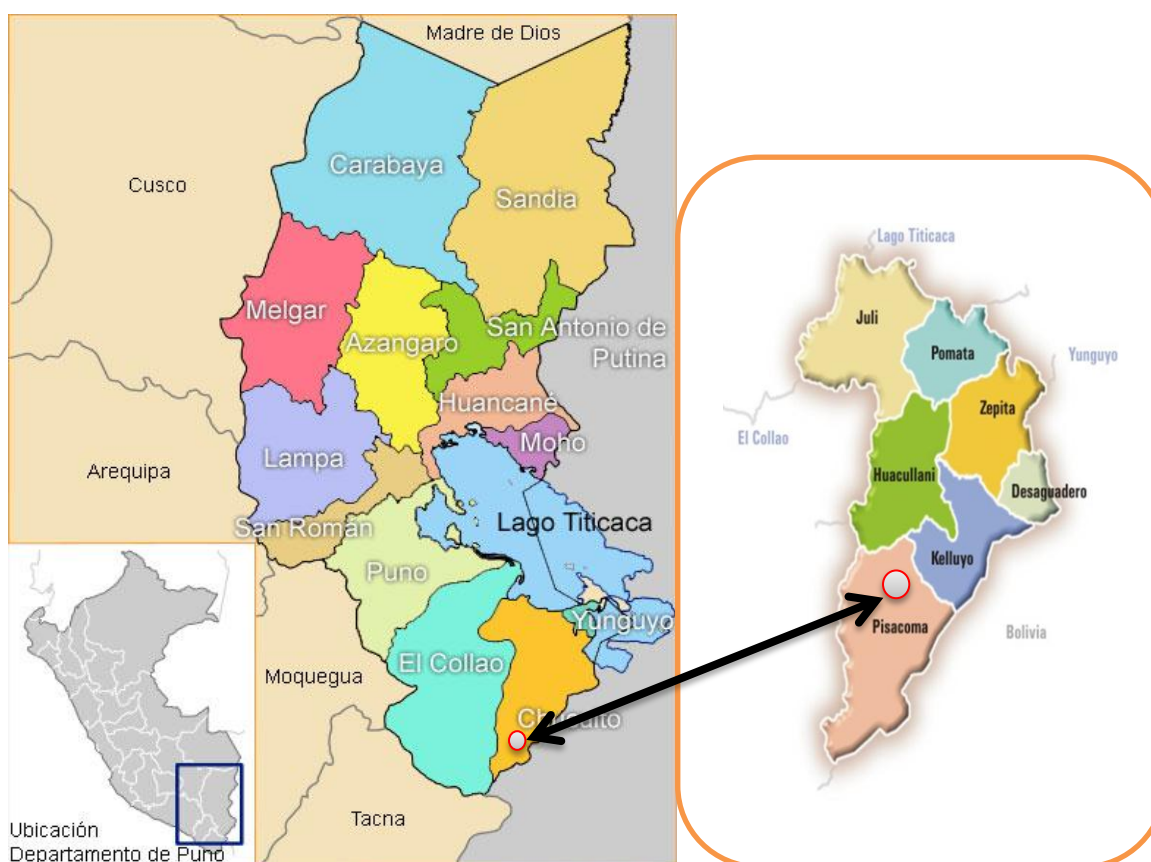
- ❖ La optimización de los redes de distribución se determina mediante los insumos a utilizar según el diseño de las clases y diámetros de tuberías para dotar el caudal máximo horario, a las comunidades beneficiarias.
- ❖ La optimización se determina Realizando los cálculos hidráulicos de presión en cada circuito y domicilio según el consumo máximo horario.

### III. METODOLOGIA

El trabajo de investigación, corresponde al método descriptivo-comparativo, donde las unidades de análisis son identificadas y descritas para explicar e interpretar análisis sistemáticamente el hecho, sus formas de operaciones, recogiendo datos sobre las situaciones ocurridas con el objeto de examinarlos, analizarlos, describirlos, compararlos y explicar los detalles y con ello determinar su incidencia y características de la investigación.

El procedimiento para implementar la metodología de la optimización de los redes de distribución del consumo de agua potable en cuatro comunidades del distrito de Pisacoma, consideró todas las variables a ser usados. A continuación se indica la secuencia y los métodos que se emplearon en el proceso de ejecución del proyecto.

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN



**Figura Nº 10:** ubicación de proyecto de investigación

### **3.1.1. Ámbito de estudio**

El ámbito de estudio está definido por el territorio correspondiente en las Comunidades del distrito de Pisacoma-Chucuito-Puno, tiene las siguientes características:

### **3.1.2. Localización del proyecto**

El presente proyecto fue desarrollado en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, ubicado en la parte norte de la ciudad de Pisacoma.

#### **A. Ubicación política**

Las comunidades de: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, políticamente se encuentra ubicada en el distrito de pisacoma, provincia de chucuito y región Puno geográficamente está localizada en la sierra sur del Perú, entre las coordenadas WGS – 84, zona – 19; por el Este de 8'139,065.726 – 8'135,073.104 y por el Norte de 453,502.371 – 471,828.059 en un altitud de 4042.250 – 3874.280 m.s.n.m.

Limita por el Este colinda con la república de Bolivia, por el Oeste colinda con las comunidades de Ccallasa y Totora, por el Norte colinda con el distrito de Kelluyo y por el Sur colinda con la ciudad de pisacoma.

### **3.1.3. Área de influencia del estudio**

Las comunidades de: Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, las 4 comunidades y sectores están cubiertas de pastos naturales y pequeños bufedales, obras de infraestructura a la fecha cuenta con 118 caseríos de construcciones con material rustico destinados para viviendas para las 118 familias existentes en el ámbito de estudio.

Además, no cuenta con servicios de agua, desagüe, instalaciones eléctricas, vías de acceso, teléfono, internet, y otros.



### **3.1.4. Población determinada**

La población aproximada que se ubica en las comunidades de estudio es un aproximado de 590 habitantes actuales; con una población futura de 909 habitantes para un diseño de 20 años del proyecto.

## **3.2. TRABAJOS PRELIMINARES**

### **3.2.1. Sondeo y consulta popular**

Un sondeo rápido a los habitantes de las comunidades de: Bajo Vilcallamas Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya, nos permitió identificar el desabastecimiento de agua potable la que fue corroborada por las autoridades de las comunidades y el Alcalde de la Municipalidad distrital de Pisacoma, quienes justificaron esta problemática a la falta de financiamiento para la elaboración y ejecución de proyecto de agua potable.

Posteriormente en coordinación con las autoridades distritales y locales se procedió a proponer y brindar la información correspondiente al proyecto a los pobladores de las comunidades mencionadas en una consulta popular, lográndose una aprobación unánime donde se asumió el compromiso de elaborar el proyecto de agua potable en forma. Ad-honoren. Luego se procedió a fijar un cronograma de trabajo a fin de recopilar los datos topográficos de las comunidades afectadas, número de beneficiarios, la ubicación y el caudal de los manantes, etc.

### **3.2.2. Definición del área de estudio**

En esta fase se determinó el ámbito de estudio del proyecto, su extensión y sus límites, dentro del cual será implementado el abastecimiento óptimo de agua potable.

En el caso de este proyecto se ha definido como el área de estudio, el territorio correspondiente a las cuatro comunidades, que corresponde al Distrito de Pisacoma, Provincia de Chuchito Departamento Puno.

**Cuadro Nº 3:** Cuadro de comunidades por N° de familias

Comunidad	N° Familias
Bajo Vilcallamas	18
Chambalaya Arriba	16
Quenta	15
Bajo Chambalaya	69

**3.2.3. Recopilación de la información existente**

En esta etapa, se acudió a los diferentes tipos de información existente del ámbito del proyecto acerca del recurso agua, así como a publicaciones bibliográficas, trabajos de investigación, experimentos y algunos reportes e informes acerca de este recurso, lo que sirvió como base de información en la elaboración del proyecto planteado.

Por otra parte también se acudió a la información gráfica existente como, planos topográficos, planos hidrológicos, hojas catastrales, cartas nacionales e imágenes satelitales obtenidas a través de la percepción remota.

**3.2.4. Reconocimiento del terreno**

Consistió en el recorrido "In situ" del ámbito de estudio, para así tener una idea más clara del territorio en los diferentes aspectos tales como, disponibilidad de recursos hídricos, uso actual de los suelos, vías de comunicación, geomorfología. Actividades socioeconómicas y otros, que sirvió para un mejor planeamiento en la ejecución del proyecto que se muestra en la foto.



**Figura N° 11:** Manante para la captación del agua

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. Muestra**

Para validar los estudios temáticos existentes en la distribución óptima de agua potable en tuberías para la distribución, se toma muy en cuenta las características topográficas de la zona, la ubicación de una fuente de agua. Los parámetros antes señalados son de carácter alfanumérico.

#### **3.3.2 Población**

Está representado por toda la topografía relacionada entre la ubicación de las fuentes de agua y la ubicación catastral de las viviendas que corresponden a las comunidades de Bajo Vilcallamas Chambalaya Arriba, Quenta Y Bajo Chambalaya tal como se muestra en la foto.

#### **POBLACION EXISTENTE**

En el presente proyecto se tiene una población actual de 590 habitantes en cuatro

comunidades y 118 familias, según la encuesta realizada Incito a los pobladores de manera directa en diciembre del 2010, resaltando que existen estancias concentradas dispersas y muy dispersas.



**Figura Nº 12:** Población existente



**Figura Nº 13:** Población que habitan

## PROYECCION AÑO 2035

## DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACION FUTURA

*Los datos que se disponen:*

- a. Población 2014: 590 habitantes (fuente: propio del proyectista según encuesta directa a la población)

**a) Determinación de la población futura**

Para el cálculo de la población futura existen varios métodos que están basados sobre el crecimiento anterior de la población lo que se consideró para este trabajo de investigación el método aritmético.

La población actual los constituyen 118 familias, con un promedio de 5 habitantes cada una, haciendo un total de 590 personas, según la encuesta realizada In-sito al momento de realizar las entrevistas a los pobladores de manera directa en Mayo del 2014.

Cuya fórmula a utilizar es:

$$Pf = Pa \times \left(1 + \frac{r \cdot t}{1000}\right)$$

Dónde:

Pa =Población actual

Pf =Población futura

r= Coeficiente de crecimiento poblacional

t= Período de diseño

Para la aplicación de esta fórmula es necesario conocer el coeficiente de crecimiento (**r**) pidiéndose presentar varios casos, para el presente trabajo se tiene dos casos.

**A.1) En el primer caso**, además de contar con los datos recopilados en el estudio de campo, se considera la información censal de los años de 1993 y 2010, el cálculo se muestra a continuación.



## CALCULO DE COEFICIENTE DE CRECIMIENTO LINEAL DE POBLACION

AÑO	Pa (hab.)	t (años)	P Pf-Pa	Pa.t	r P/Pa.t	r.t
1993	8857					
		17	3294	150569	0.022	0.374
2010	12151					
TOTAL		17				0.374

$$r = \frac{\text{total } r \times t}{\text{total } t} = \frac{0.374}{17} = 0.022$$

$r = 22$  por cada 1 000 hab. (22 por mil)

De acuerdo a las Normas técnicas de diseño para proyectos de abastecimiento de agua potable de zonas rurales del Ministerio de Salud, se asume que existe un crecimiento aritmético de **2.7** por ciento (calculado según los censos nacionales de la población) para un período de diseño de 20 años, es decir:

## CALCULO DE POBLACION FUTURA POR PRIMER METODO.

$$Pf_{(2035)} = Pa_{(2014)} \times \left(1 + \frac{r \cdot t}{1000}\right)$$

$$Pf_{(2035)} = Pa_{(2014)} \times \left(1 + \frac{22 \cdot 20}{1000}\right)$$

$$Pf_{(2035)} = 850 \text{ hab.}$$

**a.2) En el segundo caso**, Cuando no existe información consistente, se considera el valor de **(r)** en base a los coeficientes de crecimiento lineal por Departamento, por lo que para la región Puno  $r=15$  por mil el cálculo se muestra a continuación.

$r = 15$  por cada 1 000 hab. (15 por mil)

## CALCULO DE POBLACION FUTURA POR SEGUNDO METODO.

$$Pf_{(2035)} = Pa_{(2014)}x(1 + \frac{r.t}{1000})$$

$$Pf_{(2035)} = Pa_{(2014)}x(1 + \frac{15.20}{1000})$$

$$Pf_{(2035)} = 767 \text{ hab.}$$

Por lo que después de efectuar la población futura por dos métodos y teniendo en cuenta que la primera tiene datos reales, específico para el mencionado distrito y la segunda es algo genérico de tal razón la confianza es en la primera entonces en los cálculos posteriores se utilizara la población futura de 850 habitantes.

Con la formula se tiene una población futura para un periodo de diseño de 20 años es decir **para el año 2035 se tendrá 850 habitantes.**

**b) Dotación de agua y cálculo de caudales**

Se adjunta la memoria de cálculo correspondiente.

**b.1) Dotación de agua para el diseño**

De acuerdo a las Normas de la DNS, normas técnicas- ministerio de salud, se establece que para poblaciones rurales de la sierra que se encuentren **A Más de 1500 msnm la dotación mínima y dotación por región natural es 50 l/hab./día.** Según esta dotación se calcularán los caudales de diseño.

**c) Cálculo de consumo promedio diario anual (Qm)**

$$Qm = \frac{Pf \times dotacion (d)}{86\,400 \text{ seg./día}}$$

Donde:

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

$Pf =$  Población futura (hab.)

$d =$  Dotación (l/hab./día)

$$Q_m = \frac{850 \text{ hab.} \times 50 \text{ l / hab./dia}}{86\,400 \text{ seg./dia}}$$

$$Q_m = 0.492 \text{ l/s.}$$

$$Q_m = 42,510 \text{ l/dia.}$$

**d) Calculo de consumo máximo diario (Qmd)**

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.492 = 0.6396 \text{ l/s.}$$

$$Q_{md} = 0.6396 \text{ l/s.}$$

**e) Calculo de consumo máximo horario (Qmh)**

$$Q_{md} = 1.5 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 1.5 \times 0.492 = 0.738 \text{ l/s.}$$

$$Q_{mh} = 0.738 \text{ l/s.}$$

**f) Calculo de caudal unitario (Q Unit.)**

$$Q_{unit.} = \frac{(Q_{mh})}{(Poblacion\ futura)}$$

$$Q_{unit.} = \frac{0.738 \text{ l/s.}}{850 \text{ Hab.}}$$

$$Q_{unit} = 0.000868 \text{ l/s/hab.}$$

**g) Calculo de caudal por familia (Q Fam.)**

$$Q_{fam.} = Q_{unit.} \times \text{Hab. por Familia}$$

$$Q_{fam.} = 0.000868 \times 5 \text{ Hab.}$$

$$Q_{fam.} = 0.00434 \text{ l/s}$$

**h) Cálculo de volumen de almacenamiento (reservorio)**

$$V = (P_f \times \text{dotación } (d)) \times 0.25$$

Datos:

$$P_f = 850 \text{ Hab.}$$

$$D = 50 \text{ l/hab./día.}$$

$$V = (850 \text{ hab.} \times 50 \text{ l/hab./día}) \times 0.25$$

$$V = 10500 \text{ litros}$$

$$V = 10.625 \text{ m}^3$$

*volumen asumido para el diseño*

$$V = 11 \text{ m}^3$$



### 3.4. EJECUCIÓN DE TRABAJO

La ejecución del trabajo ha sido, dividido en cuatro etapas:

#### 3.4.1 Primera etapa- fase de campo

##### Materiales

Para esta fase se utilizaron los siguientes materiales:

- Un recipiente graduado de 4 litros
- Un cronometro
- GPS navegador
- una cámara digital
- Seis botellas vacías de medio litro de agua des ionizada
- Tres estacas codificadas
- Un plumón indeleble
- Una libreta de apuntes
- Lápices
- Palas y picos para el aforo
- Ubicación de las fuentes de agua

En la zona evaluada se encontró una fuente de agua ubicada en la ladera y quebrada del cerro que pertenece a la comunidad de Bajo Vilcallamas, estos tipos de fuentes corresponden a aguas subterráneas manantiales cuyas aguas son factibles de ser tratadas sólo con el proceso de desinfección que es obligatorio para todos los casos.



**Figura Nº 14:** Ubicación de UTM en la fuente

**a) Aforo y torna de muestras**

Método volumétrico.

-Nombre del Manantial.

CARACOLLPA PUJO

- El aforo consistió en llenar de agua un recipiente cuyo volumen es conocido (v en litros) paralelamente se tomó el tiempo de llenado del recipiente, para posteriormente determinar el caudal con la siguiente formula.

Los datos del manantial de que se dispone se describen en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 4:** Disponibilidad de agua del manantial

Manantiale	Unidad	Sub-Total
Manante 01	l/s	0.52
	m3/día	44.928
TOTAL	l/s	0.52
	m3/día	44.928

Comparando estos resultados con los cálculos de la demanda las comunidades, se concluye que existe la posibilidad de lograr un abastecimiento óptimo, considerando el crecimiento a 20 años y la dotación óptima de 50 litros, a partir del manantial de la zona.

**b) Toma de muestras de agua** en botella vacía de litro de agua des ionizadas se procedió a tomar una muestra de fuente de agua. A fin de enviar inmediatamente al laboratorio con la finalidad de determinar las características físicas y químicas de las muestras de agua, que se adjunta en el anexo

**c) Codificación y marcado de la fuente de agua**

Una vez concluida la etapa de aforo se procedió a colocar una estaca de madera en el mismo lugar de aforo a fin de geo-referenciar con la ayuda de un receptor GPS navegador.

En la libreta de apuntes se anotó las coordenadas de ubicación de la fuente de agua, así mismo se ha empleado el marcado (Manantial) tal y como quedó marcado con un plumón indeleble en la estaca.

### **3.4.2. Segunda etapa- fase de laboratorio**

Los análisis físico-químico de la muestra, se realizó en el laboratorio de aguas y suelos El análisis que se practicó a la muestra de agua se denomina "Análisis de Caracterización Llegando a un resultado siguiente. **APTO** según la certificación que se adjunta en el anexo.

### **3.4.3. Tercera etapa- fase de campo.**

#### **3.4.3.1. Elaboración del plano topográfico**

##### **a) Materiales y equipos**

- 01 estación total GTS 102 marca TOPCON.
- 02 Prismas
- 01 Vehículo camioneta Toyota
- 01 Receptor GPS navegador
- 01 Cámara digital
- Pintura
- Estacas
- Otros

Software:

Autocad 2013

CivilCAD 2005

##### **b) Método**

Para la elaboración de esta información temática se acudió al

levantamiento topográfico empleando una estación total GTS 102 marca TOPCON. El método empleado fue levantamiento por radiación, que consiste en medir el ángulo respecto a un punto referencia y distancias desde un solo punto previamente geo-referenciados. En este caso el equipo cuenta con un software que procesa y calcula de manera inmediata las coordenadas UTM.

Para obtener estas informaciones temáticas se siguió las siguientes etapas:

#### **b.1. Etapa de campo**

Se refiere netamente al levantamiento topográfico a detalle por el método de radiación para obtener curvas de nivel inferior o igual a 2 m.

#### **3.4.4. Cuarta etapa- fase de gabinete**

Una vez hecho el levantamiento topográfico, estos datos fueron importados y procesados utilizando el menú CivilCAD del software CivilCAD.



**Figura N° 15:** El Paquete de Software CIVILCAD

**Cuadro Nº 5:** Cuadro de consumo por tramo y Nº de familias

Tramo	Consumo l/s	Nº Familias	Habitantes
273 - 282	0.0260	6	30
263 - 273	0.0651	15	75
256 - 263	0.0781	18	90
236 - 256	0.1172	27	135
214 - 236	0.1693	39	195
196 - 214	0.2040	47	235
87 - 196	0.2127	49	245
169 - 188	0.0347	8	40
164 - 169	0.0608	14	70
148 - 164	0.0868	20	100
87 - 148	0.0868	20	100
84 - 87	0.2994	69	345
119 - 110	0.0174	4	20
119 - 127	0.0477	11	55
108 - 119	0.0651	15	75
84 - 108	0.0651	15	75
80 - 84	0.3645	84	420
62 - 80	0.4123	95	475
12 - 62	0.4253	98	490
41 - 47	0.0304	7	35
21 - 41	0.0477	11	55
21 - 30	0.0217	5	25
18 - 21	0.0694	16	80
12 - 18	0.0781	18	90
11 - 12	0.5034	116	580
6 - 11	0.5121	118	590

Ahora se hace el procedimiento de indicar gastos por tramo y para ello se necesita el caudal de diseño, para eso se hace los cálculos correspondientes de la siguiente manera.

### 3.5. CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS

Para contrastar las hipótesis de que existe diferencia entre las medias aritméticas de las medidas de las variables consideradas: velocidad (m/s), presión disponible final (m), y costo de financiamiento (S/.) se efectuó la prueba “t” de Student a un nivel de significancia del 0.05 y un nivel de significación del 95%

Para la comparación del costo de financiamiento, eficiencia hidráulica; (presión final, velocidad) requerido para la optimización de agua potable en cuatro comunidades del Distrito de Pisacoma, con modelación de mayor diámetro de tubería en pulgadas (“) ( $\bar{X}$  1) versus la modelación de menor diámetro de tubería en pulgadas (“) ( $\bar{X}$  2), se aplicó la diferencia de medias.

La unidad de medida para determinar la eficiencia hidráulica en este caso con la presión final será en metros (m) con la presión mínima por piletas según reglamento.

La unidad de medida para determinar la eficiencia hidráulica en este caso con la velocidad será en metros por segundo (m/s).

La unidad de medida para la determinación el costo de financiamiento será en nuevos soles (S/.) con modelación de mayor y menor diámetro de tubería.

#### VARIABLES INDEPENDIENTES

##### Modelación con mayor diámetro de tubería

- Costo de financiamiento en (S/.) con modelación de mayor diámetro de tubería de cálculos hidráulicos.
- Eficiencia hidráulica con modelación de mayor diámetro de tubería en la presión final (m), velocidad (m/s).

##### Modelación con menor diámetro de tubería

- Costo de financiamiento en (S/.) con modelación de menor diámetro de tubería de cálculos hidráulicos.
- Eficiencia hidráulica con modelación de menor diámetro de tubería en la presión final (m), velocidad (m/s).

**VARIABLES DEPENDIENTES**

- $\bar{X}_1$ , Costo de financiamiento de agua potable en cuatro comunidades con mayor diámetro de tubería
- $\bar{X}_1$ , Eficiencia hidráulica de agua potable en cuatro comunidades con mayor diámetro de tubería; presión final, velocidad.
- $\bar{X}_2$ , Costo de financiamiento de agua potable en cuatro comunidades con menor diámetro de tubería
- $\bar{X}_2$ , Eficiencia hidráulica de agua potable en cuatro comunidades con menor diámetro de tubería; presión final, velocidad.

**3.5.1. Cálculos para determinar la diferencia de medias en determinación del costo de financiamiento y eficiencia hidráulica**

Se determinó la medida de tendencia central cuya fórmula del estadístico de prueba, corresponde a:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N}$$

donde

$X_i$  = es el elemento  $i$  de la población

$N$  = es el número de elementos de la población

Se determinó la medida de dispersión como varianza de una muestra usando la fórmula:

$$S^2 = \sum \frac{(X - \bar{X})^2}{n-1}$$

La variable aleatoria asociada con el estimador es la variable  $t$  definida como:

$$T_c = \frac{|\bar{X}_A - \bar{X}_B|}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}}$$

Donde:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

$S_p^2$  = varianza combinada

$X_1$  = media de la muestra tomada de mayor diámetro

$S_1^2$  = varianza de la muestra tomada de mayor diámetro

$n_1$  = tamaño de la muestra tomada con mayor diámetro

$X_2$  = media de la muestra tomada con menor diámetro

$S_2^2$  = varianza de la muestra tomada con menor diámetro

$n_2$  = tamaño de la muestra tomada con menor diámetro



#### IV RESULTADOS

Para contrastar las hipótesis de que existe diferencia entre las medias aritméticas de las medidas de las variables consideradas: velocidad (m/s), presión disponible final (m), y costo de financiamiento (S/.) se efectuó la prueba “t” de Student a un nivel de significación del 5%

**Para la prueba de hipótesis, para la diferencia de medias con varianzas desconocidas y diferentes se usó:**

Ensayo de Hipótesis:

$$H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON VARIABLE PRESIÓN FINAL (m)

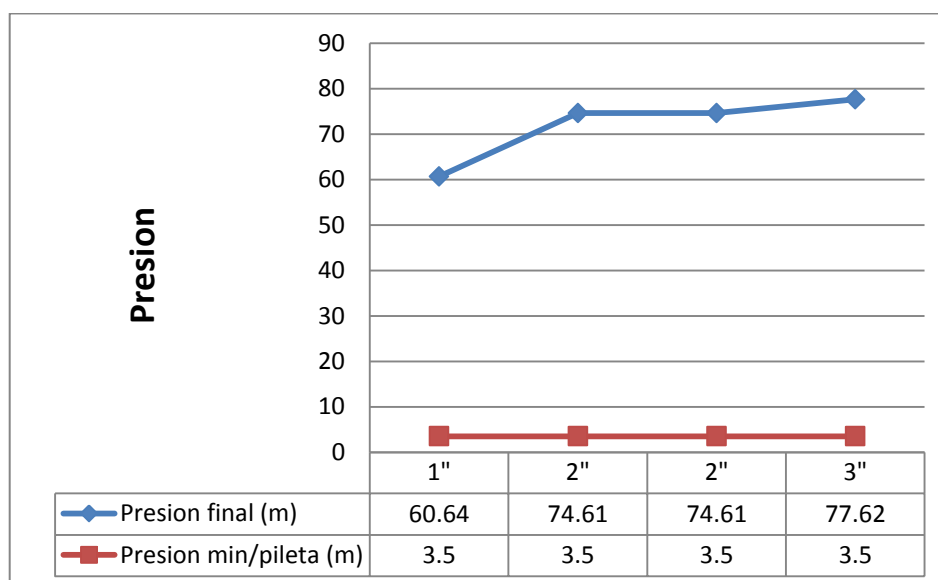
Del análisis estadístico para la eficiencia hidráulica de presión final por la modelación de diferentes diámetros de tubería se obtuvieron el siguiente resultado en el tramo 83-84:

**Cuadro Nº 6.** Presión final por diferente diámetro de tubería en el mismo tramo con mayor y menor diámetro de tubería para realizar el análisis estadístico.

TRAMO	DIAMETRO (")	PRUEBA	
		PRESION FINAL (m)	PRESION MIN/PILETA (m)
<b>83-84</b>	1"	60.64	3.50
	2"	74.61	3.50
	2"	74.61	3.50
	3"	77.62	3.50
<b>Suma</b>	<b>287.48</b>	<b>14.00</b>	
<b>n</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
<b>Promedio</b>	<b>71.869</b>	<b>3.50</b>	
<b>Varianza</b>	<b>58.06683267</b>	<b>0</b>	

$S^2$		
$S$	<b>7.620160</b>	
	<b>Tc=</b>	<b>17.94</b>

En el tramo **83-84**, como  $T_c=17.94$  es mayor que 2.3534, se rechaza  $H_0$ , aceptando  $H_1$ , esto implica que SI EXISTE diferencia estadística significativa, por lo que resulta razonable afirmar que esta medida es significativamente mayor que la de referencia, lo que evidencia que en este tramo la presión final disponible supera notablemente al valor de referencia (3.5 m); es decir que tuvo un efecto **positivo**, para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.



**Figura Nº 16:** Presión final por diferente diámetro de tubería en tramo 83 - 84

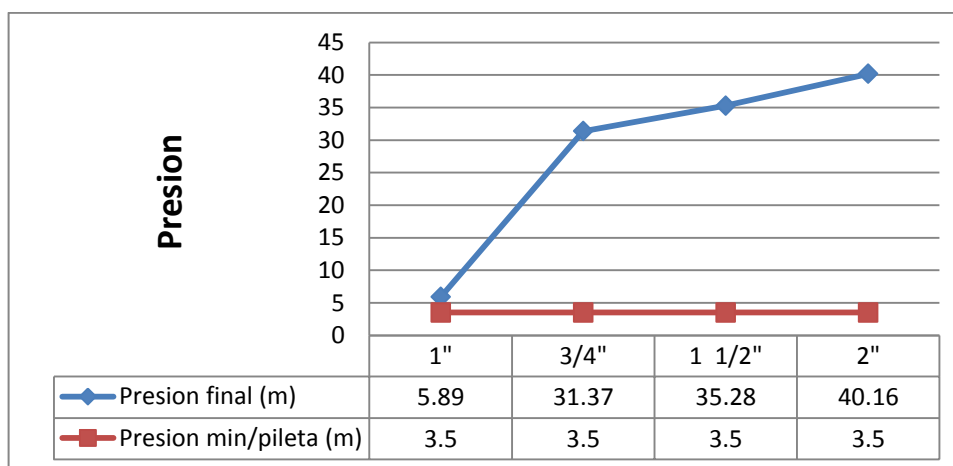
Del análisis estadístico para la eficiencia hidráulica de presión final por la modelación de diferentes diámetros de tubería se obtuvieron el siguiente resultado en el tramo 89-148:

**Cuadro Nº 7:** Presión final por diferente diámetro de tubería en el mismo tramo con mayor y menor diámetro de tubería para realizar el análisis estadístico.

TRAMO	DIAMETRO (")	PRUEBA	
		PRESIÓN FINAL (m)	PRESIÓN MIN/PILETA (m)
<b>89- 148</b>	1"	5.89	3.50
	3/4"	31.37	3.50
	1 1/2"	35.28	3.50
	2"	40.16	3.50

<b>Suma</b>	<b>112.69</b>	<b>14.00</b>
<b>n</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Promedio</b>	<b>28.172</b>	<b>3.50</b>
<b>Varianza</b> <b>S<sup>2</sup></b>	<b>233.6872263</b>	<b>0</b>
<b>S</b>	<b>15.286832</b>	
<b>Tc=</b>		<b>3.228</b>

En el tramo **89-148**, como  $T_c=3.228$  es mayor que 2.3534, se rechaza  $H_0$ , aceptando  $H_1$ , esto implica que SI EXISTE diferencia estadística significativa, por lo que resulta razonable afirmar que esta medida es significativamente mayor que la de referencia, lo que evidencia que en este tramo la presión final disponible supera notablemente al valor de referencia (3.5 m); es decir que tuvo un efecto **positivo**, para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.



**Figura Nº 17:** Presión final por diferente diámetro de tubería en tramo 89 - 148

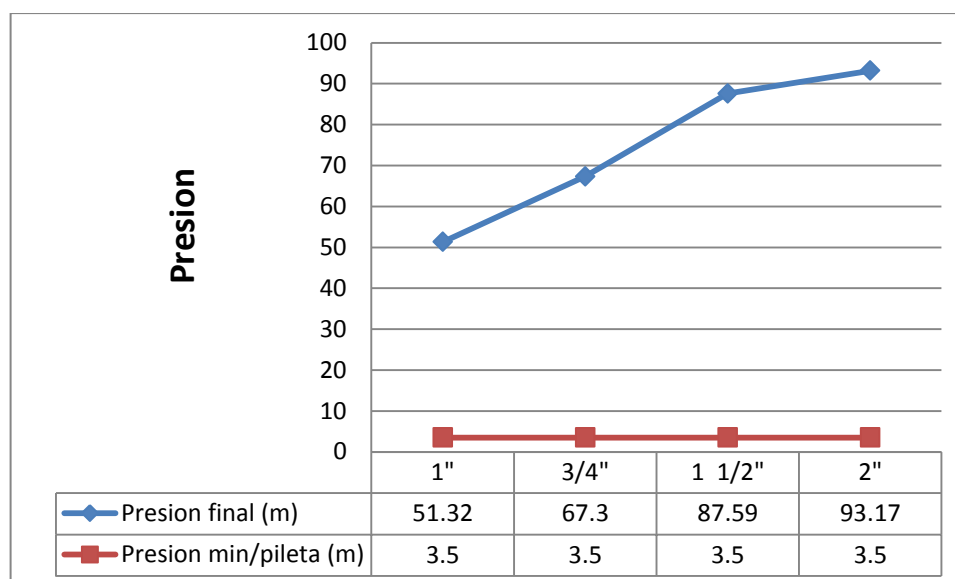
Del análisis estadístico para la eficiencia hidráulica de presión final por la modelación de diferentes diámetros de tubería se obtuvieron el siguiente resultado en el tramo 93-95:

**Cuadro Nº 8:** Presión final por diferente diámetro de tubería en el mismo tramo con mayor y menor diámetro de tubería para realizar el análisis estadístico

TRAMO	DIAMETRO (")	PRUEBA	
		PRESION FINAL (m)	PRESION MIN/PILETA (m)
<b>93- 95</b>	1"	51.32	3.50
	3/4"	67.30	3.50
	1 1/2"	87.59	3.50
	2"	93.17	3.50

<b>Suma</b>	<b>299.38</b>	<b>14.00</b>
<b>n</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Promedio</b>	<b>74.846</b>	<b>3.50</b>
<b>Varianza</b> <b>S^2</b>	<b>369.656835</b>	<b>0</b>
<b>S</b>	<b>19.226462</b>	
	<b>Tc=</b>	<b>7.422</b>

En el tramo **93-95**, como  $T_c=7.422$  es mayor que 2.3534, se rechaza  $H_0$ , aceptando  $H_1$ , esto implica que SI EXISTE diferencia estadística significativa, por lo que resulta razonable afirmar que esta medida es significativamente mayor que la de referencia, lo que evidencia que en este tramo la presión final disponible supera notablemente al valor de referencia (3.5 m); es decir que tuvo un efecto **positivo**, para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.



**Figura N° 18:** Presión final por diferente diámetro de tubería en tramo 93 - 95

#### ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTO DE FINANCIAMIENTO (S/.)

El costo de financiamiento de este estudio se tiene una por cada tipo de modelación por lo que se tiene los siguientes:

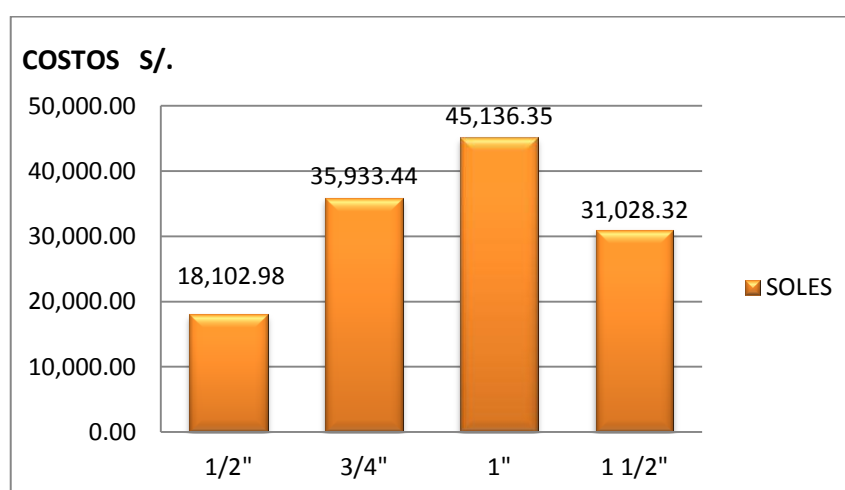
- Costo por Muestra de modelación (A). S/. 275,378.67
- Costo por Muestra de modelación (B). S/. 303,433.74
- Costo por Muestra de modelación (C). S/. 310,374.62
- Costo por Muestra de modelación (D). S/. 352,274.93

En este caso se analiza el presupuesto de la muestra "A" para su grafico por diámetro de tubería, medrado en metros lineales, precios por metro lineal de tubería, precio parcial en nuevos soles; se muestra el costo total de la muestra. (Ver presupuesto de la modelación que corresponde en el anexo en la pág. 93).

**Cuadro Nº 9:** Cuadro de costos por diámetro de modelación "A".

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "A")</b>				<b>275,378.67</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>130,201.09</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	14,329.00	3.15	45,136.35
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	7,318.00	4.24	31,028.32
<b>Costo Directo</b>				<b>275,378.67</b>	

A continuación se tiene una gráfica de los costos por cada tipo de diámetro de tubería de la modelación "A" de los precios parciales de los ítems: 01.03.01, 01.03.02, 01.03.03, 01.03.04; de la tabla Nº 009.

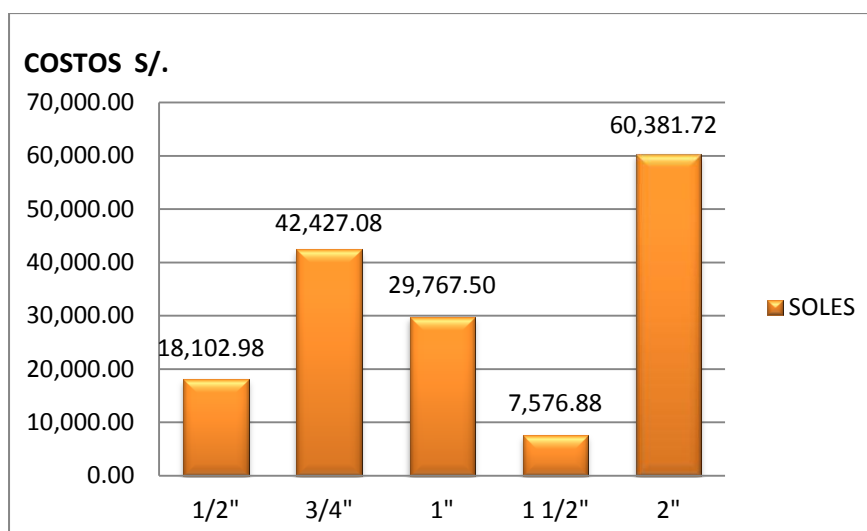
**Figura Nº 19:** Comparación de costos por diámetro de modelación "A".

En este caso se analiza el presupuesto de la muestra “B” para su gráfico por diámetro de tubería, medido en metros lineales, precios por metro lineal de tubería, precio parcial en nuevos soles; se muestra el costo total de la muestra. (Ver presupuesto de la modelación que corresponde en el anexo en la pág. 97)

**Cuadro N° 10:** Cuadro de costos por diámetro de modelación “B”.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "B")</b>				<b>303,433.74</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>158,256.16</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	15,831.00	2.68	42,427.08
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	9,450.00	3.15	29,767.50
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	1,787.00	4.24	7,576.88
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	7,987.00	7.56	60,381.72
<b>Costo Directo</b>				<b>303,433.74</b>	

A continuación se tiene una gráfica de los costos por cada tipo de diámetro de tubería de la modelación “B” de los precios parciales de los ítems: 01.03.01, 01.03.02, 01.03.03, 01.03.04, 01.03.05; de la tabla n° 010.



**Figura Nº 20:** Comparación de Costos por Diámetro de modelación "B"

En este caso se analiza el presupuesto de la muestra "C" para su gráfico por diámetro de tubería, medido en metros lineales, precios por metro lineal de tubería, precio parcial en nuevos soles; se muestra el costo total de la muestra. (Ver presupuesto de la modelación que corresponde en el anexo en la pág. 101)

**Cuadro Nº 11:** Cuadro de costos por diámetro de modelación "C".

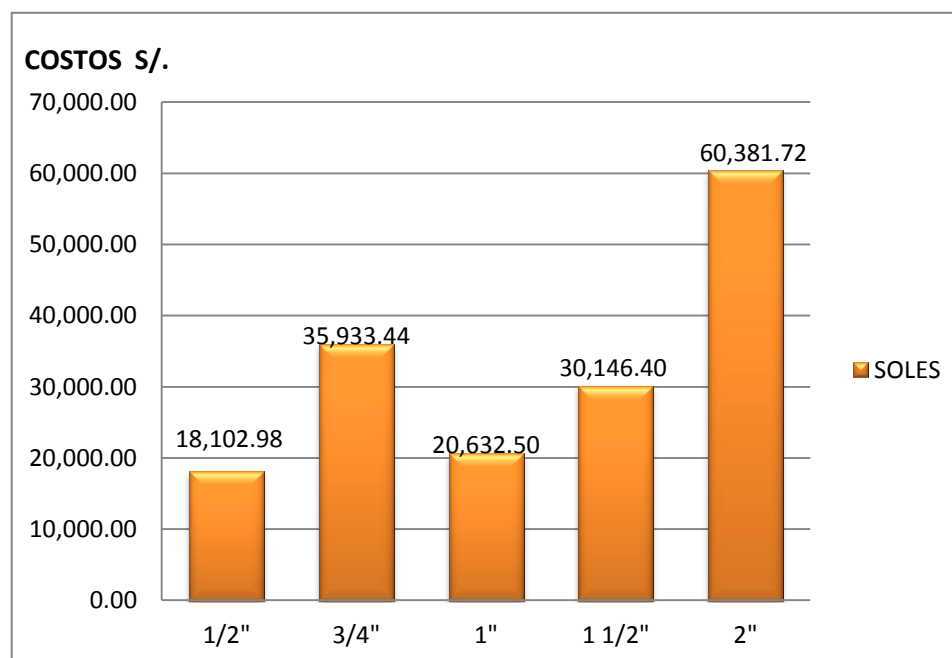
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "C")</b>				<b>310,374.62</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>165,197.04</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	6,550.00	3.15	20,632.50
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	7,110.00	4.24	30,146.40
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	7,987.00	7.56	60,381.72

**Costo Directo**

**310,374.62**



A continuación se tiene una gráfica de los costos por cada tipo de diámetro de tubería de la modelación "C" de los precios parciales de los ítems: 01.03.01, 01.03.02, 01.03.03, 01.03.04, 01.03.05; de la tabla n° 011.



**Figura N° 21:** Comparación de costos por diámetro de modelación "C".

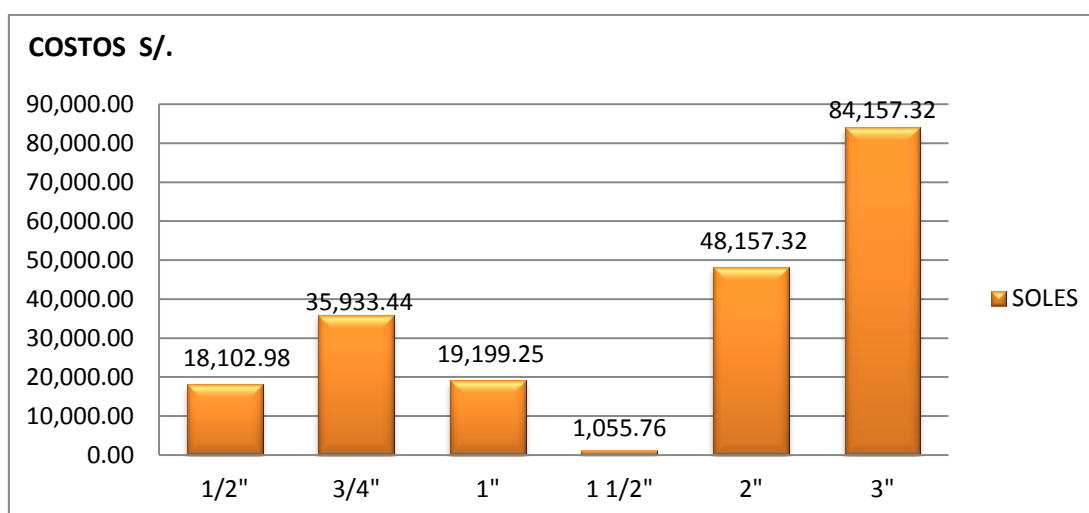
En este caso se analiza el presupuesto de la muestra "D" para su gráfico por diámetro de tubería, medrado en metros lineales, precios por metro lineal de tubería, precio parcial en nuevos soles; se muestra el costo total de la muestra. (Ver presupuesto de la modelación que corresponde en el anexo en la pág. 105)

**Cuadro N° 12:** Cuadro de costos por diámetro de modelación "D".

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "D")</b>				<b>352,274.93</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>207,097.35</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98

01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	6,095.00	3.15	19,199.25
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	249.00	4.24	1,055.76
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	6,435.00	7.56	48,648.60
01.03.06	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=3"	m	8,868.00	9.49	84,157.32
<b>Costo Directo</b>			<b>352,274.93</b>		

A continuación se tiene una gráfica de los costos por cada tipo de diámetro de tubería de la modelación "D" de los precios parciales del los ítems: 01.03.01, 01.03.02, 01.03.03, 01.03.04, 01.03.05, 01.03.06; de la tabla nº 012.



**Figura Nº 22:** Comparación de costos por diámetro de modelación "D".

De cuatro precios diferentes se tomó el costo más mínimo de financiamiento que corresponde a la muestra **(A)** con **S/. 275,378.67** que cumple con la eficiencia hidráulica y a la vez es mínimo el costo de financiamiento para este proyecto.

Por lo que el costo de financiamiento de este proyecto es mínimo según los diámetros definidos para los redes de distribución con una eficiencia hidráulica en dotación, atención oportuna, beneficio económico, disminución de explotación de

menores de edad, ancianos, etc.

Es decir que tuvo un efecto **Positivo**, la realización de modelación y obtención de los costos por cada muestra.

#### **4.1. Exposición de resultados**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo han sido tabulados conforme a los esquemas previstos y se presentan debidamente ordenados en el anexo, los cuadros se enumeran correlativamente de los tramos del nodo **01 al 307**, así mismo del presupuesto y análisis de precios unitarios de cada muestra.

#### **4.2. Análisis de los resultados**

Con la información obtenida del trabajo de investigación, se procedió a elaborar las respectivas pruebas de “t”, las mismas que se presentan a continuación.

#### **4.3. Muestras que se analizaron**

Como indica las teorías estadísticas, las muestras que se analizaron son de modo no probabilístico, por tomar muestras a criterio, para así de acuerdo a las características de la investigación se cumplió con las hipótesis planteadas.

##### **4.3.1. Diferencia de medias de dos muestras para la eficiencia hidráulica**

###### **a) Análisis con resultados de presión final (m)**

Tomando como referencia el valor de 3.5 m para establecer comparaciones, se presenta en los tres cuadros siguientes los resultados obtenidos luego del análisis estadístico.

Cálculo estadístico para la eficiencia hidráulica en el sistema de agua potable en cuatro comunidades del Distrito de Pisacoma, de donde se realizó un análisis de las cargas disponibles para así determinar las presiones de todos los tramos de la red con la eficiencia hidráulica a en los tramos y los domicilios con la modelación correspondiente.

**b) Análisis con resultados de costo de financiamiento (S/.)**

Tomando como referencia los costos de cada muestra que se tiene cuatro resultados con sus respectivos análisis de costos unitarios y relación de insumos que cumple la eficiencia hidráulica con diferentes diámetros de tubería para el suministro y colocación del agua potable.

**4.3.2. Tramos analizados**

- ❖ Tramo 83-84.
- ❖ Tramo 89-148.
- ❖ Tramo 93-95.

**4.3.3. Planteamiento de hipótesis**

$$H_0: \bar{X} 1 = \bar{X} 2$$

$$H_1: \bar{X} 1 \neq \bar{X} 2$$

**H<sub>0</sub>:** la presión final disponible con diámetro mayor de tubería y con eficiencia hidráulica es el mismo.

**H<sub>1</sub>:** la presión final disponible con diámetro menor de tubería y con eficiencia hidráulica es diferente.

**4.3.4. Fijar el nivel de significancia**

El nivel de significancia que se tomó para esta investigación en la prueba estadística fue de un nivel de:

Alfa = 0.05 un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.

**4.3.5. Regla de decisión utilizando**

Se tomó la decisión de acuerdo al cálculo de la T calculada (Tc) y la T tabulada o de tabla (Tt).

Tc = T calculada y Tt = T tabulada o de tabla

Entonces si  $T_c > T_t$  Se rechaza la  $H_0$ .

Con respecto al costo de financiamiento se tomará el más adecuado.

#### 4.3.6. Calculo de Tc según la fórmula

$$T_c = \frac{|\bar{X}_A - \bar{X}_B|}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}}$$

- a) De carga disponible final los Tc=T calculados se tiene de la siguiente manera:

**Cuadro Nº 13:** resultado de t calculado de cada tramo de muestra

TRAMO	N	$\bar{X}$	s	Tc
83-84.	4	71.8690	7.6202	17.94

TRAMO	N	$\bar{X}$	s	Tc
89-148.	4	28.1718	15.2868	3.228

TRAMO	N	$\bar{X}$	s	Tc
93-95.	4	74.8455	19.2265	7.422

- b) De costo de financiamiento de las muestras se tiene el más mínimo de la muestra (A) con S/. 275,378.67

#### 4.3.7. Calculo de Tt según la tabla

Empezamos la búsqueda en la tabla estadística de donde tenemos:

$T_t = T_{3,0} = 2.3534$  (3 grados de libertad y alfa = 0.05)

#### 4.3.8. Decisión

Como  $T_r > T_t$ , Se rechaza la  $H_0$  y se Acepta la  $H_1$ .

- Como  $T_c=17.94, 3.228, 7.422$  son mayores que 2.3534, se rechaza  $H_0$ , aceptando  $H_1$ , esto implica que **SI EXISTE** diferencia estadística

significativa, por lo que resulta razonable afirmar que estas medidas es significativamente mayor que la de referencia, lo que evidencia que en estos tramos la presión final disponible supera notablemente al valor de referencia (3.5 m); es decir que tuvo un efecto **Positivo**, el sistema de modelación con CIVILCAD para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.

- Como el costo de financiamiento en nuevos soles se tiene S/. 275,378.67 del análisis (A) que representa el más mínimo cumpliendo con la eficiencia hidráulica con respecto al costo de los otros tres muestras con lo que quedamos aceptando este costo de la muestra (A) para el financiamiento de este proyecto.

#### 4.4. RESULTADOS OBTENIDOS DE ACUERDO A LA HIPÓTESIS PLANTEADA

La optimización del consumo de la red de distribución del sistema de agua potable determina; los diámetros de las tuberías, pendiente, caudal de diseño, en las comunidades de Bajo Vilcallamas, Chambalaya Arriba, Quenta y Bajo Chambalaya; del Distrito de Pisacoma.

La hipótesis se acepta de acuerdo a los resultados obtenidos que se exponen a continuación.

##### 4.4.1. Eficiencia hidráulica con la presión final disponible

De la prueba de hipótesis para la diferencia de medias con varianzas (ver cuadro N° 013), resultados del análisis estadístico para la eficiencia hidráulica, se obtuvo los siguientes valores de t calculado ( $T_c$ ) igual a 17.94, 3.228, 7.422 los cuales son mayores que el t tabulado ( $T_t = 2.3534$ ), existiendo diferencia significativa en la eficiencia hidráulica de acuerdo de los diámetros de tuberías mayor, menor y su correspondiente presión, siendo entonces la eficiencia hidráulica eficiente en el funcionamiento del sistema, es decir que tuvo un efecto **Positivo**, para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%, motivo por el cual se acepta la hipótesis planteada.

#### 5.4.2. El costo de financiamiento

De la prueba de hipótesis (ver el resultado de presupuestos en anexo en la pág. 80), Como el costo de financiamiento en nuevos soles se tiene S/. 275,378.67 del análisis (A) que representa el más mínimo cumpliendo con la eficiencia hidráulica con respecto al costo de los otros tres muestras con lo que quedamos aceptando este costo de la muestra (A) para el financiamiento de este proyecto.

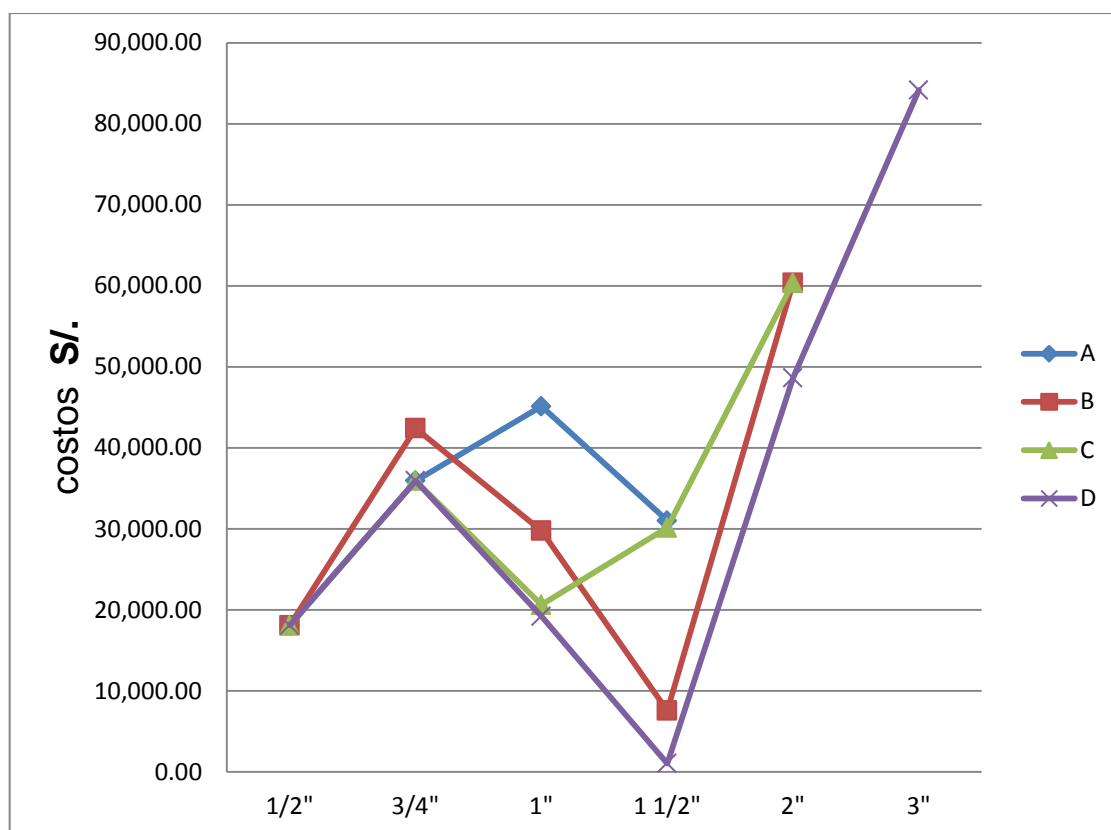
Los resultados del análisis estadístico confirman la hipótesis planteada, por lo tanto se dice que es óptimo el consumo de agua potable en las cuatro comunidades del Distrito de Pisacoma, y la eficiencia hidráulica del mencionado sistema de agua potable.

El cual expresa una dotación eficiente y una atención oportuna de agua potable a los pobladores y mayor beneficio económico para la comunidad.

Se expresa también en ahorro de dinero en soles por lo que la modelación fue muy importante para encontrar la eficiencia hidráulica, la definición del diámetro de tuberías por lo que se tiene ahorro de dinero.

El costo de financiamiento de este proyecto es mínimo según los diámetros definidos para los redes de distribución con una eficiencia hidráulica en dotación, atención oportuna, beneficio económico.

A continuación se hace la comparación de los costos mediante un gráfico, por lo que se queda aceptando la modelación “A” (ver las tablas 009, 010, 011, 012 y sus correspondientes gráficos).



**Figura N° 23:** Comparación de Costos de las Cuatro Muestras por Diámetros.

- ◆ **A: costos por diámetros de la modelación (A) S/. 275,378.67**
- **B: costos por diámetros de la modelación (B) S/. 303,433.74**
- ▲ **C: costos por diámetros de la modelación (C) S/. 310,374.62**
- ✕ **D: costos por diámetros de la modelación (D) S/. 352,274.93**



## CONCLUSIONES

- En la optimización de agua potable en las cuatro comunidades se obtuvo un costo de financiamiento mínimo de S/. 275,378.67 que corresponde a la muestra (A), utilizando el presupuesto en materiales, mano de obra con sus respectivo análisis de precios unitarios, y siempre analizando la eficiencia hidráulica en: la presión final, velocidad, caudal, perdida de carga; para los 118 familias, 590 habitantes para este año y 850 habitantes para el año 2035 tal como se encuentra en los cálculos, tal como las especificaciones y normas peruanas.
- El costo de financiamiento del proyecto es mínimo según la comparación del presupuesto y análisis de precios unitarios por metro lineal con diferentes diámetros y clases de tuberías, resulta mejor costo aceptable el modelo (A) con S/. 275,378.67 comparando los cuatro modelos, que corresponde a la muestra (A) que cumple el mínimo costo de financiamiento para este proyecto.
- Para la eficiencia hidráulica se hizo el modelamiento en CIVILCAD 2005, obteniendo los resultados de la tabla de cálculos que se detallan en el anexo, la comparación de la presión final disponible en columna de agua en función de los diferentes diámetros y clases de tuberías, se obtuvo los resultados del paquete estadístico llegando a un resultado de  $T_c = (T \text{ calculado})$  de cada tramo en los siguientes tramos:

Tramo 83-84	: $T_c = 17.94$
Tramo 89-148	: $T_c = 3.228$
Tramo 93-95	: $T_c = 7.422$

Como  $T_c = 17.94, 3.228, 7.422$  según la prueba estadística son mayores que 2.3534, se rechaza  $H_0$ , aceptando  $H_1$ , esto implica que **SI EXISTE** diferencia estadística significativa, por lo que resulta razonable afirmar que esta medida es significativamente mayor que la de referencia, lo que evidencia que en este tramo la presión final disponible supera notablemente

al valor de referencia (3.5 m); es decir que tuvo un efecto **positivo**, para un nivel de significancia 0,05 ó nivel de confianza del 95%.

Los resultados del análisis estadístico confirman la hipótesis planteada, por lo tanto se dice que es óptimo el consumo de agua potable en las cuatro comunidades del distrito de Pisacoma.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar mayor énfasis y profundizar más sobre este tipo de investigación por la gran falta de agua potable para dotar con diferentes métodos al servicio de la población, poner el aporte y dar solución en el tema como Ingeniero para el desarrollo de la región y del país.
2. Se recomienda incentivar este tipo de proyectos de investigación a los egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola a fin de desarrollar modelos y proyectos que solucionen los problemas que se presenta en la región y en el país.
3. La modelación en la optimización de agua potable en el software CIVILCAD es muy recomendable para diseños de este tipo de proyectos permitiendo que el costo de financiamiento sea adecuado llegando con una eficiencia hidráulica.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Pittman, R. (1997). Agua Potable para Poblaciones Rurales (Primera Ed.). Lima, Perú.
2. Ravelo, S. (1977). Abastecimientos de Agua Teoria y Diseño (Primera Ed.). Ediciones Vega S.R.L. Caracas, Venezuela:
3. Ricse, D. (1994). Método y Calculo Topográfico (Cuarta Ed.). Editora Lugo E. I. R. L.
4. Dueñas, J. (2010). Topografia Técnicas Modernas. lima, Perú.
5. Chiquitá, J. (2002). Operación y Mantenimiento de Sistemas de agua. Guatemala.
6. Loza, H. (2007). Topografía Manual Práctico (Primera Ed.). Megabyte S. A. C. lima, Perú:
7. R. N. E. (2011). Reglamento Nacional de Edificaciones. Megabyte S. A. C. Lima, Perú:
8. Felices, A. (2007). Hidraulica de Tuberias y Canales (Primers Ed.). Labograph Industrias E.I.R.L. Lima, Peru:
9. Ruiz, P. (2001). Abastecimiento de agua. Oaxaca, Mexico.
10. Vierendel. (2005). Abastecimiento de agua y Alcantarillado (Tercera Ed.).
11. Narváez, P. C. (1998). "dimensionamiento de redes hidráulicas de procesos y centralizadas de agua", Tesis de maestría, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.

**ANEXOS.****Anexo 1. COSTO DE FINANCIAMIENTO CON LA MUESTRA (A)**

S10

Página

1

**Presupuesto**

Presupuesto	0503003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA			
Subpresupuesto	001	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (A)			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISACOMA		Costo al	07/05/2012	
Lugar	PUNO - CHUCUITO - PISACOMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "A")				275,378.67
01.01	OBRAS PRELIMINARES				22,266.50
01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO	m	44,533.00	0.50	22,266.50
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				122,911.08
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	m	44,533.00	1.44	64,127.52
01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA	m	44,533.00	0.29	12,914.57
01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM	m	44,533.00	0.46	20,485.18
01.02.04	RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS	m	44,533.00	0.57	25,383.81
01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				130,201.09
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	14,329.00	3.15	45,136.35
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	7,318.00	4.24	31,028.32
Costo Directo				275,378.67	

**SON : DOSCIENTOS SETENTICINCO MIL TRESCIENTOS SETENTIOCHO Y 67/100 NUEVOS SOLES**

**Anexo 2. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA MUESTRA (A)**

S10

Página : 1

Presupuesto 0503003 OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA

Subpresupuesto 001 OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (A)

Partida 01.01.01 TRAZOS Y REPLANTEO 07/05/2012

Rendimiento m/DIA 800.0000 EQ. 800.0000 Costo unitario directo por : m 0.50

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	10.00	0.10
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	4.00	0.04
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0300	3.50	0.11
						<b>0.25</b>
<b>Materiales</b>						
0229060006	YESO	bls		0.0030	7.00	0.02
0243000032	ESTACA	p2		0.0200	2.70	0.05
0254030028	PINTURA LATEX ACRILICO	gal		0.0010	35.00	0.04
						<b>0.11</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.25	
0337540016	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0100	6.00	0.06
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0100	8.00	0.08
						<b>0.14</b>

Partida 01.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO

Rendimiento m/DIA 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m 1.44

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	3.50	1.40
						<b>1.40</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.40	0.04
						<b>0.04</b>

Partida 01.02.02 REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA

Rendimiento m/DIA 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 0.29

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0800	3.50	0.28
						<b>0.28</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.28	0.01

0.01

Partida	<b>01.02.03</b>	<b>CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>70.0000</b>	EQ.	<b>70.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>0.46</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.1000	0.0114	5.00	0.06	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1143	3.50	0.40	
						<b>0.46</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.46		
							<b>0.00</b>

Partida	<b>01.02.04</b>	<b>RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>50.0000</b>	EQ.	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>0.57</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1600	3.50	0.56	
						<b>0.56</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.56	0.01	
							<b>0.01</b>

Partida	<b>01.03.01</b>	<b>TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>240.0000</b>	EQ.	<b>240.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>1.91</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	5.00	0.17	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0333	3.50	0.12	
						<b>0.29</b>	
	<b>Materiales</b>						
0272220034	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m		1.0300	1.50	1.55	
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07	
							<b>1.62</b>

Partida	<b>01.03.02</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>200.0000</b>	EQ.	<b>200.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>2.68</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	5.00	0.20	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0400	3.50	0.14	
							<b>0.34</b>

Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290051	TUBERIA PVC SAP C-10 D=3/4"	m		1.0300	2.20	2.27
						<b>2.34</b>
Partida	<b>01.03.03</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>170.0000</b>	EQ. <b>170.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>3.15</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0471	5.00	0.24
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0471	3.50	0.16
						<b>0.40</b>
Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290024	TUBERIA PVC SAP DE C=10 D= 1"	m		1.0300	2.60	2.68
						<b>2.75</b>
Partida	<b>01.03.04</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ. <b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>4.24</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	5.00	0.27
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	3.50	0.19
						<b>0.46</b>
Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290040	TUBERIA PVC SAP C-10 D= 1 1/2"	m		1.0300	3.60	3.71
						<b>3.78</b>



**Anexo 3. COSTO DE FINANCIAMIENTO CON LA MUESTRA (B)**

S10

Página

1

**Presupuesto**

Presupuesto                      **0503003**      **OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA**

Subpresupuesto                      **002**      **OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (B)**

Cliente                      **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISACOMA**                      Costo al                      **07/05/2012**  
Lugar                      **PUNO - CHUCUITO - PISACOMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "B")</b>				<b>303,433.74</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO	m	44,533.00	0.50	22,266.50
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	m	44,533.00	1.44	64,127.52
01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA	m	44,533.00	0.29	12,914.57
01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM	m	44,533.00	0.46	20,485.18
01.02.04	RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS	m	44,533.00	0.57	25,383.81
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>158,256.16</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	15,831.00	2.68	42,427.08
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	9,450.00	3.15	29,767.50
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	1,787.00	4.24	7,576.88
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	7,987.00	7.56	60,381.72
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>303,433.74</b>	

**SON :    TRESCIENTOS TRES MIL CUATROCIENTOS TRENTITRES Y 74/100 NUEVOS SOLES**

**Anexo 4. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA MUESTRA (B)**

S10

Página : 1

Presupuesto 0503003 OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA

Subpresupuesto 002 OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (B)

Partida 01.01.01 TRAZOS Y REPLANTEO 07/05/2012

Rendimiento	m/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m			0.50
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147000032	TOPOGRAFO			hh	1.0000	0.0100	10.00	0.10
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	0.0100	4.00	0.04
0147010004	PEON			hh	3.0000	0.0300	3.50	0.11
0.25								
Materiales								
0229060006	YESO			bls		0.0030	7.00	0.02
0243000032	ESTACA			p2		0.0200	2.70	0.05
0254030028	PINTURA LATEX ACRILICO			gal		0.0010	35.00	0.04
0.11								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.0000	0.25	
0337540016	NIVEL TOPOGRAFICO			hm	1.0000	0.0100	6.00	0.06
0349880003	TEODOLITO			hm	1.0000	0.0100	8.00	0.08
0.14								

Partida 01.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO

Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m			1.44
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.4000	3.50	1.40
								1.40
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1.40	0.04
								0.04

Partida 01.02.02 REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA

Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m			0.29
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0800	3.50	0.28
								0.28
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	0.28	0.01
								0.01

Partida	01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM						
Rendimiento	m/DIA	70.0000	EQ.	70.0000	Costo unitario directo por : m		0.46	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	0.1000	0.0114	5.00	0.06
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.1143	3.50	0.40
								0.46
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.0000	0.46	
								0.00
Partida	01.02.04	RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m		0.57	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.1600	3.50	0.56
								0.56
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	0.56	0.01
								0.01
Partida	01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"						
Rendimiento	m/DIA	240.0000	EQ.	240.0000	Costo unitario directo por : m		1.91	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0333	5.00	0.17
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0333	3.50	0.12
								0.29
	Materiales							
0272220034	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"			m		1.0300	1.50	1.55
0272290013	PEGAMENTO DE PVC			gal		0.0005	130.00	0.07
								1.62
Partida	01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"						
Rendimiento	m/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m		2.68	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.0400	5.00	0.20
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0400	3.50	0.14
								0.34
	Materiales							
0272290013	PEGAMENTO DE PVC			gal		0.0005	130.00	0.07
0272290051	TUBERIA PVC SAP C-10 D=3/4"			m		1.0300	2.20	2.27
								2.34

Partida	01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 "					
Rendimiento	m/DIA	170.0000	EQ.	170.0000	Costo unitario directo por : m		3.15
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0471	5.00	0.24
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0471	3.50	0.16
							0.40
	Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC		gal		0.0005	130.00	0.07
0272290024	TUBERIA PVC SAP DE C=10 D=1"		m		1.0300	2.60	2.68
							2.75
Partida	01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"					
Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m		4.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0533	5.00	0.27
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0533	3.50	0.19
							0.46
	Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC		gal		0.0005	130.00	0.07
0272290040	TUBERIA PVC SAP C-10 D= 1 1/2"		m		1.0300	3.60	3.71
							3.78
Partida	01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"					
Rendimiento	m/DIA	140.0000	EQ.	140.0000	Costo unitario directo por : m		7.56
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0571	5.00	0.29
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0571	3.50	0.20
							0.49
	Materiales						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC		gal		0.0005	130.00	0.07
0272290022	TUBERIA PVC SAP C=7.5 D=2"		m		1.0300	6.80	7.00
							7.07

## Anexo 5. COSTO DE FINANCIAMIENTO CON LA MUESTRA (C)

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	0503003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA			
Subpresupuesto	003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (C)			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISACOMA		Costo al		07/05/2012
Lugar	PUNO - CHUCUITO - PISACOMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "C")				310,374.62
01.01	OBRAS PRELIMINARES				22,266.50
01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO	m	44,533.00	0.50	22,266.50
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				122,911.08
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	m	44,533.00	1.44	64,127.52
01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA	m	44,533.00	0.29	12,914.57
01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM	m	44,533.00	0.46	20,485.18
01.02.04	RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS	m	44,533.00	0.57	25,383.81
01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				165,197.04
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	6,550.00	3.15	20,632.50
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	7,110.00	4.24	30,146.40
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	7,987.00	7.56	60,381.72
COSTO DIRECTO			310,374.62		

SON : TRESCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS SETENTICUATRO Y 62/100 NUEVOS SOLES

**Anexo 6. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA MUESTRA (C)**

S10

Página : 1

Presupuesto	0503003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA
Subpresupuesto	003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (C)
Partida	01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO
		07/05/2012

Rendimiento	m/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m	0.50
-------------	-------	----------	-----	----------	--------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	10.00	0.10
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	4.00	0.04
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0300	3.50	0.11
						<b>0.25</b>
	<b>Materiales</b>					
0229060006	YESO	bls		0.0030	7.00	0.02
0243000032	ESTACA	p2		0.0200	2.70	0.05
0254030028	PINTURA LATEX ACRILICO	gal		0.0010	35.00	0.04
						<b>0.11</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.25	
0337540016	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0100	6.00	0.06
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0100	8.00	0.08
						<b>0.14</b>

Partida	01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO
---------	----------	-------------------------------------

Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m	1.44
-------------	-------	---------	-----	---------	--------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	3.50	1.40
						<b>1.40</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.40	0.04
						<b>0.04</b>

Partida	01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA
---------	----------	---

Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m		0.29	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.0800	3.50	0.28
								<b>0.28</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	0.28	0.01
								<b>0.01</b>
Partida	<b>01.02.03</b>	<b>CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM</b>						
Rendimiento	m/DIA	70.0000	EQ.	70.0000	Costo unitario directo por : m		0.46	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO			hh	0.1000	0.0114	5.00	0.06
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.1143	3.50	0.40
								<b>0.46</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		1.0000	0.46	
								<b>0.00</b>
Partida	<b>01.02.04</b>	<b>RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS</b>						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m		0.57	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON			hh	1.0000	0.1600	3.50	0.56
								<b>0.56</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	0.56	0.01
								<b>0.01</b>
Partida	<b>01.03.01</b>	<b>TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"</b>						
Rendimiento	m/DIA	240.0000	EQ.	240.0000	Costo unitario directo por : m		1.91	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de</b>							

Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	5.00	0.17	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0333	3.50	0.12	
							<b>0.29</b>
Materiales							
0272220034	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m		1.0300	1.50	1.55	
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07	
							<b>1.62</b>
Partida	<b>01.03.02</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>200.0000</b>	EQ.	<b>200.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>2.68</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	5.00	0.20	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0400	3.50	0.14	
							<b>0.34</b>
Materiales							
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07	
0272290051	TUBERIA PVC SAP C-10 D=3/4"	m		1.0300	2.20	2.27	
							<b>2.34</b>
Partida	<b>01.03.03</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>170.0000</b>	EQ.	<b>170.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>3.15</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0471	5.00	0.24	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0471	3.50	0.16	
							<b>0.40</b>
Materiales							
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07	
0272290024	TUBERIA PVC SAP DE C=10 D= 1"	m		1.0300	2.60	2.68	
							<b>2.75</b>
Partida	<b>01.03.04</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ.	<b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>4.24</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							



0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	5.00	0.27
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	3.50	0.19
						<b>0.46</b>

## Materiales

0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290040	TUBERIA PVC SAP C-10 D=11/2"	m		1.0300	3.60	3.71
						<b>3.78</b>

Partida **01.03.05** **TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"**

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>140.0000</b>	EQ.	<b>140.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>7.56</b>
-------------	--------------	-----------------	-----	-----------------	--------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0571	5.00	0.29
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0571	3.50	0.20
						<b>0.49</b>
<b>Materiales</b>						
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290022	TUBERIA PVC SAP C=7.5 D=2"	m		1.0300	6.80	7.00
						<b>7.07</b>

**Anexo 7. COSTO DE FINANCIAMIENTO CON LA MUESTRA (D)**

S10

Página

1

**Presupuesto**

Presupuesto **0503003** **OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA**

Subpresupuesto **004** **OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (D)**

Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISACOMA** Costo al **07/05/2012**

Lugar **PUNO - CHUCUITO - PISACOMA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCION (MUESTRA "D")</b>				<b>352,274.93</b>
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>22,266.50</b>
01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO	m	44,533.00	0.50	22,266.50
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122,911.08</b>
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	m	44,533.00	1.44	64,127.52
01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA	m	44,533.00	0.29	12,914.57
01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM	m	44,533.00	0.46	20,485.18
01.02.04	RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS	m	44,533.00	0.57	25,383.81
01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>207,097.35</b>
01.03.01	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m	9,478.00	1.91	18,102.98
01.03.02	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"	m	13,408.00	2.68	35,933.44
01.03.03	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"	m	6,095.00	3.15	19,199.25
01.03.04	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"	m	249.00	4.24	1,055.76
01.03.05	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"	m	6,435.00	7.56	48,648.60
01.03.06	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=3"	m	8,868.00	9.49	84,157.32

COSTO DIRECTO

352,274.93

SON : TRESCIENTOS CINCUENTIDOS MIL DOSCIENTOS SETENTICUATRO Y 93/100  
NUEVOS SOLES

### Anexo 8. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA MUESTRA (D)

S10

Página : 1

Presupuesto	0503003	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA					
Subpresupuesto	004	OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA (D)					
Partida	01.01.01	TRAZOS Y REPLANTEO					
					07/05/2012		
Rendimiento	m/DIA	800.0000	EQ.	800.0000	Costo unitario directo por : m		
					0.50		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	10.00	0.10	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	4.00	0.04	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0300	3.50	0.11	
						0.25	
<b>Materiales</b>							
0229060006	YESO	bls		0.0030	7.00	0.02	
0243000032	ESTACA	p2		0.0200	2.70	0.05	
0254030028	PINTURA LATEX ACRILICO	gal		0.0010	35.00	0.04	
						0.11	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.25		
0337540016	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0100	6.00	0.06	
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0100	8.00	0.08	
						0.14	
Partida	01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO					
Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m		
					1.44		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	3.50	1.40	
						1.40	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.40	0.04	
						0.04	
Partida	01.02.02	REFINE NIVELACION DE FONDO PARA TUBERIA					
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por :		
					0.29		

m						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0800	3.50	0.28
						<b>0.28</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.28	0.01
						<b>0.01</b>
Partida	<b>01.02.03</b>	<b>CAMA DE APOYO PARA TUBERIA E=10 CM</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>70.0000</b>	EQ.	<b>70.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>0.46</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	0.1000	0.0114	5.00	0.06
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1143	3.50	0.40
						<b>0.46</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	0.46	
						<b>0.00</b>
Partida	<b>01.02.04</b>	<b>RELLENO Y COMP. MATERIAL EN ZANJAS</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>50.0000</b>	EQ.	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>0.57</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1600	3.50	0.56
						<b>0.56</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.56	0.01
						<b>0.01</b>
Partida	<b>01.03.01</b>	<b>TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>240.0000</b>	EQ.	<b>240.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>1.91</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0333	5.00	0.17
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0333	3.50	0.12
						<b>0.29</b>
<b>Materiales</b>						
0272220034	TUBERIA PVC SAP C-10 D=1/2"	m		1.0300	1.50	1.55
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
						<b>1.62</b>
Partida	<b>01.03.02</b>	<b>TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=3/4"</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>200.0000</b>	EQ.	<b>200.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>2.68</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						

0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	5.00	0.20
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0400	3.50	0.14
						<b>0.34</b>

## Materiales

0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
0272290051	TUBERIA PVC SAP C-10 D=3/4"	m		1.0300	2.20	2.27
						<b>2.34</b>

## Partida 01.03.03 TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1"

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>170.0000</b>	EQ.	<b>170.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>3.15</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0471	5.00	0.24	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0471	3.50	0.16	
						<b>0.40</b>	

## Materiales

0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal	0.0005	130.00	0.07
0272290024	TUBERIA PVC SAP DE C=10 D= 1"	m	1.0300	2.60	2.68
					2.75

## Partida 01.03.04 TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2"

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>150.0000</b>	EQ.	<b>150.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>4.24</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	5.00	0.27	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	3.50	0.19	
						<b>0.46</b>	

## Materiales

0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal	0.0005	130.00	0.07
0272290040	TUBERIA PVC SAP C-10 D= 11/2"	m	1.0300	3.60	3.71
					3.78

## Partida 01.03.05 TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=2"

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>140.0000</b>	EQ.	<b>140.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>7.56</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0571	5.00	0.29	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0571	3.50	0.20	
						<b>0.49</b>	

## Materiales

0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal	0.0005	130.00	0.07
0272290022	TUBERIA PVC SAP C=7.5 D=2"	m	1.0300	6.80	7.00
					<b>7.07</b>

## Partida 01.03.06 TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=3"

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>120.0000</b>	EQ.	<b>120.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>9.49</b>
-------------	--------------	-----------------	-----	-----------------	-----------------------------------	--	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	5.00	0.33
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0667	3.50	0.23
						<b>0.56</b>
<b>Materiales</b>						
0272220047	TUBERIA PVC SAP C-7.5 D=3"	m		1.0300	8.60	8.86
0272290013	PEGAMENTO DE PVC	gal		0.0005	130.00	0.07
						<b>8.93</b>

CUADRO DE LAS MODELACIONES DEL PROYECTO.

Anexo 9. CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (A)

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS															
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (A)															
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA															
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE CARGA TOTAL (m)	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
De	a	(m)	INT.(mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
62	63	365	44.4	44.4	150	0.412	0.412	0.266	0.760	3981.336	3970.987	3981.336	3980.576	0.000	9.589
63	64	336	44.4	44.4	150	0.412	0.412	0.266	0.699	3970.987	3967.871	3980.576	3979.877	9.589	12.006
64	66	192	44.4	44.4	150	0.408	0.408	0.263	0.391	3967.871	3966.476	3979.877	3979.486	12.006	13.010

64	65	100	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3967.871	3970.448	3979.877	3979.877	12.006	9.429
66	68	148	44.4	44.4	150	0.404	0.404	0.261	0.296	3966.476	3961.599	3979.486	3979.486	13.010	17.591
66	67	67	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3966.476	3966.901	3979.486	3979.486	13.010	12.585
68	70	91	44.4	44.4	150	0.399	0.399	0.258	0.178	3961.599	3959.769	3979.190	3979.190	17.591	19.244
68	69	49	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3961.599	3964.218	3979.190	3979.190	17.591	14.972
70	71	95	44.4	44.4	150	0.399	0.399	0.258	0.186	3959.769	3957.675	3979.012	3979.012	19.244	21.151
71	73	175	44.4	44.4	150	0.395	0.395	0.255	0.335	3957.675	3956.484	3978.826	3978.826	21.151	22.007
71	72	36	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3957.675	3958.511	3978.826	3978.826	21.151	20.315
73	75	66	44.4	44.4	150	0.391	0.391	0.252	0.124	3956.484	3954.343	3978.491	3978.491	22.007	24.024
73	74	53	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3956.484	3959.446	3978.491	3978.491	22.007	19.044
75	77	282	44.4	44.4	150	0.386	0.386	0.249	0.519	3954.343	3940.199	3977.847	3978.366	24.024	37.648
75	76	65	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3954.343	3959.156	3978.366	3978.366	24.024	19.211
77	78	66	44.4	44.4	150	0.386	0.386	0.249	0.122	3940.199	3940.485	3977.847	3977.847	37.648	37.240



78	79	156	44.4	44.4	44.4	150	0.369	0.369	0.238	0.263	3940.485	3937.612	3977.725	3977.462	37.240	39.850
78	101	440	22.9	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.065	3940.485	3937.219	3977.725	3977.660	37.240	40.441
79	80	146	44.4	44.4	44.4	150	0.365	0.365	0.235	0.242	3937.612	3937.085	3977.462	3977.219	39.850	40.134
79	100	43	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.612	3943.712	3977.462	3977.462	39.850	33.749
80	81	1071	44.4	44.4	44.4	150	0.365	0.365	0.235	1.773	3937.085	3924.458	3977.219	3975.446	40.134	50.988
81	82	1071	44.4	44.4	44.4	150	0.365	0.365	0.235	1.773	3924.458	3914.618	3975.446	3973.673	50.988	59.055
82	83	959	44.4	44.4	44.4	150	0.365	0.365	0.235	1.587	3914.618	3906.204	3973.673	3972.086	59.055	65.882
83	84	669	29.4	29.4	29.4	150	0.365	0.365	0.537	8.247	3906.204	3903.201	3972.086	3963.839	65.882	60.638
84	85	341	29.4	29.4	29.4	150	0.299	0.299	0.441	2.920	3903.201	3899.121	3963.839	3960.919	60.638	61.798
84	108	598	29.4	29.4	29.4	150	0.065	0.065	0.096	0.304	3903.201	3931.250	3963.839	3963.535	60.638	32.286
85	86	541	29.4	29.4	29.4	150	0.299	0.299	0.441	4.630	3899.121	3905.933	3960.919	3956.288	61.798	50.356
86	87	905	29.4	29.4	29.4	150	0.299	0.299	0.441	7.751	3905.933	3903.203	3956.288	3948.538	50.356	45.335
87	91	411	29.4	29.4	29.4	150	0.213	0.213	0.313	1.869	3903.203	3900.602	3948.538	3946.669	45.335	46.067

87	88	736	29.4	29.4	150	0.087	0.087	0.128	0.636	3903.203	3894.059	3948.538	3947.901	45.335	53.843
88	89	1323	29.4	29.4	150	0.087	0.087	0.128	1.144	3894.059	3891.499	3947.901	3946.757	53.843	55.258
89	148	846	29.4	29.4	150	0.087	0.087	0.128	0.732	3891.499	3940.140	3946.757	3946.026	55.258	5.885
91	93	884	29.4	29.4	150	0.208	0.208	0.307	3.868	3900.602	3897.588	3946.669	3942.801	46.067	45.214
91	92	256	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3900.602	3902.895	3946.669	3946.669	46.067	43.774
93	95	1123	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.300	4.726	3897.588	3886.761	3942.801	3938.076	45.214	51.315
93	94	133	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3897.588	3895.706	3942.801	3942.801	45.214	47.096
95	96	206	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.300	0.864	3886.761	3891.227	3938.076	3937.211	51.315	45.985
96	97	51	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.300	0.214	3891.227	3889.827	3937.211	3936.997	45.985	47.170
97	196	198	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.300	0.832	3889.827	3919.377	3936.997	3936.165	47.170	16.788
99	106	274	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.186	3936.442	3977.604	3977.604	40.418	41.162
101	102	344	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.051	3937.219	3934.969	3977.660	3977.609	40.441	42.640
102	104	55	22.9	22.9	150	0.013	0.013	0.032	0.005	3934.969	3935.803	3977.609	3977.604	42.640	41.801

102	103	64	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3934.969	3936.014	3977.609	3977.609	42.640	41.595
104	106	40	22.9	22.9	22.9	150	0.009	0.009	0.021	0.000	3935.803	3936.442	3977.604	3977.604	41.801	41.162
104	105	85	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3935.803	3935.286	3977.604	3977.604	41.801	42.318
106	107	59	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3936.442	3937.407	3977.604	3977.604	41.162	40.198

**Tabla Nº 14:** Cuadro de Cálculos de la Modelación (A)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor.

**Anexo 10. CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (B)**

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS															
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (B)															
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA															
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE CARGA TOTAL (m)	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
De	a	(m)	INT.(mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		FINAL
62	63	365	55.4	55.4	150	0.412	0.412	0.171	0.259	3981.336	3970.987	3981.336	3981.077	0.000	10.091
63	64	336	55.4	55.4	150	0.412	0.412	0.171	0.238	3970.987	3967.871	3981.077	3980.840	10.091	12.968
64	66	192	55.4	55.4	150	0.408	0.408	0.169	0.133	3967.871	3966.476	3980.840	3980.707	12.968	14.231
64	65	100	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3967.871	3970.448	3980.840	3980.840	12.968	10.392

66	68	148	55.4	55.4	150	0.404	0.404	0.167	0.101	3966.476	3961.599	3980.707	3980.606	14.231	19.007
66	67	67	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3966.476	3966.901	3980.707	3980.707	14.231	13.806
68	70	91	55.4	55.4	150	0.399	0.399	0.166	0.061	3961.599	3959.769	3980.606	3980.545	19.007	20.777
68	69	49	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3961.599	3964.218	3980.606	3980.606	19.007	16.388
70	71	95	55.4	55.4	150	0.399	0.399	0.166	0.063	3959.769	3957.675	3980.545	3980.482	20.777	22.807
71	73	175	55.4	55.4	150	0.395	0.395	0.164	0.114	3957.675	3956.484	3980.482	3980.368	22.807	23.884
71	72	36	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3957.675	3958.511	3980.482	3980.482	22.807	21.971
73	75	66	55.4	55.4	150	0.391	0.391	0.162	0.042	3956.484	3954.343	3980.368	3980.326	23.884	25.983
73	74	53	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3956.484	3959.446	3980.368	3980.368	23.884	20.922
75	77	282	55.4	55.4	150	0.386	0.386	0.160	0.177	3954.343	3940.199	3980.326	3980.149	25.983	39.950
75	76	65	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3954.343	3959.156	3980.326	3980.326	25.983	21.170

77	78	66	55.4	55.4	150	0.386	0.386	0.160	0.041	3940.199	3940.485	3980.149	3980.107	39.950	39.622
78	79	156	55.4	55.4	150	0.369	0.369	0.153	0.090	3940.485	3937.612	3980.107	3980.018	39.622	42.406
78	101	440	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.065	3940.485	3937.219	3980.107	3980.042	39.622	42.823
79	80	146	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.082	3937.612	3937.085	3980.018	3979.935	42.406	42.850
79	100	43	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.612	3943.712	3980.018	3980.018	42.406	36.305
80	81	1071	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.603	3937.085	3924.458	3979.935	3979.332	42.850	54.874
81	82	1071	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.603	3924.458	3914.618	3979.332	3978.728	54.874	64.110
82	83	959	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.540	3914.618	3906.204	3978.728	3978.188	64.110	71.984
83	84	669	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.377	3906.204	3903.201	3978.188	3977.812	71.984	74.611
84	85	341	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.193	0.392	3903.201	3899.121	3977.812	3977.420	74.611	78.298
84	108	598	29.4	29.4	150	0.065	0.065	0.096	0.304	3903.201	3931.250	3977.812	3977.508	74.611	46.258

85	86	541	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.193	0.622	3899.121	3905.933	3977.420	3976.798	78.298	70.865
86	87	905	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.193	1.041	3905.933	3903.203	3976.798	3975.757	70.865	72.554
87	91	411	29.4	29.4	150	0.213	0.213	0.313	1.869	3903.203	3900.602	3975.757	3973.888	72.554	73.286
87	88	736	29.4	29.4	150	0.087	0.087	0.128	0.636	3903.203	3894.059	3975.757	3975.121	72.554	81.062
88	89	1323	29.4	29.4	150	0.087	0.087	0.128	1.144	3894.059	3891.499	3975.121	3973.977	81.062	82.477
89	148	846	22.9	22.9	150	0.087	0.087	0.211	2.470	3891.499	3940.140	3973.977	3971.506	82.477	31.366
91	93	884	29.4	29.4	150	0.208	0.208	0.307	3.868	3900.602	3897.588	3973.888	3970.021	73.286	72.433
91	92	256	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3900.602	3902.895	3973.888	3973.888	73.286	70.993
93	95	1123	22.9	22.9	150	0.204	0.204	0.495	15.958	3897.588	3886.761	3970.021	3954.063	72.433	67.302
93	94	133	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3897.588	3895.706	3970.021	3970.021	72.433	74.315
95	96	206	22.9	22.9	150	0.204	0.204	0.495	2.919	3886.761	3891.227	3954.063	3951.144	67.302	59.917

96	97	51	22.9	22.9	150	0.204	0.204	0.495	0.723	3891.227	3889.827	3951.144	3950.421	59.917	60.593
97	196	198	22.9	22.9	150	0.204	0.204	0.495	2.809	3889.827	3919.377	3950.421	3947.612	60.593	28.234
99	106	274	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.186	3936.442	3979.986	3979.986	42.800	43.545
101	102	344	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.051	3937.219	3934.969	3980.042	3979.991	42.823	45.023
102	104	55	22.9	22.9	150	0.013	0.013	0.032	0.005	3934.969	3935.803	3979.991	3979.986	45.023	44.183
102	103	64	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3934.969	3936.014	3979.991	3979.991	45.023	43.977
104	106	40	22.9	22.9	150	0.009	0.009	0.021	0.000	3935.803	3936.442	3979.986	3979.986	44.183	43.545
104	105	85	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3935.803	3935.286	3979.986	3979.986	44.183	44.700
106	107	59	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3936.442	3937.407	3979.986	3979.986	43.545	42.580

Tabla Nº 15: Cuadro de Cálculos de la Modelación (B)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor.



**Anexo 11. CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (C)**

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS															
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (C)															
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA															
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
									CARGA TOTAL (m)						
De	a	(m)	INT. (mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
62	63	365	55.4	55.4	150	0.412	0.412	0.171	0.259	3981.336	3970.987	3981.336	3981.077	0.000	10.091
63	64	336	55.4	55.4	150	0.412	0.412	0.171	0.238	3970.987	3967.871	3981.077	3980.840	10.091	12.968
64	66	192	55.4	55.4	150	0.408	0.408	0.169	0.133	3967.871	3966.476	3980.840	3980.707	12.968	14.231
64	65	100	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3967.871	3970.448	3980.840	3980.840	12.968	10.392
66	68	148	55.4	55.4	150	0.404	0.404	0.167	0.101	3966.476	3961.599	3980.707	3980.606	14.231	19.007

66	67	67	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3966.476	3966.901	3980.707	3980.707	14.231	13.806
68	70	91	55.4	55.4	150	0.399	0.399	0.399	0.166	0.061	3961.599	3959.769	3980.606	3980.606	19.007	20.777
68	69	49	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3961.599	3964.218	3980.606	3980.606	19.007	16.388
70	71	95	55.4	55.4	150	0.399	0.399	0.399	0.166	0.063	3959.769	3957.675	3980.482	3980.482	20.777	22.807
71	73	175	55.4	55.4	150	0.395	0.395	0.395	0.164	0.114	3957.675	3956.484	3980.482	3980.482	22.807	23.884
71	72	36	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3957.675	3958.511	3980.482	3980.482	22.807	21.971
73	75	66	55.4	55.4	150	0.391	0.391	0.391	0.162	0.042	3956.484	3954.343	3980.368	3980.368	23.884	25.983
73	74	53	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3956.484	3959.446	3980.368	3980.368	23.884	20.922
75	77	282	55.4	55.4	150	0.386	0.386	0.386	0.160	0.177	3954.343	3940.199	3980.326	3980.326	25.983	39.950
75	76	65	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3954.343	3959.156	3980.326	3980.326	25.983	21.170
77	78	66	55.4	55.4	150	0.386	0.386	0.386	0.160	0.041	3940.199	3940.485	3980.149	3980.149	39.950	39.622

78	79	156	55.4	55.4	150	0.369	0.369	0.153	0.090	3940.485	3937.612	3980.107	3980.018	39.622	42.406
78	101	440	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.065	3940.485	3937.219	3980.107	3980.042	39.622	42.823
79	80	146	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.082	3937.612	3937.085	3980.018	3979.935	42.406	42.850
79	100	43	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.612	3943.712	3980.018	3980.018	42.406	36.305
80	81	1071	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.603	3937.085	3924.458	3979.935	3979.332	42.850	54.874
81	82	1071	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.603	3924.458	3914.618	3979.332	3978.728	54.874	64.110
82	83	959	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.540	3914.618	3906.204	3978.728	3978.188	64.110	71.984
83	84	669	55.4	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.377	3906.204	3903.201	3978.188	3977.812	71.984	74.611
84	85	341	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.193	0.392	3903.201	3899.121	3977.812	3977.420	74.611	78.298
84	108	598	29.4	29.4	150	0.065	0.065	0.096	0.304	3903.201	3931.250	3977.812	3977.508	74.611	46.258
85	86	541	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.193	0.622	3899.121	3905.933	3977.420	3976.798	78.298	70.865

86	87	905	44.4	44.4	44.4	150	0.299	0.299	0.299	0.193	1.041	3905.933	3903.203	3976.798	3975.757	70.865	72.554
87	91	411	44.4	44.4	44.4	150	0.213	0.213	0.213	0.137	0.251	3903.203	3900.602	3975.757	3975.506	72.554	74.904
87	88	736	44.4	44.4	44.4	150	0.087	0.087	0.087	0.056	0.085	3903.203	3894.059	3975.757	3975.671	72.554	81.613
88	89	1323	44.4	44.4	44.4	150	0.087	0.087	0.087	0.056	0.154	3894.059	3891.499	3975.671	3975.518	81.613	84.019
89	148	846	44.4	44.4	44.4	150	0.087	0.087	0.087	0.056	0.098	3891.499	3940.140	3975.518	3975.420	84.019	35.279
91	93	884	44.4	44.4	44.4	150	0.208	0.208	0.208	0.135	0.519	3900.602	3897.588	3975.506	3974.987	74.904	77.399
91	92	256	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3900.602	3902.895	3975.506	3975.506	74.904	72.611
93	95	1123	44.4	44.4	44.4	150	0.204	0.204	0.204	0.132	0.635	3897.588	3886.761	3974.987	3974.352	77.399	87.591
93	94	133	17.4	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.004	0.018	0.000	3897.588	3895.706	3974.987	3974.987	77.399	79.281
95	96	206	29.4	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.204	0.300	0.864	3886.761	3891.227	3974.352	3973.488	87.591	82.261
96	97	51	29.4	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.204	0.300	0.214	3891.227	3889.827	3973.488	3973.273	82.261	83.446

97	196	198	29.4	29.4	150	0.204	0.204	0.300	0.832	3889.827	3919.377	3973.273	3972.442	83.446	53.064
99	106	274	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3937.186	3936.442	3979.986	3979.986	42.800	43.545
101	102	344	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.051	3937.219	3934.969	3980.042	3979.991	42.823	45.023
102	104	55	22.9	22.9	150	0.013	0.013	0.032	0.005	3934.969	3935.803	3979.991	3979.986	45.023	44.183
102	103	64	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3934.969	3936.014	3979.991	3979.991	45.023	43.977
104	106	40	22.9	22.9	150	0.009	0.009	0.021	0.000	3935.803	3936.442	3979.986	3979.986	44.183	43.545
104	105	85	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3935.803	3935.286	3979.986	3979.986	44.183	44.700
106	107	59	17.4	17.4	150	0.004	0.004	0.018	0.000	3936.442	3937.407	3979.986	3979.986	43.545	42.580

**Tabla N° 16:** Cuadro de Cálculos de la Modelación (C)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor

**Anexo 12. CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (D)**

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS													
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION (C)													
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA													
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)
De	a	(m)	INT. (mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)	CARGA TOTAL (m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
62	63	365	82.1	82.1	150	0.412	0.412	0.078	0.038	3981.336	3970.987	3981.336	0.000
63	64	336	82.1	82.1	150	0.412	0.412	0.078	0.035	3970.987	3967.871	3981.298	10.311
64	66	192	82.1	82.1	150	0.408	0.408	0.077	0.020	3967.871	3966.476	3981.263	13.392
64	65	100	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3967.871	3970.448	3981.263	14.767
													10.815

66	68	148	82.1	82.1	150	0.404	0.404	0.076	0.015	3966.476	3961.599	3981.243	3981.229	14.767	19.629
66	67	67	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3966.476	3966.901	3981.243	3981.243	14.767	14.342
68	70	91	82.1	82.1	150	0.399	0.399	0.075	0.009	3961.599	3959.769	3981.229	3981.220	19.629	21.451
68	69	49	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3961.599	3964.218	3981.229	3981.229	19.629	17.011
70	71	95	82.1	82.1	150	0.399	0.399	0.075	0.009	3959.769	3957.675	3981.220	3981.210	21.451	23.536
71	73	175	82.1	82.1	150	0.395	0.395	0.075	0.017	3957.675	3956.484	3981.210	3981.194	23.536	24.709
71	72	36	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3957.675	3958.511	3981.210	3981.210	23.536	22.700
73	75	66	82.1	82.1	150	0.391	0.391	0.074	0.006	3956.484	3954.343	3981.194	3981.187	24.709	26.845
73	74	53	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3956.484	3959.446	3981.194	3981.194	24.709	21.747
75	77	282	82.1	82.1	150	0.386	0.386	0.073	0.026	3954.343	3940.199	3981.187	3981.161	26.845	40.963
75	76	65	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3954.343	3959.156	3981.187	3981.187	26.845	22.032

77	78	66	82.1	82.1	150	0.386	0.386	0.073	0.006	3940.199	3940.485	3981.161	3981.155	40.963	40.670
78	79	156	82.1	82.1	150	0.369	0.369	0.070	0.013	3940.485	3937.612	3981.155	3981.142	40.670	43.530
78	101	440	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.065	3940.485	3937.219	3981.155	3981.090	40.670	43.871
79	80	146	82.1	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.012	3937.612	3937.085	3981.142	3981.130	43.530	44.044
79	100	43	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3937.612	3943.712	3981.142	3981.142	43.530	37.430
80	81	1071	82.1	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.089	3937.085	3924.458	3981.130	3981.041	44.044	56.583
81	82	1071	82.1	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.089	3924.458	3914.618	3981.041	3980.952	56.583	66.334
82	83	959	82.1	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.079	3914.618	3906.204	3980.952	3980.873	66.334	74.668
83	84	669	82.1	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.055	3906.204	3903.201	3980.873	3980.817	74.668	77.616
84	85	341	82.1	82.1	150	0.299	0.299	0.057	0.020	3903.201	3899.121	3980.817	3980.798	77.616	81.676
84	108	598	29.4	29.4	150	0.065	0.065	0.096	0.304	3903.201	3931.250	3980.817	3980.514	77.616	49.264
85	86	541	82.1	82.1	150	0.299	0.299	0.057	0.031	3899.121	3905.933	3980.798	3980.766	81.676	74.834



86	87	905	55.4	55.4	150	0.299	0.299	0.124	0.354	3905.933	3903.203	3980.766	3980.412	74.834	77.209
87	91	411	55.4	55.4	150	0.213	0.213	0.088	0.085	3903.203	3900.602	3980.412	3980.327	77.209	79.725
87	88	736	55.4	55.4	150	0.087	0.087	0.036	0.029	3903.203	3894.059	3980.412	3980.383	77.209	86.325
88	89	1323	55.4	55.4	150	0.087	0.087	0.036	0.052	3894.059	3891.499	3980.383	3980.331	86.325	88.832
89	148	846	55.4	55.4	150	0.087	0.087	0.036	0.033	3891.499	3940.140	3980.331	3980.297	88.832	40.157
91	93	884	55.4	55.4	150	0.208	0.208	0.086	0.177	3900.602	3897.588	3980.327	3980.150	79.725	82.562
91	92	256	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3900.602	3902.895	3980.327	3980.327	79.725	77.432
93	95	1123	55.4	55.4	150	0.204	0.204	0.085	0.216	3897.588	3886.761	3980.150	3979.934	82.562	93.174
93	94	133	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3897.588	3895.706	3980.150	3980.150	82.562	84.444
95	96	206	55.4	55.4	150	0.204	0.204	0.085	0.040	3886.761	3891.227	3979.934	3979.895	93.174	88.668
96	97	51	44.4	44.4	150	0.204	0.204	0.132	0.029	3891.227	3889.827	3979.895	3979.866	88.668	90.038
97	196	198	44.4	44.4	150	0.204	0.204	0.132	0.112	3889.827	3919.377	3979.866	3979.754	90.038	60.377

99	106	274	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3937.186	3936.442	3981.034	3981.034	43.848	44.593
101	102	344	22.9	22.9	150	0.017	0.017	0.042	0.051	3937.219	3934.969	3981.090	3981.039	43.871	46.070
102	104	55	22.9	22.9	150	0.013	0.013	0.032	0.005	3934.969	3935.803	3981.039	3981.034	46.070	45.231
102	103	64	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3934.969	3936.014	3981.039	3981.039	46.070	45.025
104	106	40	22.9	22.9	150	0.009	0.009	0.021	0.000	3935.803	3936.442	3981.034	3981.034	45.231	44.593
104	105	85	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3935.803	3935.286	3981.034	3981.034	45.231	45.748
106	107	59	19.1	19.1	150	0.004	0.004	0.015	0.000	3936.442	3937.407	3981.034	3981.034	44.593	43.628

**Tabla Nº 17:** Cuadro de Cálculos de la Modelación (D)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor

CUADRO DE CÁLCULOS DE LAS MUESTRAS PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Anexo 13. CUADRO DE CALCULOS DE LA MUESTRA (A)

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS														
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION MUESTRA (A)														
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA														
T.	T.	LONG.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE CARGA TOTAL (m)	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
De	A	(m)	INT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
83	84	669	1"	150	0.365	0.365	0.537	8.247	3906.204	3903.201	3972.086	3963.839	65.882	60.638
89	148	846	1"	150	0.087	0.087	0.128	0.732	3891.499	3940.140	3946.757	3946.026	55.258	5.885
93	95	1123	1"	150	0.204	0.204	0.300	4.726	3897.588	3886.761	3942.801	3938.076	45.214	51.315

TABLA Nº 018: Cuadro de Cálculos de la Muestra (A)

FUENTE: Elaboración Propio Del Autor

Anexo 14. CUADRO DE CALCULOS DE LA MUESTRA (B)

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS												
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION MUESTRA (B)												
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA												
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	CARGA DISP. (m)
De	A	(m)	INT. (mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)	CARGA TOTAL (m)	INICIAL	FINAL	INICIAL
83	84	669	2"	55.4	150	0.365	0.365	0.151	0.377	3906.204	3903.201	71.984
89	148	846	3/4"	22.9	150	0.087	0.087	0.211	2.470	3891.499	3940.140	82.477
93	95	1123	3/4"	22.9	150	0.204	0.204	0.495	15.958	3897.588	3886.761	67.302

Tabla Nº 19: Cuadro de Cálculos de la Muestra (B)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor

**Anexo 15. CUADRO DE CALCULOS DE LA MUESTRA (C)**

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS														
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION MUESTRA (C)														
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA														
T. T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
De A	(m)	INT. (mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)	CARGA TOTAL (m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
83	84	669	2"	55.4	150	0.365	0.151	0.377	3906.204	3903.201	3978.188	3977.812	71.984	74.611
89	148	846	1 1/2"	44.4	150	0.087	0.056	0.098	3891.499	3940.140	3975.518	3975.420	84.019	35.279
93	95	1123	1 1/2"	44.4	150	0.204	0.132	0.635	3897.588	3886.761	3974.987	3974.352	77.399	87.591

**Tabla N° 20:** Cuadro de Cálculos de la Muestra (C)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor

Anexo 16. CUADRO DE CALCULOS DE LA MUESTRA (D)

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE    METODO HARDY-CROSS/HAZEN-WILLIAMS															
CUADRO DE CALCULOS DE LA MODELACION    MUESTRA (D)															
PROYECTO: OPTIMIZACION DE AGUA POTABLE EN CUATRO    COMUNIDADES DEL DISTRITO DE PISACOMA															
T.	T.	LONG.	DIAM.	DIAM.	COEF.	GASTO	GASTO	V.	PERDIDA DE	COTA DE T.N.(m)	COTA DE T.N.(m)	COTA PIEZ. (m)	COTA PIEZ. (m)	CARGA DISP. (m)	CARGA DISP. (m)
DE	A	(m)	INT. (mm)	EFFECT. (mm)	H-W.	INICIAL (lps)	FINAL (lps)	(m/s)	CARGA TOTAL (m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
83	84	669	3"	82.1	150	0.365	0.365	0.069	0.055	3906.204	3903.201	3980.873	3980.817	74.668	77.616
89	148	846	2"	55.4	150	0.087	0.087	0.036	0.033	3891.499	3940.140	3980.331	3980.297	88.832	40.157
93	95	1123	2"	55.4	150	0.204	0.204	0.085	0.216	3897.588	3886.761	3980.150	3979.934	82.562	93.174

Tabla Nº 21: Cuadro de Cálculos de la Muestra (D)

Fuente: Elaboración Propio Del Autor

