

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SEÑOR DE
HUANCA, DISTRITO DE HUANCANÉ - PUNO”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
WALTER CUTIPA MAMANI**

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

JULIACA -PERÚ

2016



Bach. Walter CUTIPA MAMANI

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
BARRIO SEÑOR DE HUANCA, DISTRITO DE HUANCANÉ - PUNO”**

**Esta tesis fue evaluada y aprobada por la obtención del título de ingeniero civil en
la Universidad Alas Peruanas**

Ing. LIZANDRO VLADIMIR APAZA CANAZA
PRESIDENTE

Ing. WILHEM ROGGER LIMACHI VIAMONTE
PRIMER MIEMBRO

Ing. EDWIN RENE PARI PARI
SEGUNDO MIEMBRO

Juliaca, Perú

2016

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, a los seres que amo y a mis amigos, por su apoyo incondicional y su constante motivación.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por educarme.

A Yane, por todo su apoyo, aun en los peores momentos.

A mi director, por toda su ayuda y comprensión.

A mis compañeros, por hacer el día a día mejor.

RESUMEN

El tema de tesis “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el barrio señor de Huanca, distrito de Huancané- Puno”, se ha desarrollado con la finalidad de determinar el diseño económicamente óptimo que pueda ser utilizado en la práctica, la solución de una red de diseño de saneamiento, dentro los factores más importantes para el desarrollo socio económico de todos los pueblos; están los referentes a educación, salud, vivienda, etc. En tal sentido y teniendo en cuenta los aspectos de salubridad y mejores condiciones de la calidad de vida del Barrio; se plantea en el sector saneamiento un diseño que permita el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua, con lo cual el barrio Señor de Huanca, se satisficiera con una de las necesidades importantísimas dentro de su desarrollo y salubridad; así mismo permitirá mejorar el medio ambiente y posibilitara disminuir los riesgos de enfermedades infectocontagiosas.

El presente trabajo de aplicación profesional, consiste en proponer el diseño de la Infraestructura de Abastecimiento de Agua potable para el barrio Señor de Huanca, del distrito de Huancané, es un sistema que ha sido diseñada haciendo uso de las ecuaciones Físicas y Matemáticas ya investigadas de la hidráulica de tuberías.

En el numeral II (Marco Teórico), se resume los conceptos teóricos y principios fundamentales, así como las ecuaciones que rigen los sistemas de abastecimiento de agua potable. Se detalla los antecedentes para el desarrollo del presente trabajo, mediante la ecuación fundamental de flujo en tuberías como es la ecuación de Darcy Weisbach, la ecuación fundamental de diseño de Hazen y Williams, así como los principios fundamentales que rigen el diseño de tuberías en circuitos cerrados (Método iterativo de Hardy Cross). También se detallan los conceptos de cada una de las estructuras que conforma un sistema de agua potable, las consideraciones de diseño tales como: determinación del período de diseño, población futura, el estudio de la demanda de agua de la población, así como los criterios de diseño recomendados por el RNE tales como: presiones de servicio, diámetros mínimos de tubería, velocidades de diseño y otros.

ABSTRACT

The thesis topic "System Design of drinking water in the Lord of Huanca, Huancané- Puno neighborhood district" has been developed in order to determine the economically optimal design that can be used in practice, the solution design a network of sanitation, within the most important factors for socio-economic development of all peoples; are those relating to education, health, housing, etc. In this regard and taking into account aspects of health and better conditions of quality of life of the District; arises in the sanitation sector a design that allows the improvement of water supply system, which the Lord of Huanca, neighborhood will satisfy one of the very important needs in their development and health; Also it will improve the environment and enable reduce the risk of infectious diseases.

The present work of professional application, is to propose the design of the infrastructure of drinking water for the Lord of Huanca, in the district of Huancané neighborhood, is a system that has been designed using physical and mathematical equations already investigated hydraulic piping.

In paragraph II (Theoretical Framework), theoretical concepts and fundamental principles and equations governing systems drinking water is summarized. The background for the development of this work, using the fundamental equation of flow in pipes as the Darcy Weisbach, the fundamental equation of design Hazen and Williams, as well as the fundamental principles governing the design of piping circuits detailed closed (Hardy Cross iterative method) . The concepts of each of the structures that forms a water system are also detailed, design considerations such as determining the design period, future population, the study of the water demand of the population, and the criteria design recommended by the RNE such as pressures, minimum pipe sizes, speeds.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	15
1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	15
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	15
1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	15
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	16
1.2.3. DELIMITACIÓN SOCIAL	17
1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL	17
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL	18
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS	18
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. OBJETIVO PRINCIPAL	18
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	18
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	19
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	19
1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE	19
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7.1. VIABILIDAD TÉCNICA	20
1.7.2. VIABILIDAD OPERATIVA	20
1.7.3. VIABILIDAD ECONÓMICA	20
1.8. JUSTIFICACIÓN	20
1.8.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	21
1.8.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	21
1.8.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	21
1.8.4. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA	22
1.9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.9.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	22
1.9.2. IMPORTANCIA	22

CAPITULO II	23
2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	23
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.3. BASES TEÓRICAS.....	25
2.3.1. SOFTWARE.....	25
2.3.2. RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	26
2.3.2.1. Clasificación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable Según la Fuente.....	26
2.3.2.2. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.....	26
2.3.2.2.1. Captación.....	26
2.3.2.2.2. Almacenamiento de agua.....	27
2.3.2.2.3. Red de distribución.....	27
2.3.3. PÉRDIDAS.....	29
2.3.3.1. Pérdidas primarias.....	29
2.3.3.2. Pérdidas secundarias.....	31
CAPITULO III	32
3. METODOLOGÍA.....	32
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.1. POR EL OBJETIVO.....	32
3.2.2. POR EL LUGAR.....	32
3.2.3. POR EL TIEMPO.....	33
3.3. NIVEL ÓPTIMO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.3.1. EXPLORATORIO.....	33
3.3.2. DESCRIPTIVO.....	33
3.3.3. CORRELACIONAL.....	33
3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	33
3.4.1. OBSERVACIÓN.....	33
3.4.2. ENTREVISTA.....	34
3.4.3. ENCUESTA.....	34
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	35
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	36
3.6.1. PROCESAMIENTO.....	36
3.6.2. PRESENTACIÓN DE DATOS.....	36

CAPITULO IV	37
4. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	37
4.1. ASIGNACIÓN DE RECURSOS.....	37
4.1.1. RECURSOS HUMANOS.....	37
4.1.2. RECURSOS MATERIALES	37
4.2. PRESUPUESTO.....	38
4.3. CRONOGRAMA PRIMERA FASE	38
CAPITULO V	39
5. DISEÑO DEL sistema de AGUA POTABLE.....	39
5.1. DOTACIONES.....	39
5.2. GENERALIDADES.....	39
5.3. PERIODO DE DISEÑO	40
5.4. CAPACIDAD DEL SISTEMA.	41
5.4.1. VARIACIONES DE CONSUMO.....	41
5.4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA.....	41
5.4.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA.....	41
5.4.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO.	42
5.5. INGENIERÍA DE POZOS.....	43
5.5.1. DISEÑO HIDRÁULICO.....	43
5.5.2. DISEÑO FÍSICO.....	43
5.5.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	43
5.5.3.1. Calculo del Caudal de Bombeo (Qb).....	44
5.5.3.2. Selección del Equipo de Bombeo.....	44
5.6. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	48
5.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	48
5.6.2. AFOROS.....	49
5.7. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.....	49
5.7.1. CAPACIDAD DEL RESERVORIO.....	50
5.7.2. UBICACIÓN DEL RESERVORIO.....	50
5.8. LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	51
5.9. LÍNEA DE ADUCCIÓN.....	51
5.10. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	51
5.10.1. Diseño de la red.....	52
5.10.1.1. Ubicación del punto de salida.....	52
5.10.1.2. Análisis de demanda.....	52

CAPITULO VI.....	54
6. ANÁLISIS Y DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE DE ABASTECIMIENTO DE REDES DE AGUA.....	54
6.1. GENERALIDADES SOBRE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD.....	54
6.2. DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	59
6.2.1. TRAZO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	59
6.2.2. INGRESO DE INFORMACIÓN.....	60
6.3. CONFIGURACIÓN DEL MODELO PARA DIMENSIONAMIENTO OPTIMO.....	62
6.4. SIMULACIÓN DEL DISEÑO OPTIMO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO MEDIANTE WATERCAD.....	64
6.5. VERIFICANDO EL RESULTADO DEL DIMENSIONAMIENTO OPTIMO AUTOMÁTICO.....	66
CAPITULO VI.....	68
7. PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE REDES.....	68
7.1. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE REDES.....	68
7.1.1. METRADO DEL SANEAMIENTO.....	68
7.1.2. PRESUPUESTO.....	69
7.1.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	70
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1, Imagen satelital 2013 del lugar de investigación google eart.....	16
Figura 5-1, Mediando la profundidad del pozo construido y el espejo de agua.	48
Figura 5-2, Realizando el aforo correspondiente.....	49
Figura 6-1, Esquema y partes de un modelo hidráulico	54
Figura 6-2, Esquema de etapas del modelamiento hidráulico.....	54
Figura 6-3, Esquema simple nodo-conexión-nodo.	55
Figura 6-4, Modelo esqueletonizado en base a nodos y conexiones exportados desde el AutoCAD en extensión dxf.....	56
Figura 6-5, Plano exportado desde AutoCAD de la red de distribución.	60

LISTA DE CUADROS

Tabla 1-1, Fuente= Plano catastral del barrio.	19
Tabla 2.1, Períodos de diseños recomendados para estructuras hidráulicas	29
Tabla N° 3-1, Plan de recolección de la información.....	36
Tabla 4-1 Lista de materiales fungibles.	37
Tabla 4-2, Lista de materiales no fungibles.....	38
Tabla 4-3, Cronograma 1ra etapa de la investigación.....	38
Cuadro 5-3, Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007.....	40
Cuadro 5-4, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Población total al 30 de junio, por grupos quinquenales de edad, según provincia y distrito	40
Cuadro 5-6, Viviendas concentradas en cada nudo.....	53
Cuadro 5-7, Cuadro de cálculo de demandas en cada nudo.	53
Cuadro 6-4, Ingreso dato de cotas en los nudos.....	61
Cuadro 6-5, Ingreso de dato de cotas en reservorio.	62
Cuadro 6.6, Ingreso de demanda por viviendas concentradas.	62
Cuadro. 6-7, Restricción presión mínima de 10 m H ₂ O y la máxima de 50 m H ₂ O cuyas cotas piezométricas son incógnitas.....	63
Cuadro 6-8, Restricción de velocidad máxima de 3.00 m/s.	63
Cuadro 6-9, Costo de tubería de acuerdo al diámetro	64
Cuadro. 6-10, Diseño optimizado.	64
Cuadro. 6-11, Grupo de costo de tubería para cada tramo de la red Proyectada.....	65
Cuadro 6-12, Realizando iteraciones para las soluciones más óptimas.	65

Cuadro 6-13, Luego de las iteraciones se observa 3 soluciones optimas de la red proyectada	65
Cuadro 6-14, Luego de las iteraciones se observa 3 soluciones optimas de la red Proyectada, para nuestro caso elegimos la solución 2	66
Cuadro 6-15, Exportando la solución más óptima.....	66
Cuadro 6.17, Verificando Velocidades en cada tramo	67
Tabla 7-2, Resumen de Presupuesto.	70

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Señor de Huanca. Para tal diseño se realizaron cálculos de hidráulica, estableciéndose como parámetro fijo el número de habitantes a los cuales se les prestará el servicio, determinándose el caudal aproximado que requieren el barrio, y así, poder satisfacer las necesidades domésticas de esta población. Conocido el caudal necesario se estudió la proyección y distribución de la tubería con el fin de determinar las pérdidas de cargas en cada ramal y nudo, por último, simular el sistema con el programa WaterCAD V8i para poder verificar el funcionamiento del mismo y obtener unos resultados más satisfactorios. En el diseño del sistema.

El presente trabajo de investigación se realiza, en vista que la empresa prestadora de servicios básicos EPS NOR PUNO S.A. HUANCANÉ no brinda los servicios adecuados a la provincia de Huancané, siendo la dotación de agua por media hora en los barrios vecinos es por tal razón que el barrio señor de Huanca, contara con un sistema de agua propio.

a) Una distribución apropiada del caudal en cada ramal lo cual garantiza el suministro diario requerido,

b) las bombas seleccionadas para el bombeo será las centrífugas, debido a que es un tipo de máquina más versátil y puede mover grandes o pequeñas cantidades de agua a una gama muy grande de presiones.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La filosofía de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable consiste en: evitar pérdidas, asegurar la continuidad en la dotación de agua potable de los servicios básicos, para la construcción de un sistema que pueda satisfacer los requerimientos de agua potable de los habitantes de la población de Señor de Huanca. Esto debido a que en la actualidad dicha población no cuenta con el suministro de agua potable, el distrito Huancané carece de agua, los barrios vecinos tienen una dotación diaria de 30 min en algunos días llega hasta 60 min., por tal razón se realiza un sistema de diseño propio para el barrio Señor de Huanca.

El barrio se encuentra ubicada sur oeste del Municipio Provincial de Huancané, lado derecho de la carretera Juliaca – Huancané, es un barrio nuevo que esta empezando a formarse, con la construcción de viviendas, una de las características es la fuente de abastecimiento, el número de habitantes a los cuales se les prestará el servicio, el manantial a captar en los meses más secos (Junio Julio Agosto Setiembre y Octubre) no hay disminución significativa en caudal, el levantamiento topográfico del área por donde se colocará la tubería, etc., para poder realizar el diseño del sistema red de distribución lo cual implicará: escoger los diferentes diámetros de las tuberías que conforman el sistema de diseño, calcular la capacidad de un tanque de compensación para la población, seleccionar las bombas que se requieren en el sistema y por último simular el funcionamiento del sistema mediante el programa WaterCAD V8i. para calcular la solución más óptima Todo esto se puede resumir de forma más detallada con los siguientes objetivos.

1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta investigación tomaremos como muestra el proyecto “SANEAMIENTO” en el distrito de Huancané - Puno.

➤ Ubicación del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en, ver figura 1-1

- Departamento : Puno.
- Provincia : Huancané.
- Distrito : Huancané.
- Barrio : Señor de Huanca.

➤ Vías de acceso

La vía de acceso al área del proyecto está constituida en el Barrio Señor de Huanca del Distrito de Huancané, de la Provincia de Huancané - Puno.

DESTINO		TIPO	Km.	Tiempo
Juliaca	Huancané	Asfaltado	54	1.0 hrs.



Figura 1-1, Imagen satelital 2013 del lugar de investigación google eart.

1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

La presente investigación se realizó en dos fases:

➤ Primera fase.

La primera fase comprende la formulación y aprobación de la investigación, iniciado el mes de mayo y concluido el mes de agosto del 2015.

- Segunda fase.

La segunda fase comprende desde el desarrollo de la investigación, hasta finalizar con las conclusiones, iniciando en el mes de agosto y concluido en el mes de diciembre del 2015.

1.2.3. DELIMITACIÓN SOCIAL.

En este proyecto de investigación, comprende el análisis del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, saneamiento, modelación y gestión de redes a presión, sistemas de distribución soluciones para el diseño, la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Reservorios) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control)

1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.

La investigación se realizará con agua manantial como variable dependiente y la infraestructura como la variable independiente que está en función de la temperatura, altitud tiempo de almacenamiento y el tipo de material de la infraestructura.

Con referente a la variable independiente:

Los softwares de cálculo de presiones y modelamiento general, permiten realizar el modelaje de una estructura, el procesamiento numérico de los datos y el análisis de los resultados por medio de las etapas de pre procesamiento, procesamiento y post procesamiento

Con referente a la variable dependiente:

Con el fin definir la fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad de agua que requiere el sistema, entre los que incluyan, la identificación de fuente alternativas.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo incide el abastecimiento de agua potable a los habitantes del barrio Señor de Huanca Ubicado en el distrito de Huancané, provincia de Huancané - Puno?

1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es la importancia del abastecimiento de agua potable para los habitantes del barrio Señor de Huanca?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ✓ ¿Cómo se beneficiará a los habitantes del barrio con el abastecimiento de agua potable?
- ✓ ¿Cómo se podría mejorar la condición sanitaria de los habitantes con el agua potable?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. OBJETIVO PRINCIPAL.

Analizar el Abastecimiento de Agua Potable para el diseño económicamente óptimo que pueda ser utilizado en la práctica de la solución de red de diseño del barrio Señor de Huanca del distrito de Huancané.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Determinar la red de tubería más económica acorde a la normativa RNE.
- ✓ Realizar un levantamiento de la implantación del sistema actual de consumo y abastecimiento de agua.
- ✓ Proponer una solución adecuada al problema de Abastecimiento de agua que permite el mejoramiento de la condición sanitaria de la población.
- ✓ Realizar un análisis específico de las propiedades organolépticas del agua suministrada a los habitantes.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.

El Abastecimiento de Agua Potable es fundamental realizar un diseño económicamente, para mejorar las condiciones sanitarias la cual incidirá principalmente en el bienestar de los habitantes del Barrio Señor de Huanca, del distrito

de Huancané, del departamento de Puno. La cantidad de la población actual del barrio, ver tabla 1-1.

POBLACIÓN ACTUAL	VIVIENDAS
SEÑOR DE HUANCA	125

Tabla 1-1, Fuente= Plano catastral del barrio.

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

De acuerdo al análisis de los resultados de las encuestas lo más crítico para los habitantes del Barrio Señor de Huanca es la falta de agua, considerando además que no existe alcantarillado que es otro de los factores fundamentales, sin embargo, existe un sistema de deposición de aguas residuales utilizando pozos sépticos con lo cual se soluciona temporalmente esta necesidad, pues mucho más importante es dotar del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

El diseño económicamente óptimo del diseño de la red de tuberías del abastecimiento de Agua Potable mediante software Watercad.

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Su incidencia en la condición sanitaria de los habitantes del barrio Señor de Huanca, del distrito de Huancané.

Indicadores.

- ✓ OS.010 Captación y conducción de agua para el consumo humano
- ✓ OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
- ✓ OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- ✓ OS.040 Estaciones de bombeo para consumo humano
- ✓ OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano
- ✓ Norma técnica de metrados
- ✓ Costos y presupuestos en edificaciones (ICG)
- ✓ CAPECO.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1. VIABILIDAD TÉCNICA

Esta investigación sigue los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, el enfoque de mi tema de investigación es de tipo cualitativo y cuantitativo. El enfoque cualitativo se basa a la investigación de acuerdo a encuestas realizadas en la zona de estudio y de acuerdo a datos obtenidos en el campo para verificación de la información para buscar posibles soluciones, su incidencia en la vida de la población y está orientada a la verificación de la hipótesis.

El enfoque de investigación cuantitativo se basa en el abastecimiento de Agua Potable en la cual se hace referencia a: topografía, ya que se realizará un estudio de conducción adecuada desde la zona de captación, bombeo, almacenamiento y la distribución, además de los criterios planteados de diferentes bibliografías en cuanto al análisis y diseño de abastecimiento de agua, por ende, es técnicamente viable.

1.7.2. VIABILIDAD OPERATIVA

Se va a realizar una investigación de campo para realizar un estudio adecuado de la información, la misma estará provista por levantamiento topográfico y encuestas las mismas que permitirán corregir datos defectuosos, contradictorios o que no sean reales, los cuales puedan afectar el objetivo de la investigación.

En la investigación se tomará las siguientes modalidades:

- ✓ Por el objetivo
- ✓ Por el lugar
- ✓ Por el tiempo.

1.7.3. VIABILIDAD ECONÓMICA

La presente investigación es económicamente factible, debido a que no es muy costoso en cuanto a operación y además debido a que los softwares de cálculo de redes y presiones nos lo facilito gratuitamente sus páginas web oficiales.

1.8. JUSTIFICACIÓN.

Actualmente el barrio Señor de Huanca no cuentan un sistema de Abastecimiento de Agua Potable, es necesaria una captación de agua y bombeo la cual mediante un

tratamiento y conducción adecuada cumpliendo las normas técnicas vigentes se podrá proveer de agua de calidad a los habitantes del barrio mencionado. Es importante mencionar también que el diseño para distribución del agua se lo realizara mediante redes cerradas y redes abiertas, la zona en estudio es urbana y tiene las calles bien definidas.

1.8.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.

A. Variable independiente

En estos programas, el modelaje, el procesamiento numérico de los datos y la visualización de los resultados, se realiza en entornos de trabajo perfectamente definidos, que corresponden a las etapas de pre procesamiento, procesamiento y post procesamiento, respectivamente. Con el fin de hacer el análisis comparativo de la estructura de saneamiento se utilizó softwares de modelación y gestión de redes a presión, con el cual se podrá determinar el costo por cada alternativa, el caudal la velocidad, presión en cada nudo y ramal como sus diferencias; finalmente el contraste del presupuesto

B. Variable Dependiente

La fuente de abastecimiento de agua es de tipo manantial que en la actualidad los pobladores vienen consumiendo desde tiempos atrás, es por eso que cuenta con pozos construidos por programas sociales del gobierno el agua es de buena calidad y la cantidad justifica el análisis del diseño del sistema de abastecimiento del barrio Señor de Huanca.

1.8.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Determinar la optimización de diseño en la gestión de redes, asistido por software.

1.8.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En el presente proyecto de investigación de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se pretende optimar y garantizar menores costos, tiempos de ejecución y adecuada calidad del saneamiento.

1.8.4. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA

En la investigación se dará uso a las Normas Peruanas vigentes que son de carácter de cumplimiento nacional, las cuales se menciona a continuación:

- OS.010 Captación y conducción de agua para el consumo humano
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- OS.040 Estaciones de bombeo para consumo humano
- OS.05 Redes de distribución de agua para consumo humano
- Norma técnica de metrados
- Costos y presupuestos en edificaciones (ICG)

1.9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.9.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente el barrio Señor de Huanca no cuentan un sistema de Abastecimiento de Agua Potable, es necesaria realizar una nueva captación de agua, la cual mediante un tratamiento y conducción adecuada cumpliendo las normas técnicas vigentes se podrá proveer de agua de calidad a los habitantes del barrio Señor de Huanca. Es importante mencionar también que el diseño para distribución del agua se realizara mediante mallas ya que es zona urbana y tiene las calles definidas.

1.9.2. IMPORTANCIA.

El beneficio principal de la presente investigación va dirigido a los pobladores del barrio Señor de Huanca y personas jurídicas o naturales que deseen optimar, reducir costos, tiempos de ejecución y adecuada calidad del agua, realizando diseños por software de cálculo de redes.

Nuestro planeta está cubierto por tres cuartas partes de agua de la cual solamente el 3% de ella es dulce, es decir se la puede utilizar para el consumo humano, es por ello que es fundamental tomar conciencia en la utilización del agua en nuestro uso diario ya que muchas de las veces se despilfarra agua en cantidad, sin considerar que llegará el momento en que el agua se agote y las guerras entre naciones será por este líquido tan fundamental para la vida.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Se debe tomar en consideración que el barrio señor de Huanca no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable por lo que es indispensable realizar el estudio correspondiente para mejorar la condición sanitaria de los habitantes.

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

AUTOR: BACH. Christian Leonardo Vigil Barboza

BACH. Willian Pastor Delgado Mendoza

FECHA: Lambayeque,

TÍTULO DE TESIS: Mejoramiento y Ampliación del Saneamiento Básico del C.P Pósitos del Distrito de Morrope - Lambayeque.

OBJETIVO Elaborar el proyecto a nivel de Ingeniería que permita el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del Centro Poblado de pósitos, distrito de Morrope - Lambayeque.

- ✓ Mejorar el sistema de abastecimiento de agua del Centro Poblado Positos, para solucionar la problemática de su deficiente servicio.
- ✓ Reducir las posibilidades de que se propaguen epidemias y enfermedades infectocontagiosas.
- ✓ Ofrecer condiciones ópticas para el desarrollo integral de la Población, brindar la oportunidad de preservar el medio ambiente y mejorar las condiciones de vida.
- ✓ Contribuir al desarrollo de la zona.

CONCLUSIÓN:

- ✓ Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logrará elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para este Caserío de Positos de un paso importante en su proceso de desarrollo.

- ✓ Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa WATERCAD y de amplio uso en nuestro país.
- ✓ Se diseñó en reservorio elevado con el fin de poder regular las variaciones de consumo, y se estableció una cota mínima de agua para la cual las presiones en las redes sean las establecidas por el RNE.
- ✓ El diseño del colector tiene un diámetro de 6" y 8" y va a una cámara de bombeo a un emisor existente, esto se ha realizado teniendo en cuenta las recomendaciones señaladas en el R.N.E.
- ✓ El tratamiento de aguas residuales pasará por dos etapas: la primera que corresponda la evacuación a través de La Cámara de Bombeo hacia el colector existente.

AUTOR: Fernando Javier Chávez Aguilar

TÍTULO DE TESIS: simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano.

FECHA: Lima del 2006

OBJETIVOS: Se optimizará una red de alcantarillado pluvial dada, ubicada en la ciudad de Tumbes, localidad que se ha elegido por estar en zona de influencia del fenómeno El Niño, tomando en cuenta:

- ✓ Las restricciones existentes, en este caso dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Los parámetros hidráulicos de acuerdo al tipo de material elegido y la geometría de los conductos.
- ✓ La intensidad de la lluvia de diseño
- ✓ Los caudales de escorrentía variables en el tiempo y con valor máximo calculado con el método Racional.
- ✓ El diseño consta de dos partes:

Optimización: en esta parte se obtienen las pendientes y diámetros de los conductos de la red optimizada, empleando un programa que emplea el cálculo por diferencias finitas y combinaciones para obtener costos mínimos, como datos requiere: las coordenadas de los nudos, la numeración de nudos y conductos, la profundidad máxima y mínima de

instalación, la velocidad máxima y mínima, el coeficiente de rugosidad de los conductos, los diámetros disponibles y los caudales de escurrimiento.

Documentación: se emplea el programa de simulación hidráulico teniendo como datos los diámetros y pendientes obtenidos en la optimización, con el que se verifica que no existen sobrecargas ni inundaciones en los nudos. Para el cálculo de los costos se han realizado los análisis por metro lineal de tubería de acuerdo a las diferentes profundidades de instalación posibles. Asimismo, se hace un estudio de los métodos de cálculo empleados en los programas de simulación y optimización.

CONCLUSIÓN:

- ✓ La optimización permite obtener a partir de un trazo de red de alcantarillado pluvial o sanitario, los diferentes parámetros hidráulicos que producen un mínimo costo, garantizando que no habrá desbordes ni sobrecargas en la red.
- ✓ El cálculo del tiempo de concentración influirá en la intensidad de lluvia a ser empleada, a menor tiempo de concentración mayor es la intensidad de lluvia a emplear, lo que incide en las dimensiones de los diámetros de las tuberías de la red.
- ✓ De los resultados se observa que la propuesta de drenaje pluvial considerando la red completa, nudos 1-320, para el nivel de intensidad calculado no es adecuado, porque las profundidades de instalación superan los 8 m en el punto de entrega, lo que haría muy dificultoso su rebombeo al tenerse caudales de 20 m³/s, y los diámetros obtenidos superan en muchos casos los 2 m lo que sería poco usual. Para el tramo de red 238-320 las profundidades de instalación varían entre los 2 m y 7 m con diámetros generalmente menores a 1.20m, lo que hace viable la construcción de dicha red al tenerse caudales del orden de los 5 m³/s para el nivel de intensidad considerado.

2.3. BASES TEÓRICAS.

2.3.1. SOFTWARE

El software WaterCAD v8i en su versión 2014 proporciona a los ingenieros de saneamiento funciones avanzadas de Modelación Hidráulica de Sistemas o Redes a Presión.

WaterCAD es un programa que nos permite analizar, diseñar y optimizar los sistemas de distribución de redes de agua.

2.3.2. RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes del barrio Señor de Huanca, el agua potable.

2.3.2.1. Clasificación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable Según la Fuente

- ✓ Agua de lluvia.
- ✓ Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- ✓ Agua subterránea.
- ✓ Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales
- ✓ Agua de mar.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable, deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización.

El sistema de abastecimiento de agua que se va a diseñar en este trabajo se clasificará como Agua proveniente de un manantial natural, donde el agua subterránea aflora a la superficie.

2.3.2.2. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

El sistema de abastecimiento de agua potable más complejo, que es el que utiliza aguas superficiales, consta de:

- ✓ Captación.
- ✓ Bombeo.
- ✓ Almacenamiento de agua.
- ✓ Red de distribución.

Se analiza a continuación cada uno de los componentes.

2.3.2.2.1. Captación

La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada.

La captación del agua superficial se hace a través de las manantiales para captar el agua que resulten así, con realizar un pozo.

El aforo se ha realizado mediante un pozo existente que tiene las siguientes dimensiones diámetro interior 1.50 m altura de pozo 4.50 m espejo de agua 4.21 m.

2.3.2.2.2. Almacenamiento de agua.

El almacenamiento del agua tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques para agua:

- ✓ Reservorio apoyado en el suelo.
- ✓ Reservorio elevado.

Para el presente estudio se empleará reservorio apoyado al suelo.

2.3.2.2.3. Red de distribución

La red de distribución de agua está constituida por un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el líquido desde el reservorio de agua hasta las tomas domiciliaria. A los usuarios (domésticos) la red deberá proporcionarles el servicio las 24 horas de cada uno de los 365 días del año, en las cantidades adecuadas y con una presión satisfactoria.

Para poder diseñar las partes del sistema de abastecimiento de agua potable mencionadas en los párrafos anteriores, se debe realizar primero una serie de estudios para obtener los valores estimados de los datos definidos a continuación:

Caudal: es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente.

Consumo: Es la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo urbano para una fecha determinada y puede ser expresada en litros (l) o metros cúbicos (m³).

Demanda: Es la cantidad de agua que los usuarios de un sistema de abastecimiento pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres. De

no existir pérdidas o limitaciones en el servicio, el consumo y la demanda deberían ser iguales para una misma fecha.

Dotación: es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, generalmente expresada en litros por persona por día (LPCD). La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano.

La dotación es un factor muy importante que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad ya que es la meta del diseño que se va a realizar.

Gasto de bombeo: En el caso de estaciones de bombeo, el gasto a considerar debe ser el correspondiente al consumo máximo diario, pero en virtud de que ahora interviene una nueva variable, que es el tiempo de bombeo, es conveniente y justificado hacer un análisis considerando los gastos máximos y mínimos, como consecuencia de las demandas en los consumos actual y futuro, así como los incrementos durante el período de diseño.

Casi siempre resulta más ventajoso el seleccionar los equipos de bombeo para un gasto correspondiente a:

$$Q_b = \frac{Q_m \cdot 86400s}{N}$$

Donde:

Q_b = gasto de bombeo (m³/s)

Q_m = gasto medio (m³/s)

N: Tiempo de bombeo (s)

Levantamientos Topográficos: los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes de los diferentes tramos de tubería.

Durabilidad o vida útil de las instalaciones: Dependerá de la resistencia física del material a factores adversos de desgaste u obsolescencia. Así, al hablar de tuberías como elemento de primer orden dentro de un acueducto, se encuentran distintas

resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; siendo entonces estos factores determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de períodos de diseño, puesto que sería ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física. Siendo un sistema de abastecimiento de agua una obra muy compleja, constituidos por obras de concreto, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, no es posible pensar en períodos de diseños uniformes. Cabe destacar que cuanto mayor sea la vida útil del sistema diseñado, mayor será la dificultad para hacer ampliaciones del mismo al final del período de diseño. Los períodos de diseño empleados a menudo en la práctica se muestran en la tabla 2.1.

Población (habitantes)	Período de diseño
menos de 4,000	5 años
De 4,000 a 15,000	10 años
De 15,000 a 70,000	15 años
Más de 70,000	20 años

Tabla 2.1, Períodos de diseños recomendados para estructuras hidráulicas

2.3.3. PÉRDIDAS

La pérdida de carga en una tubería, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares o accidental o localizada, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

Las pérdidas de carga en las tuberías son de dos tipos: pérdidas primarias y pérdidas secundarias.

2.3.3.1. Pérdidas primarias

Son las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa límite), rozamiento de unas capas de fluidos con otras (régimen laminar) o las de partículas de fluido entre si (régimen turbulento).

En este trabajo se hablará de las dos fórmulas más utilizados para calcular las pérdidas primarias. Dichas fórmulas se mencionan a continuación:

La ecuación de Hazen & Williams como primer método la cual se expresa de la siguiente manera:

$$H_f = \frac{10.67 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde.

Hf = Pérdidas por fricción (m)

Q = Caudal (m³/s)

C = Coeficiente C

D = Diámetro (m)

L = Longitud (m)

La segunda ecuación que se puede utilizar para calcular las pérdidas por fricción es la de Darcy Weisbach

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

Hf = Pérdidas por fricción (m)

V = Velocidad promedio del fluido (m/s)

f = Factor de fricción (adimensional)

D = Diámetro (m) L = Longitud (m)

g = Aceleración de la Gravedad (9.81 m/s²)

La ecuación de Darcy es válida tanto para flujo laminar como turbulento de cualquier líquido en una tubería. Sin embargo, puede suceder que debido a velocidades extremas la presión corriente abajo disminuya de tal manera que llegue a igualar la presión de vapor del líquido, apareciendo el fenómeno conocido como cavitación y los caudales obtenidos por cálculo serán inexacto

2.3.3.2. Pérdidas secundarias

Cuando el fluido se desplaza uniformemente por una tubería recta, larga y de diámetro constante, la configuración del flujo indicada por la distribución de la velocidad sobre el diámetro de la tubería adopta una forma característica. Cualquier obstáculo en la tubería cambia la dirección de la corriente en forma total o parcial, altera la configuración característica del fluido y ocasiona turbulencia, causando una pérdida de energía mayor de la que normalmente se produce en un flujo de tubería recta. Ya que las válvulas y accesorios en una línea de tuberías alteran la configuración del flujo, producen una pérdida de presión adicional llamada pérdida secundaria. Las pérdidas secundarias en válvulas y accesorios que conforman un sistema de tuberías.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de mi tema de investigación es de tipo cualitativo y cuantitativo.

El enfoque cualitativo se basa a la investigación de acuerdo a encuestas realizadas en la zona de estudio y de acuerdo a datos obtenidos en el campo para verificación de la información para buscar posibles soluciones, su incidencia en la vida de la población y está orientada a la verificación de la hipótesis.

El enfoque de investigación cuantitativo se basa en el abastecimiento de Agua Potable en la cual se hace referencia a: topografía, ya que se realizará un estudio de conducción adecuada desde la zona de captación de pozo hasta la distribución. La población de diseño se considera cuantitativa ya que se utilizan datos del plano catastral debido que está delimitado y no tiende a extenderse, para realizar un diseño adecuado de tuberías.

3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se va a realizar una investigación de campo para realizar un estudio adecuado de la información, la misma estará provista por levantamiento de topografía y encuestas las mismas que permitirán corregir datos defectuosos, contradictorios o que no sean reales, los cuales puedan afectar el objetivo del proyecto.

En la investigación se tomará las siguientes modalidades:

3.2.1. POR EL OBJETIVO.

La investigación es de tipo aplicada ya que la obtención de resultados servirá para dar una solución adecuada al problema del abastecimiento de Agua Potable.

3.2.2. POR EL LUGAR

Se utiliza la investigación de campo con la recolección de datos necesarios y específicos para el desarrollo del tema de investigación, como son la recolección de datos de la población, levantamiento topográfico y del sistema de abastecimiento de agua potable, la evaluación del sistema de Agua entubada y la calidad de vida de los habitantes de la zona.

3.2.3. POR EL TIEMPO

Se realizará una investigación descriptiva, el cual nos permite conocer la situación actual exacta a los que los pobladores están expuestos por el consumo de Agua empozada y las falencias que el sistema actual posee.

3.3. NIVEL ÓPTIMO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. EXPLORATORIO

La investigación se realizará a nivel exploratorio ya que se realizará investigaciones de campo en la cual se analizará la mejor opción para una adecuada obra de captación.

3.3.2. DESCRIPTIVO

La investigación de tipo descriptivo conlleva investigaciones en la cual se hace referencia a los datos actuales, informes de las autoridades, problemas con el actual sistema de abastecimiento de agua y desventajas que pueden causar inconvenientes a los habitantes.

3.3.3. CORRELACIONAL

La investigación de tipo correlacional nos permite correlacionar los datos de investigación de acuerdo al método escogido, analizando sus variables para dar solución al problema de investigación.

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.4.1. OBSERVACIÓN

Directa: En el presente trabajo investigativo se utilizará el método de observación directa porque se va a recoger los datos en campo por medio de los sentidos (vista, olfato y tacto).

Estructurada: En el presente trabajo investigativo se utilizará la observación estructurada porque va a llevar un documento a escalas estimativas ya estructurada de que voy a investigar y solo se tendrá que anotar la guía que se tenga en el documento.

De campo: En el presente trabajo investigativo se utilizará la observación de campo porque la información se obtendrá en el lugar en el cual ocurren los hechos.

Los instrumentos de información utilizadas en la observación son: Cuaderno de notas donde voy anotando la información, ficha de campo que es un instrumento que

tiene una guía de lo que se va a observar y un registro específico donde se va a registrar los hechos de algo específico.

3.4.2. ENTREVISTA

En el presente trabajo investigativo se utilizará la entrevista estructurada porque ya se lleva con anticipación un documento estructurado de las preguntas de la entrevista también se utilizará la entrevista semi-estructurada porque se llevará una estructurada y otra parte abierta dependiendo del tipo de pregunta. El instrumento utilizado en la entrevista es el cuestionario porque es una serie de preguntas formuladas que serán contestadas por el entrevistado.

3.4.3. ENCUESTA

En el presente trabajo investigativo se utilizará la encuesta que es una serie de preguntas que serán contestadas por el encuestado. El instrumento utilizado es la encuesta que es dos hojas de con una serie de preguntas que deben ser contestados, adjunto a anexos.

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	<p>OBJETIVOS GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Analizar el Abastecimiento de Agua Potable para el diseño económicamente optimo que pueda ser utilizado en la práctica de la solución de red de diseño del barrio Señor de Huanca del distrito de Huancané. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la red de tubería más económica acorde a la normativa RNE. ✓ Realizar un levantamiento de la implantación del sistema actual de consumo y abastecimiento de agua. ✓ Proponer una solución adecuada al problema de Abastecimiento de agua que permite el mejoramiento de la condición sanitaria de la población
2. ¿De qué personas u objetos?	De la mayoría de habitantes del Barrio Señor de Huanca, del distrito y provincia de Huancané.
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calidad de agua proveniente del manantial. ✓ Condiciones de Salud, servicios básicos, Calidad del agua, Factores ambientales, Bienestar, Relaciones sociales.
4. ¿Quién?	Walter Cutipa Mamani.

5. ¿Cuándo?	octubre del 2015
6. ¿Dónde?	En barrio Señor de Huanca, del distrito y provincia de Huancané - Puno
¿Cómo?	Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.
7. ¿Con qué?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encuesta ✓ Cuestionario ✓ Medición de Caudal ✓ Levantamiento Topográfico

Tabla N° 3-1, Plan de recolección de la información.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. PROCESAMIENTO

El presente trabajo de investigación se realizó mediante la utilización de encuestas para la revisión crítica de la información recogida a través de cuestionarios, que permitirá detectar los datos defectuosos, contradictorios y no pertinentes.

Los datos y la información que adquirió en la fase de investigación serán procesados, utilizando todas las técnicas estadísticas que sean factibles de aplicar para el caso de la presente investigación.

3.6.2. PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos en esta investigación se presentan en forma escrita, tabulada o gráfica, según el caso que lo requiera, ya que la presentación de datos debe presentarse en forma clara, coherente y detallada para una mejor comprensión de los lectores de la información.

CAPITULO IV

4. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

4.1. ASIGNACIÓN DE RECURSOS.

4.1.1. RECURSOS HUMANOS

- Asesores (personal especialista)..... S/ 3,000.00
- Personal de apoyo..... S/. 500.00
- Otros..... S/. 900.00

TOTAL:..... S/. 4,400.00

4.1.2. RECURSOS MATERIALES

- Materiales fungibles:

NRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO (S/.)
01	Papel bon 70g	MILLAR	05	115.00
02	Papel bon 80g	MILLAR	04	100.00
03	Lapiz	UND	10	5.00
04	Lapiceros	UND	20	20.00
05	Corrector	UND	05	12.50
06	Plumones resaltadores	UND	03	7.50
07	Plumones de pizarra acrílica	UND	24	36.00
08	Plumones de papel	UND	10	10.00
TOTAL				306.00

Tabla 4-1 Lista de materiales fungibles.

- Materiales no fungibles

NRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	COSTO (S/.)
01	Alquiler de Internet	MES	06	900.00
02	Estudio de fisicoquímico de la calidad de agua.	UND	01	300.00
03	Alquiler de impresora	MES	06	225.00
04	USB	UND	02	40.00
05	CD s	UND	10	10.00

06	Textos	UND	20	800.00
TOTAL				2,275.00

Tabla 4-2, Lista de materiales no fungibles.

4.2. PRESUPUESTO

TOTAL: S/. 6,981.00

4.3. CRONOGRAMA PRIMERA FASE

ACTIVIDADES	2015			
	MAY	JUN	JUL	AGO
A. ACTIVIDADES PRELIMINARES				
Planteamiento del problema	X			
Formulación del plan de investigación	X			
B. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN				
Recopilación de bibliografía	X			
Antecedentes del Estudio	X			
Recopilación de datos e información de proyecto		X		
Estudio y desarrollo del trabajo de investigación.		X		
Análisis e interpretación de los resultados de laboratorio y campo		X		
Discusión de los resultados laboratorio y ensayos in-situ			X	
C. INFORME FINAL.				
Redacción y presentación del informe final				X

Tabla 4-3, Cronograma 1ra etapa de la investigación

CAPITULO V

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

5.1. DOTACIONES.

La Dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima por lo cual tenemos que hacer referencia al siguiente cuadro.

POBLACIÓN	CLIMA	
	FRIO (l/Hab./dia)	TEMPLADO (l/Hab./dia)
de 2,000 Hab. A 10,000 Hab.	120	150
de 10,000 Hab. A 50,000 Hab.	150	200
más de 50,000 Habitantes	200	250

Tabla 5-1, Fuente: abastecimiento y alcantarillado de VIERENDEL.

Resumiendo, para la dotación tenemos:

CONSUMO	L/H/D
Dotation	120.00

Tabla 5-2, Dotación.

5.2. GENERALIDADES.

Factores que afectan al consumo.

Podemos indicar lo siguiente:

Consumo Doméstico:

Es la cantidad de agua que necesita cada persona para satisfacer sus necesidades como, bebida, lavado de ropa, baño, aseo personal, cocina, riego de jardín, etc.

Comercial:

El gasto es significativo, en el caso en que la zona a desarrollarse tenga una vinculación industrial o comercial, el consumo debe basarse en el tipo de industria y comercio a desarrollarse.

En la zona de estudio se observa que no existe ninguna industria Por lo que no se considera dotación.

Consumo Público:

Es la cantidad de agua que se consume en los jardines públicos, zonas verdes, etc.

5.3. PERIODO DE DISEÑO

para el crecimiento poblacional se observa la tasa de crecimiento del departamento de puno de los censos de población y vivienda en los años 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007 ver tabla 5-3, como también apreciamos en el cuadro 5-4 por grupos quinquenales de edad, según departamento, provincia y distrito, 2015. la población en el distrito de Huancané tiende a disminuir por ende la población futura y su tendencia de desarrollo será menor en periodo de 20 y años por lo que se tomará la misma población actual.

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN					
DEPARTAMENTO, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 Y 2007					
Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)				
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1

Cuadro 5-3, Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007.

UBIGUEO	PROVINCIA DISTRITO	AÑOS										
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
210600	HUANCANÉ	74,689	73,737	72,739	71,718	70,697	69,695	68,709	67,726	66,750	65,782	64,826
210601	HUANCANÉ	23,122	22,630	22,128	21,618	21,114	20,625	20,138	19,654	19,180	18,712	18,253
210602	COJATA	4,610	4,580	4,546	4,511	4,473	4,435	4,398	4,360	4,320	4,279	4,239
210603	HUATASANI	4,035	4,163	4,290	4,418	4,548	4,679	4,814	4,952	5,090	5,230	5,371
210604	INCHUPALLA	3,870	3,814	3,754	3,694	3,633	3,572	3,512	3,453	3,394	3,334	3,275
210605	PUSI	6,920	6,866	6,807	6,744	6,679	6,614	6,549	6,482	6,415	6,347	6,278
210606	ROSASPATA	6,100	6,004	5,904	5,802	5,701	5,599	5,500	5,401	5,302	5,204	5,106
210607	TARACO	15,601	15,465	15,317	15,160	15,000	14,839	14,679	14,516	14,350	14,183	14,014
210608	VILQUE CHICO	10,431	10,215	9,993	9,771	9,549	9,332	9,119	8,908	8,699	8,493	8,290

Cuadro 5-4, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Población total al 30 de junio, por grupos quinquenales de edad, según provincia y distrito

5.4. CAPACIDAD DEL SISTEMA.

5.4.1. VARIACIONES DE CONSUMO.

El uso del agua no será uniforme, presentándose variaciones diarias, mensuales o estacionales, de acuerdo con la magnitud de la población, el equipamiento urbano, la actividad básica de sus pobladores y las condiciones climáticas del área. Para el dimensionamiento de sistemas de Agua Potable, se utilizan parámetros de variación diaria y horaria, considerándose además el valor mínimo probable de consumo, con el objeto de verificar las características de funcionamiento del sistema.

De conformidad a las normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinado a localidades urbanas dice: En los abastecimientos por conexiones domiciliarias los coeficientes de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual de la demanda deberán ser fijados sobre la base del análisis de información de estadísticas comprobada.

5.4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA.

Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser el más caluroso o la mayor actividad local en el año, se le denomina consumo máximo diario y el rango de variación depende principalmente de las condiciones climáticas de la zona y de actividades o acontecimientos específicos.

El valor del coeficiente de variación diaria puede fluctuar entre 1.2 y 2.5, adoptándose para nuestro medio el 130% de la demanda promedio anual.

Máximo anual de la demanda diario. $K1 = 1.3$

5.4.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA.

Se refiere a la variación de consumos durante el día, la cual se representa con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.

Dependiendo de las actividades básicas de la ciudad, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche. Se le denomina Consumo máximo horario y su valor puede fluctuar entre 1.8 y 5.0 veces la demanda promedio anual, donde los valores mayores corresponden a pequeños centros poblados donde los hábitos del uso del agua son uniformes para todos los pobladores (Ej. Todos inician su jornada de trabajo a la misma hora y regresan a su casa al mismo tiempo para tomar sus alimentos), los valores menores se

presentan en grandes ciudades con actividades múltiples, donde el uso del agua durante el día puede uniformizarse hasta valores cercanos a la demanda del día máximo.

En nuestro medio se utilizan valores entre 1.5 y 2.5 veces la demanda media;
Máximo Caudal de la demanda horaria: $K_2 = 180\%$ $K_2 = 1.8$

5.4.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO.

- **Caudal Promedio Diario (Qpd)**

es el consumo que se espera realice la población de diseño durante un periodo de un día

$$Qpd = \frac{(\text{Numero de habitantes}) * (\text{dotación})}{86400}$$

Reemplazando Valores

$$Qpd = \frac{(625) * (120)}{86400}$$

$$Qpd = 0.87 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal Máximo Diario (Qmd)**

es el máximo consumo que se realiza en la población en un día y se calcula como un factor de ampliación (K_1) del Qpd, dicho factor está establecido por el RNE.

$$Qmd = K_1 * Qpd$$

$$Qmd = (1.3) * (0.87)$$

$$Qmd = 1.13 \text{ lts/seg}$$

- **Caudal Máximo Horario (Qmh)**

Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día, y se calcula como un valor ampliado del Qph.

$$Qmh = K_2 * Qpd$$

$$Qmh = (1.8) * (0.87)$$

$$Qmh = 1.56 \text{ lts/seg}$$

5.5. INGENIERÍA DE POZOS.

5.5.1. DISEÑO HIDRÁULICO.

El diseño hidráulico de los pozos, se hará en función de un caudal estimado de producción (Q) y el abatimiento que producirá, cuando sea sometido a explotación. Los factores de diseño dependen de las características del medio poroso y de la realización técnica de la obra, por lo cual se está considerando que las pérdidas de carga, debido al sistema de captación, sean compatibles con una buena ingeniería de pozos.

El diseño hidráulico del pozo ha consistido en estimar la probable posición del nivel dinámico (ND), cuando este sea sometido a un caudal de l/s y a un régimen de hasta 24 horas/día.

5.5.2. DISEÑO FÍSICO.

Una vez conocidas las características de los acuíferos y las propiedades que gobiernan su aprovechamiento, queda por determinar cuáles serán las formas de diseño de un pozo que permitan su aprovechamiento racional en la forma más ventajosa.

Un pozo eficientemente diseñado debe ser capaz de permitir la utilización de los recursos naturales del acuífero en toda su amplitud. Por ello, un buen diseño de pozos dependerá en gran parte de la cantidad de datos disponibles. En una zona donde se disponga de datos de perforaciones anteriores. Análisis de arena, exámenes de agua, pruebas de bombeo, gastos y radios de influencia, resultara relativamente fácil el diseño.

5.5.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

Para el sistema de abastecimiento de agua en el Barrio Señor de Huanca se va a requerir el diseño de la estación de bombeo. Lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Consideramos como estación de bombeo aquella que toma el agua directamente de la fuente de abastecimiento y la va a elevar hasta el reservorio ubicado en la cota 3852.14 msnm en la base tendrá una altura de reservorio de 2.5 m.

5.5.3.1. Cálculo del Caudal de Bombeo (Qb)

El caudal de bombeo viene dado la fórmula:

$$Qb = Qpd * \frac{24 \text{ Horas}}{\text{Nro. de Horas de Bombeo}}$$

Donde:

Se tomará en cuenta periodos de bombeo de 6 horas.

$$Qb = 1.13 * \frac{24 \text{ Horas}}{6 \text{ Horas}}$$

$$Qb = 4.51 \text{ lts/seg.}$$

5.5.3.2. Selección del Equipo de Bombeo.

Para este caso se utilizará una bomba sumergible, las cuales son bombas casi exclusivamente en casos profundos y su denominación obedece a que tanto la bomba como el motor se sumergen en la fuente misma.

En el caso de pozos profundos, con niveles de bombeo muy bajos, se dificulta o encarece la utilización de bombas de tipo turbo-bombas. Ello se ve agravado por las desviaciones en la verticalidad de los pozos, lo cual produce doblamiento de los ejes o desgaste acelerado de los mismos.

Datos:

1. Tipo de Bomba: Bomba sumergible
2. Tiempo de Servicio: 6 horas continuas.
3. Caudal: 4.52 lps.

DIÁMETRO ECONÓMICO (PULG)

$$De = 1.8675 * (Qb)^{1/2}$$

$$De = 1.8675 * (4.52)^{1/2}$$

$$De = 3.97$$

CARGA DINÁMICA TOTAL (CDT)

$$CDT = Hi + Hf + hm + hv$$

donde

Hi = Altura de descarga(m.)

Hf = Pérdida de carga por fricción en la línea (m)

hm = Pérdidas menores por accesorio (m)

hv = Pérdida por velocidad (m)

ALTURA DE DESCARGA.

$$Hi = hf - hi$$

donde

hf = Cota superior (cota del reservorio, 3852.14 m.s.n.m.)

hi = Cota inferior (cota del manantial, 3829.35 m.s.n.m.)

$$Hi = 3854.64 - 3829.35 = 25.29 \text{ m.}$$

PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN LA LÍNEA Hf (m)

Hazen Williams

$$Hf = \frac{1743.81114 * L * Qb^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

L = Longitud de la línea 41.00 m

Qb = Caudal de impulsión 4.51 lts/seg

C = Coeficiente de fricción 150.00 para PVC

D = Diámetro en pulg. 2" y 3"

Para 2"

$$Hf = \frac{1743.81114 * 41 * 4.51^{1.85}}{2^{4.87} * 150^{1.85}}$$

$$Hf = 3.74 \text{ m}$$

Para 3"

$$H_f = \frac{1743.81114 * 41 * 4.51^{1.85}}{3^{4.87} * 150^{1.85}}$$

$$H_f = 0.52 \text{ m}$$

PÉRDIDAS MENORES POR ACCESORIO (hm)

$$h_m = \frac{K * V^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

g : Aceleración de la gravedad

K : Por diversos accesorios adoptamos K =10

PÉRDIDA POR VELOCIDAD hv

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

V = Velocidad

Hi = hf - hi (altura de descarga)

Hf = Pérdida de carga por fricción en la línea (m)

hm = Pérdidas menores por accesorio

hv = Pérdida por velocidad

CDT= Carga dinámica Total.

TIPO DE PERDIDA	D = 2"	D = 3"
V=	2.23	0.99
Hi=	25.29	25.29
Hf=	3.74	0.52
hm=	2.53	0.50
Hv=	0.25	0.05
CDT=	31.82	26.36

Cuadro 5-5, Perdida de cargas

Analizando resultados del cuadro 5.4.3.2 se aprecia que para el diámetro 2" se tiene una pérdida de carga por fricción 3.74 que resulta muy alto en comparación al diámetro de 3" que es de 0.52, por lo que se adopta un diámetro 3" de PVC.

POTENCIA DE LA BOMBA (POT) EN HP

$$POT = \frac{Q_b * CDT}{76 * E_f}$$

Eficiencia (Ef) =60 %

$$POT = \frac{4.51 * 23.86}{76 * 0.60}$$

$$POT = 2.35 \text{ hp}$$

Por lo que se adoptara una electrobomba sumergible comercial de 3 hp.

5.6. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

5.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

El agua que se ha podido localizar es de buena calidad que se usa actualmente para abastecer al barrio señor de huanca sin embargo se necesitan construir un nuevo pozo artesiano, para que su agua pueda ser bombeada y almacenada en un reservorio a fin de que esta estructura pueda distribuir a todo el barrio beneficiaria que suman alrededor de 625 hab.

La necesidad de contar con agua de buena calidad es de suma importancia porque su distribución permitirá potabilizar a todas las casas del barrio aprovechando la electrificación existente.

para lo cual se realizó el estudio demarcando la calidad de agua, la ubicación, el agua que ha podido localizarse tiene una profundidad de 4.21 m el espejo de agua, en el pozo cuyas dimensiones del pozo existente es de 4.50 m de profundidad y un diámetro de 1.50 m los muros construidos son de muros de piedra, el agua es de buena calidad, se mejorara realizando un nuevo pozo que sirva a su vez como cisterna. Ver fig.5-1.



Figura 5-1, Mediando la profundidad del pozo construido y el espejo de agua.

5.6.2. AFOROS.

El aforo se realizó con una motobomba como se pueda ver en fig. 4.4.2 se a succionando el agua del pozo, este a su vez tiene una recuperación en un tiempo de 2 hr. Con 07 minutos realizando los cálculos se tiene un caudal de 0.99 lts/seg.



Figura 5-2, Realizando el aforo correspondiente.

5.7. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.

La capacidad del Reservoirio proyectado es de 25 m³, además será de forma circular, de concreto armado y se ha proveerá de tuberías de aducción, ingreso, limpia y rebose: está ubicado en la cota 3852.14 msnm

5.7.1. CAPACIDAD DEL RESERVORIO.

El volumen debe fijarse de acuerdo a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación siempre que el rendimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

Para el caso del barrio Señor de Huanca se cuenta en fuente que funcionarían las 24 horas, por lo tanto:

$$V = 0.25 * Q_{md} * \frac{86400}{1000}$$

$$V = 0.25 * 1.13 * \frac{86400}{1000}$$

$$V = 24.38 \text{ m}^3$$

5.7.2. UBICACIÓN DEL RESERVORIO.

La ubicación del reservorio, será determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. Estas presiones en la red están limitadas por normas. Estos rangos que pueden garantizar para las condiciones más desfavorables una dinámica mínima y máxima. No superior a un determinado valor que varía que haría impráctica su utilización en las instalaciones domiciliarias. Razones económicas y prácticas se ha inducido a establecer rangos de presiones diferentes de acuerdo a las características y necesidades de las localidades

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma OS.030 en el punto 3.2 en el cual indica que la ubicación de los reservorios se debe ubicar en áreas libres.

El reservorio estará ubicado en la cota 3852.14 msnm. En la zona elevada del barrio Señor de Huanca.

5.8. LÍNEA DE IMPULSIÓN

La línea de impulsión será de tubería de PVC-U UF C-10, conectada en serie, tiene una longitud total de 41 m, conduce agua desde el pozo hasta el reservorio.

5.9. LÍNEA DE ADUCCIÓN.

La línea de aducción, conduce el agua desde el reservorio ubicado en la cota 3852.14msnm hasta la red matriz de distribución del barrio a una cota promedio de 3831 msnm consta de una longitud de 84.00m. el material a usarse será de PVC-U UF C-7.5.

5.10. RED DE DISTRIBUCIÓN.

Una vez hecho el estudio de campo y definidas tentativamente las estructuras que han de construir el sistema de abastecimiento de agua.

Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación de los factores, k_2 y k_3 , para las condiciones de consumo máximo horario y la estimación de la demanda de incendio.

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda (nuestro reglamento nacional de edificaciones, que indica que la presión no debe ser menor de 10 mca ni mayor a 50 mca)

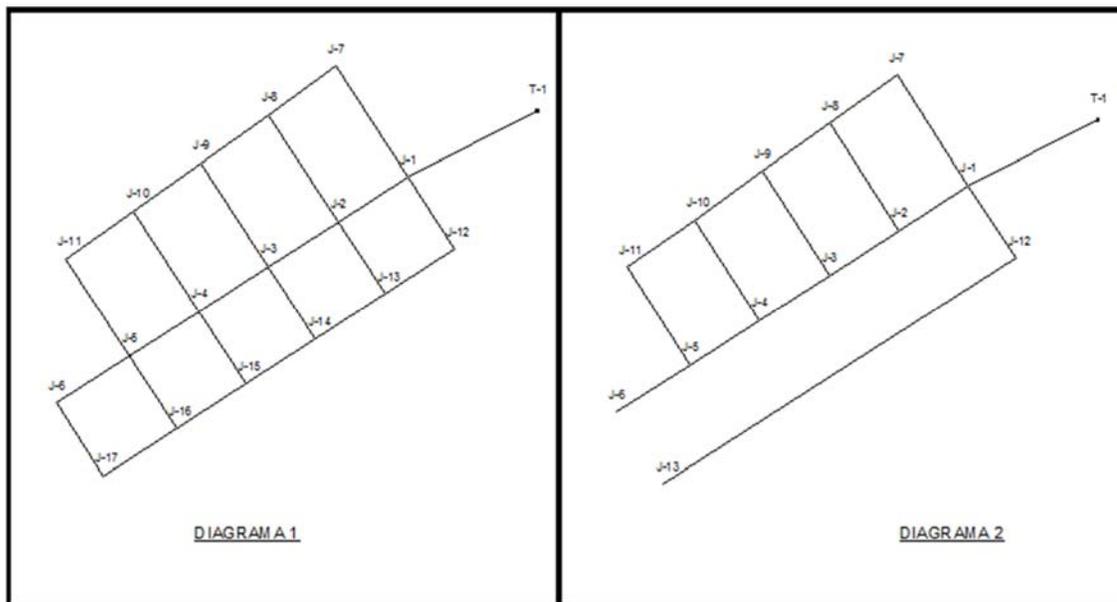
La red de distribución estará conformada por tuberías de diámetro 63mm, 75mm," con sus sistemas de válvulas para control y mantenimiento, la tubería a utilizarse será la de PVC, unión flexible clase C-7.5.

5.10.1. DISEÑO DE LA RED.

De acuerdo a la topografía, de la viabilidad y de acuerdo a la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del reservorio, puede determinarse el tipo de red de distribución.

Se ha diseñado 02 alternativas, la alternativa 01 está conformado de una red cerrada, por otro lado, la alternativa 02 en la combinación de la red cerrada y la red abierta. Ver fig. 5-3. Para este estudio se ha seleccionado la alternativa 02

En el programa Watercad se alimentará las demandas en cada nudo, las longitudes entre nudo a nudo, las cotas en cada nudo.



Figuras 5-3, Diseño de alternativas de la red.

5.10.1.1. Ubicación del punto de salida.

El punto de salida se ubicará, en la cota 3852.14msnm.

5.10.1.2. Análisis de demanda.

Se trata de determinar el gasto o consumo medio para toda la zona a proyectar y las áreas de influencia de cada nudo con su peso respectivo, a fin de definir una demanda unitaria.

Para el presente estudio se ha determinado la demanda por viviendas concentradas en cada nudo, ver plano de conexiones domiciliarias, cuadro 5-6 y 5-7

Nudos	A	B	C	D	Viviendas Concentradas
1					0
2	12/2	10/2	8/2		15
3	10/2	9/2	7/2		13
4	9/2	10/2	7/2		13
5	10/2	10/2	6/2		13
6	10/2				5
7	20/2	4/2			12
8	4/2	8/2	4/2		8
9	4/2	7/2	3/2		7
10	3/2	7/2	4/2		7
11	4/2	6/2			5
12	10/2	22/2			16
14	22/2				11
					125

Cuadro 5-6, Viviendas concentradas en cada nudo.

Nro. NODO	Viviendas Concentradas	Nro Habitantes	COTA m.s.n.m	DPD (lps)	DMD (lps) f=1.3	DMH (lps) f=1.8
J-1	0	0	3830.48	0.00	0.00	0.00
J-2	15	75	3830.91	0.10	0.14	0.19
J-3	13	65	3831.42	0.09	0.12	0.16
J-4	13	65	3832.18	0.09	0.12	0.16
J-5	13	65	3832.99	0.09	0.12	0.16
J-6	5	25	3833.54	0.03	0.05	0.06
J-7	12	60	3835.67	0.08	0.11	0.15
J-8	8	40	3834.22	0.06	0.07	0.10
J-9	7	35	3832.69	0.05	0.06	0.09
J-10	7	35	3832.64	0.05	0.06	0.09
J-11	5	25	3832.74	0.03	0.05	0.06
J-12	16	80	3830.04	0.11	0.14	0.20
J-13	11	55	3832.94	0.08	0.10	0.14
	125	625		0.87	1.13	1.56

Cuadro 5-7, Cuadro de cálculo de demandas en cada nudo.

CAPITULO VI

6. ANÁLISIS Y DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE DE ABASTECIMIENTO DE REDES DE AGUA

6.1. GENERALIDADES SOBRE MODELACIÓN HIDRÁULICA CON SOFTWARE WATERCAD.

Las partes de un modelo hidráulico y las etapas del modelamiento hidráulico se pueden explicar mediante los esquemas 6-1 y 6-2 respectivamente.

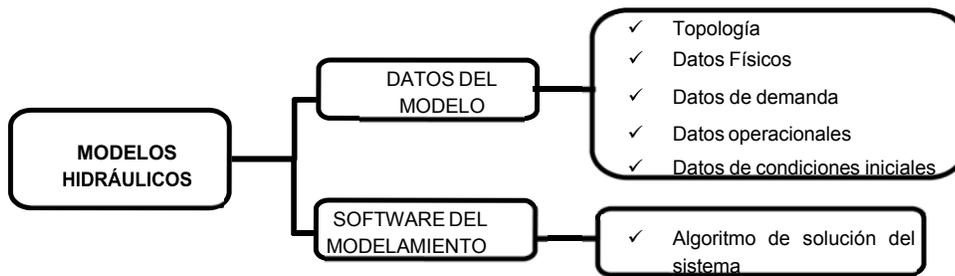


Figura 6-1, Esquema y partes de un modelo hidráulico

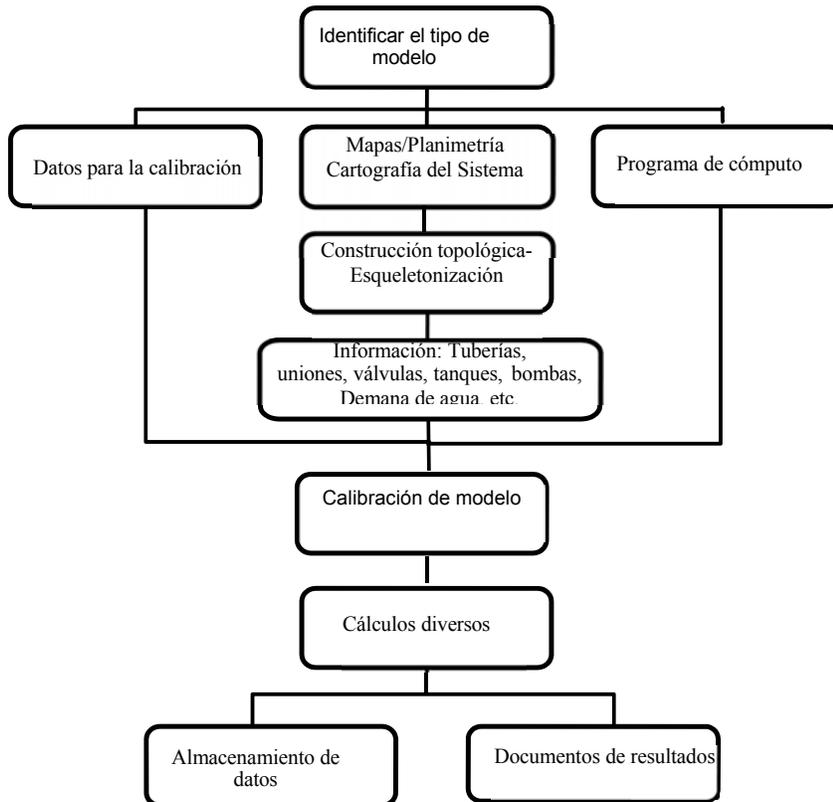


Figura 6-2, Esquema de etapas del modelamiento hidráulico.

No existe una única forma de crear un modelo de simulación hidráulica con WaterCAD, sin embargo, los siguientes pasos resumen de manera general las etapas en el modelamiento hidráulico

a) Construcción o dibujo

Si se está diseñando un sistema totalmente nuevo y se desea dibujar un modelo desde cero, puede hacerse con las herramientas de dibujo que WaterCAD proporciona, haciendo clic en cada uno de los botones para crear:

- ✓ Nodos → Uniones, tanques y reservorios. Coordenadas (x,y).
- ✓ Conexiones → Tuberías. Del nodo al nodo.
- ✓ Elementos híbridos → Bombas y válvulas.

Para facilitar el dibujo del modelo se puede agregar fondos a escala en formato DXF (propios de AutoCAD) y/o Shapefiles propios de GIS.

En la Fig. 6-3 y Fig.6-4 se muestra un esquema simple nodo-conexión-nodo y un modelo esqueletonizado en base a nodos y conexiones, respectivamente.

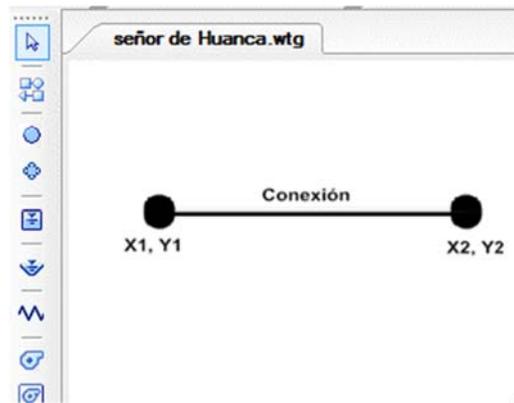


Figura 6-3, Esquema simple nodo-conexión-nodo.

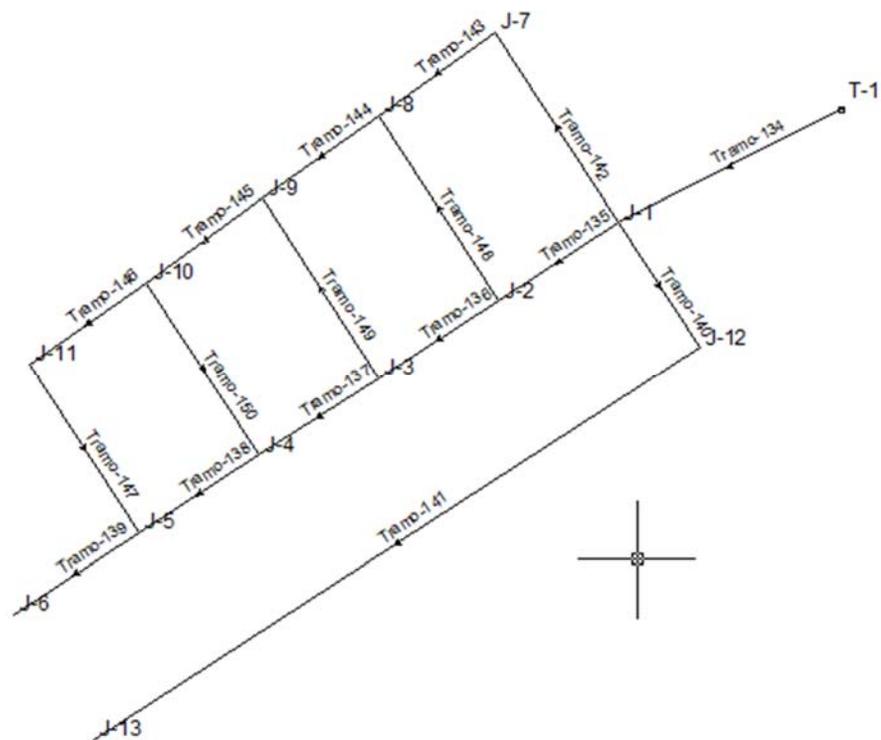


Figura 6-4, Modelo esqueletonizado en base a nodos y conexiones exportados desde el AutoCAD en extensión dxf.

b) Tipos de información de ingreso

Una vez dibujado el modelo, el siguiente paso es alimentar los elementos del mismo con la información requerida para las simulaciones. A continuación, se describen grupos de información que se debe suministrar al modelo estrictamente para el análisis hidráulico.

Hay que tener presente que de una adecuada estimación de información depende en gran parte la confiabilidad de los resultados.

- ✓ Información física: El usuario deberá suministrar elevaciones, rugosidades, diámetros, longitudes y materiales de tubería, coeficientes de pérdida menor, niveles de tanques y reservorios, coeficientes de emisor.

- ✓ Consumo de agua: El usuario debe hacer estimaciones del consumo de agua y las pérdidas del sistema de distribución de agua.
- ✓ Información operacional: Esta información es especialmente importante en simulaciones en período extendido. Se debe expresar la forma como opera el sistema de distribución, mediante controles simples y lógicos para bombas, válvulas y tuberías.
- ✓ Condiciones de frontera e iniciales: Las condiciones de frontera le permiten al modelo inicializar el cálculo hidráulico basándose en valores de gradiente hidráulico conocido, y las condiciones iniciales indican el estado de ciertos elementos en el momento de la simulación.

c) Creación de escenarios y alternativas

Los Escenarios y Alternativas permiten modelar un número infinito de soluciones de una manera rápida y organizada dentro de un solo modelo.

Ahora, un escenario es tan solo un repositorio de información, si está vacío no significa nada para el modelo. De esta forma, cada escenario lleva dentro un número determinado de carpetas que representan tipos de alternativas.

- ✓ Topología
- ✓ Física
- ✓ Demanda
- ✓ Condición inicial
- ✓ Operacional
- ✓ Edad
- ✓ Constituyente
- ✓ Costo capital
- ✓ Costo de energía
- ✓ Datos de usuario

Para cada tipo de alternativa, se tiene la libertad de seleccionar qué información utilizar. Estas diferentes opciones para alimentar cada carpeta (tipo de alternativa), son

en sí las alternativas del modelo. Se puede crear y almacenar infinitas versiones de estas alternativas, con las cuales es posible crear nuevos escenarios usando alternativas de escenarios ya creados, reutilizando algunas de ellas, o cambiando tan solo una para generar sutiles variaciones entre escenarios.

d) Ejecución de simulaciones / Tipos de análisis

Una vez creados los escenarios el siguiente paso es ejecutar simulaciones para obtener resultados. Aquí se deberá seleccionar que tipo de análisis ejecutar.

- ✓ Estado estático: Provee resultados para un momento específico.
- ✓ Simulación de período extendido: Ofrece resultados para diferentes pasos de tiempo, durante una duración de análisis especificada.

e) Aplicaciones del modelamiento de la red

Las aplicaciones generales de los modelamientos matemáticos:

- ✓ Permiten determinar las presiones en los nudos y los caudales reales que circulan por las tuberías, para unas condiciones de trabajo dadas.
- ✓ Ayudan a diagnosticar el estado de la red y detectar sus problemas.
- ✓ Apoyan en estimar la eficiencia hidráulica del sistema y evaluar las fugas.
- ✓ Permiten planificar las mejoras a efectuar en la red de una forma efectiva, aprovechando así mejor las inversiones.
- ✓ Permiten mejorar las condiciones de operación de la red para garantizar las presiones, ahorrar energía, etc.
- ✓ Permiten determinar y controlar la calidad del agua que le llega a los abonados, tras viajar por la red.

f) Presentación de resultados

Una propiedad importante en todos los programas para la modelación de sistemas de distribución de agua es la habilidad de presentar los resultados claramente, incluyendo:

- ✓ Reportes: los cuales muestran e imprimen información de cualquiera de los elementos del sistema.

- ✓ Reportes tabulares (FlexTables): para visualización, edición, y presentación de datos seleccionados y elementos en forma tabular.
- ✓ Perfiles: muestra gráficamente en una vista perfil, como un atributo seleccionado, como el gradiente hidráulico, varía a través de una serie de tuberías interconectadas.
- ✓ Anotaciones en elementos, para presentación dinámica de los valores de variables seleccionados por el usuario en una vista general.
- ✓ Codificación de colores, la cual asigna colores basados en rangos de valores para los elementos de visualización. Esta herramienta es muy útil para diagnósticos rápidos en la red.

6.2. DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

6.2.1. TRAZO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Para facilitar el trazo de la red de distribución se agregó un fondo a escala en formato DXF (propio de AutoCAD) de la red de distribución, para realizar el trazo con las herramientas de dibujo que WaterCAD proporciona para crear las uniones, tuberías, válvulas y reservorio que se puede ubicar sobre la base del plano agregado que sirve de guía.

Con el plano a escala agregado Ver Figura 6-5 no será necesario ingresar las longitudes de las tuberías, pues el trazo irá adoptando las mismas dimensiones del plano base para cada tramo de la red.

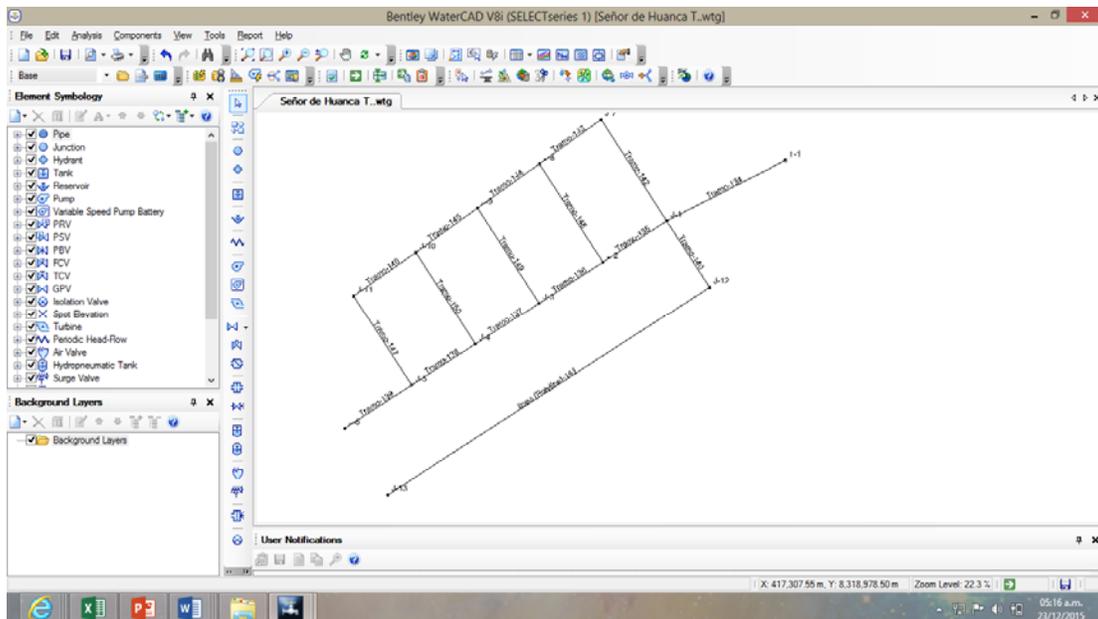


Figura 6-5, Plano exportado desde AutoCAD de la red de distribución.

6.2.2. INGRESO DE INFORMACIÓN

Los reportes tabulares (Flex Tables), no sólo son de buena presentación, son también muy útiles en la entrada y análisis de datos. Cuando los datos deben ser ingresados para un gran número de elementos, ingresar los datos en elementos uno por uno puede ser tedioso y consumir tiempo. Usando reportes tabulares, los elementos pueden ser cambiados usando la herramienta de edición global o filtrar para mostrar solo los elementos deseados.

Valores que sean ingresados en la tabla serán automáticamente actualizados en el modelo. Las tablas también pueden ser personalizadas para contener solamente los datos deseados.

a.- Datos de la Tubería. Se observa que inicialmente todas las tuberías tienen un diámetro de 150 mm, los cuales se modificarán en base al dimensionamiento óptimo a realizarse de acuerdo a las restricciones que se darán presión en cada nudo y velocidades en las tuberías, las longitudes de las tuberías en cada tramo se han importado desde el archivo de AutoCAD en extensión dxf, las tuberías las longitudes adoptan las dimensiones exactas. Ver cuadro 6-3

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (Señor de Huanc...

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	
44: Tramo-140	44	Tramo-140	50.05	J-1	J-12	150.0	PVC	150.0
52: Tramo-142	52	Tramo-142	76.40	J-1	J-7	150.0	PVC	150.0
26: Tramo-135	26	Tramo-135	48.00	J-1	J-2	150.0	PVC	150.0
29: Tramo-136	29	Tramo-136	48.00	J-2	J-3	150.0	PVC	150.0
51: Tramo-148	51	Tramo-148	73.94	J-2	J-8	150.0	PVC	150.0
50: Tramo-149	50	Tramo-149	71.82	J-3	J-9	150.0	PVC	150.0
34: Tramo-137	34	Tramo-137	48.00	J-3	J-4	150.0	PVC	150.0
31: Tramo-138	31	Tramo-138	48.00	J-4	J-5	150.0	PVC	150.0
46: Tramo-139	46	Tramo-139	50.40	J-5	J-6	150.0	PVC	150.0
35: Tramo-146	35	Tramo-146	48.03	J-10	J-11	150.0	PVC	150.0
49: Tramo-150	49	Tramo-150	69.40	J-10	J-4	150.0	PVC	150.0
48: Tramo-147	48	Tramo-147	67.65	J-11	J-5	150.0	PVC	150.0
38: Tramo-144	38	Tramo-144	48.05	J-8	J-9	150.0	PVC	150.0
41: Tramo-145	41	Tramo-145	48.06	J-9	J-10	150.0	PVC	150.0
42: Tramo-143	42	Tramo-143	48.06	J-7	J-8	150.0	PVC	150.0
55: Tramo-141	55	Tramo-141	242.40	J-12	J-13	150.0	PVC	150.0
53: Tramo-134	53	Tramo-134	84.08	T-1	J-1	150.0	PVC	150.0

17 of 17 elements displayed SORTED

Cuadro 6-3, Datos de las tuberías a presión.

b.- Datos de elevaciones.

Se verifica que las elevaciones de terreno de las uniones o nodos coincidan. Ver Cuadro. 6-4, como el ingreso de la cota del reservorio ver Cuadro. 6-5

FlexTable: Junction Table (Señor de Huanca T..wtg)

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)
27: J-1	27	J-1	3,830.48	Señor de Huanca	<Collected...
28: J-2	28	J-2	3,830.91	Señor de Huanca	<Collected...
30: J-3	30	J-3	3,831.42	Señor de Huanca	<Collected...
32: J-4	32	J-4	3,832.18	Señor de Huanca	<Collected...
33: J-5	33	J-5	3,832.99	Señor de Huanca	<Collected...
47: J-6	47	J-6	3,833.54	Señor de Huanca	<Collected...
43: J-7	43	J-7	3,835.67	Señor de Huanca	<Collected...
39: J-8	39	J-8	3,834.22	Señor de Huanca	<Collected...
40: J-9	40	J-9	3,832.69	Señor de Huanca	<Collected...
36: J-10	36	J-10	3,832.64	Señor de Huanca	<Collected...
37: J-11	37	J-11	3,832.74	Señor de Huanca	<Collected...
45: J-12	45	J-12	3,830.04	Señor de Huanca	<Collected...
56: J-13	56	J-13	3,832.94	Señor de Huanca	<Collected...

13 of 13 elements displayed SORTED

Cuadro 6-4, Ingreso dato de cotas en los nudos.

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)
58: T-1	58 T-1	Señor de Huanca	3,852.14	3,852.64	3,853.64	3,854.64	0.00	4.00

Cuadro 6-5, Ingreso de dato de cotas en reservorio.

c.- Datos de Demanda en las uniones.

Para el dimensionamiento óptimo de una red de distribución de agua, se realiza para la demanda máxima horaria señalada en el ítem. 5-5. ver Cuadro 6.6.

ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	27 J-1	0.00	Fixed	Señor de Huanca
2	28 J-2	0.19	Fixed	Señor de Huanca
3	30 J-3	0.16	Fixed	Señor de Huanca
4	32 J-4	0.16	Fixed	Señor de Huanca
5	33 J-5	0.16	Fixed	Señor de Huanca
6	47 J-6	0.06	Fixed	Señor de Huanca
7	43 J-7	0.15	Fixed	Señor de Huanca
8	39 J-8	0.10	Fixed	Señor de Huanca
9	40 J-9	0.09	Fixed	Señor de Huanca
10	36 J-10	0.09	Fixed	Señor de Huanca
11	37 J-11	0.06	Fixed	Señor de Huanca
12	45 J-12	0.20	Fixed	Señor de Huanca
13	56 J-13	0.14	Fixed	Señor de Huanca

Cuadro 6.6, Ingreso de demanda por viviendas concentradas.

6.3. CONFIGURACIÓN DEL MODELO PARA DIMENSIONAMIENTO OPTIMO.

El dimensionamiento optimo, en forma automática o manual con el Watercad se realiza aplicando el módulo de Darwin Designer, waterCAD te calcula el diámetro usando algoritmos genéticos, solo tienes que ingresar las restricciones de diseño: presión mínima – máxima ver Cuadro 6-7, velocidad mínima y máxima ver Cuadro. 6-8, y además costos unitarios por diámetro ver Cuadro 6-9, Como puede apreciarse en el cuadro, es necesario introducir el costo de las tuberías, los valores comerciales de diámetro, su costo por metro lineal y el coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams o

de Darcy-Weisbach según la ecuación de estimación de pérdidas que se pretenda utilizar.

el programa te dará como respuesta los diámetros de las tuberías cumpliendo las restricciones planteadas y sobretodo la más económica. Otra cosa puedes modelar con diámetros nominales, externos o internos la cosa es mantener la consistencia en la información.

Darwin Designer (Señor de Huanca T..wtg)

Representative Scenario: Base

Demand Alternative	Demand Multiplier	Minimum Pressure (Default) (m H2O)	Maximum Pressure (Default) (m H2O)	Consider Pressure Benefit? (Default)	Minimum Velocity (Default) (m/s)	Maximum Velocity (Default) (m/s)
1 Base Demand	1.000	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00

Design Event	Node	Override Defaults?	Minimum Pressure (m H2O)	Maximum Pressure (m H2O)	Consider Pressure Benefit?
1 Evento de Diseño	J-13	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
2 Evento de Diseño	J-6	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
3 Evento de Diseño	J-12	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
4 Evento de Diseño	J-7	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
5 Evento de Diseño	J-9	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
6 Evento de Diseño	J-8	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
7 Evento de Diseño	J-11	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
8 Evento de Diseño	J-10	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
9 Evento de Diseño	J-5	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
10 Evento de Diseño	J-4	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
11 Evento de Diseño	J-3	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
12 Evento de Diseño	J-2	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>
13 Evento de Diseño	J-1	<input type="checkbox"/>	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>

Cuadro. 6-7, Restricción presión mínima de 10 m H2O y la máxima de 50 m H2O cuyas cotas piezometricas son incógnitas.

Darwin Designer (Señor de Huanca I..wtg)

Representative Scenario: Base

Demand Alternative	Demand Multiplier	Minimum Pressure (Default) (m H2O)	Maximum Pressure (Default) (m H2O)	Consider Pressure Benefit? (Default)	Minimum Velocity (Default) (m/s)	Maximum Velocity (Default) (m/s)
1 Base Demand	1.000	10.0	50.0	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00

Design Event	Pipe	Override Defaults?	Minimum Velocity (m/s)	Maximum Velocity (m/s)
1 Evento de Diseño	Tramo-139	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
2 Evento de Diseño	Tramo-136	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
3 Evento de Diseño	Tramo-138	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
4 Evento de Diseño	Tramo-137	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
5 Evento de Diseño	Tramo-146	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
6 Evento de Diseño	Tramo-144	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
7 Evento de Diseño	Tramo-145	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
8 Evento de Diseño	Tramo-135	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
9 Evento de Diseño	Tramo-140	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
10 Evento de Diseño	Tramo-141	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
11 Evento de Diseño	Tramo-147	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
12 Evento de Diseño	Tramo-150	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
13 Evento de Diseño	Tramo-149	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
14 Evento de Diseño	Tramo-148	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
15 Evento de Diseño	Tramo-142	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
16 Evento de Diseño	Tramo-134	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00
17 Evento de Diseño	Tramo-143	<input type="checkbox"/>	0.00	3.00

Cuadro 6-8, Restricción de velocidad máxima de 3.00 m/s.

Darwin Designer (Señor de Huanca T..wtg)

Material	Diameter (mm)	Hazen Williams C Factor	Unit Cost (\$/m)
PVC	63.0	150.0	9.00
PVC	75.0	150.0	13.00
PVC	90.0	150.0	18.00
PVC	110.0	150.0	29.00
PVC	150.0	150.0	52.00
*			

Cuadro 6-9, Costo de tubería de acuerdo al diámetro.

6.4. SIMULACIÓN DEL DISEÑO OPTIMO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO MEDIANTE WATERCAD

La simulación del Diseño óptimo de las redes de distribución del sistema, en el módulo de Darwin Designer, waterCAD solicitamos una nueva ejecución diseño optimizado ver Cuadro 6-10, en Design groups, grupos de diseño seleccionaremos que se agregue el grupo de costo de tubería en cada tramo, ver Cuadro 6-11, teniendo seleccionado nos vamos al comando Calibración Optimizada, se observa que durante la ejecución del dimensionamiento, el programa realizara una serie de iteraciones para realizar el ajuste ver Cuadro 6-12, en donde se puede visualizar tres soluciones más optimas, con sus respectivos costos, ver Cuadro 6-13, en donde en cada alternativa de solución se aprecia las presiones en cada nudo, el diámetro de tubería en cada tramo, las velocidades en las tuberías, las presiones en los nudos, ver Cuadro 6-14, para nuestro diseño seleccionamos la Solución 2 para exportar los resultados a un nuevo escenario. para ello seleccionamos Solución 2 y en la pestaña de Exportar to escenario verificando la expresión ver Cuadro 6.-15,

Darwin Designer (Señor de Huanca T..wtg)

Design Event	Is Active?
1 91: Evento de Diseño	<input checked="" type="checkbox"/>

Cuadro. 6-10, Diseño optimizado.

	Design Pipe Group	Is Active?	Cost/properties
1	Design Group - Tramo-135	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
2	Design Group - Tramo-136	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
3	Design Group - Tramo-138	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
4	Design Group - Tramo-137	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
5	Design Group - Tramo-146	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
6	Design Group - Tramo-144	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
7	Design Group - Tramo-145	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
8	Design Group - Tramo-143	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
9	Design Group - Tramo-140	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
10	Design Group - Tramo-139	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
11	Design Group - Tramo-147	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
12	Design Group - Tramo-150	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
13	Design Group - Tramo-149	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
14	Design Group - Tramo-148	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
15	Design Group - Tramo-142	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
16	Design Group - Tramo-134	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia
17	Design Group - Tramo-141	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo de Tuberia

Cuadro. 6-11, Grupo de costo de tubería para cada tramo de la red Proyectada.

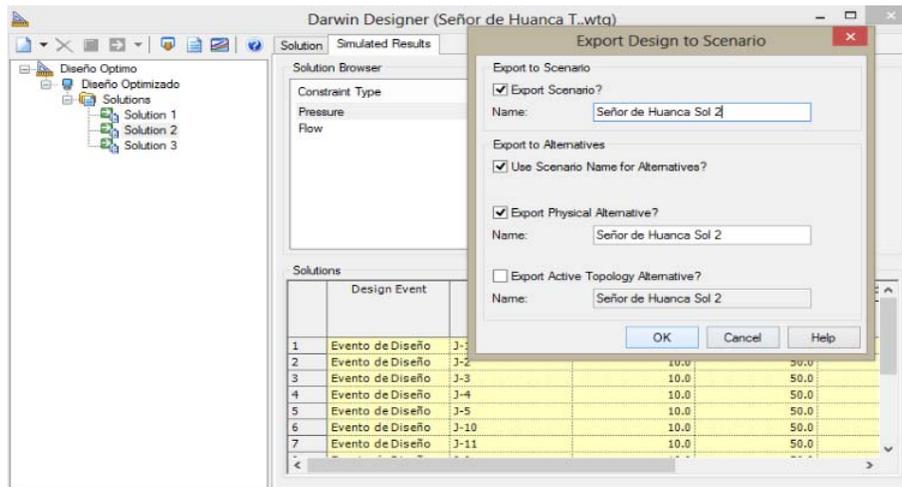
Cuadro 6-12, Realizando iteraciones para las soluciones más óptimas.

	Solution	Fitness	Total Cost (\$/-)	Total Benefit
1	Solution 1	10,533.095	10,533.1	0,000
2	Solution 2	10,725.095	10,725.1	0,000
3	Solution 3	10,725.223	10,725.2	3,000

Cuadro 6-13, Luego de las iteraciones se observa 3 soluciones óptimas de la red proyectada.

	Design Event	Element	Required Minimum Pressure (m H2O)	Required Maximum Pressure (m H2O)	Simulated Pressure (m H2O)	Violation (m H2O)
1	Evento de Diseño	J-1	10.0	50.0	22.7	0.0
2	Evento de Diseño	J-2	10.0	50.0	22.3	0.0
3	Evento de Diseño	J-3	10.0	50.0	21.8	0.0
4	Evento de Diseño	J-4	10.0	50.0	21.0	0.0
5	Evento de Diseño	J-5	10.0	50.0	20.2	0.0
6	Evento de Diseño	J-10	10.0	50.0	20.5	0.0
7	Evento de Diseño	J-11	10.0	50.0	20.4	0.0
8	Evento de Diseño	J-8	10.0	50.0	19.0	0.0
9	Evento de Diseño	J-9	10.0	50.0	20.5	0.0
10	Evento de Diseño	J-7	10.0	50.0	17.5	0.0
11	Evento de Diseño	J-12	10.0	50.0	23.2	0.0
12	Evento de Diseño	J-6	10.0	50.0	19.6	0.0
13	Evento de Diseño	J-13	10.0	50.0	20.3	0.0

Cuadro 6-14, Luego de las iteraciones se observa 3 soluciones óptimas de la red Proyectada, para nuestro caso elegimos la solución 2



Cuadro 6-15, Exportando la solución más óptima.

6.5. VERIFICANDO EL RESULTADO DEL DIMENSIONAMIENTO OPTIMO AUTOMÁTICO.

En el caso de las uniones nudos se observa las presiones resultantes cumplen con las restricciones hidráulicas de presión mínima y máximas de acuerdo RNE ver Cuadro 6-16, en el caso de la red de tuberías se observa que las velocidades resultantes con las restricciones hidráulicas, mínimas y máximas cumplen con RNE, también se

observa que el diámetro de las tuberías del sistema de redes del diseño es de 63 mm el RNE el diámetro mínimo en la red principal debe ser de 75mm, en la línea de aducción se realiza el cambio de diámetro de tubería a 75mm en el tramo – 134, ver Cuadro 6-17, y plano de diagrama de presiones, apreciando las velocidades en cada tramo.

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
27: J-1	27 J-1	3,830.48	Señor de Huanca	0.00	3,853.48	23.0
28: J-2	28 J-2	3,830.91	Señor de Huanca	0.19	3,853.45	22.5
30: J-3	30 J-3	3,831.42	Señor de Huanca	0.16	3,853.43	22.0
32: J-4	32 J-4	3,832.18	Señor de Huanca	0.16	3,853.42	21.2
33: J-5	33 J-5	3,832.99	Señor de Huanca	0.16	3,853.42	20.4
36: J-10	36 J-10	3,832.64	Señor de Huanca	0.09	3,853.42	20.7
37: J-11	37 J-11	3,832.74	Señor de Huanca	0.06	3,853.42	20.6
39: J-8	39 J-8	3,834.22	Señor de Huanca	0.10	3,853.45	19.2
40: J-9	40 J-9	3,832.69	Señor de Huanca	0.09	3,853.43	20.7
43: J-7	43 J-7	3,835.67	Señor de Huanca	0.15	3,853.45	17.7
45: J-12	45 J-12	3,830.04	Señor de Huanca	0.20	3,853.47	23.4
47: J-6	47 J-6	3,833.54	Señor de Huanca	0.06	3,853.42	19.8
56: J-13	56 J-13	3,832.94	Señor de Huanca	0.14	3,853.45	20.5

13 of 13 elements displayed

Cuadro 6-16, Verificando presiones en los nudos y gradiente hidráulico.

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
53: Tramo-134	53 Tramo-134	84.08	T-1	J-1	75.0	PVC	150.0	1.56	0.35
26: Tramo-135	26 Tramo-135	48.00	J-1	J-2	75.0	PVC	150.0	0.84	0.19
29: Tramo-136	29 Tramo-136	48.00	J-2	J-3	75.0	PVC	150.0	0.51	0.11
34: Tramo-137	34 Tramo-137	48.00	J-3	J-4	63.0	PVC	150.0	0.28	0.09
31: Tramo-138	31 Tramo-138	48.00	J-4	J-5	63.0	PVC	150.0	0.15	0.05
46: Tramo-139	46 Tramo-139	50.40	J-5	J-6	63.0	PVC	150.0	0.06	0.02
44: Tramo-140	44 Tramo-140	50.05	J-1	J-12	63.0	PVC	150.0	0.34	0.11
55: Tramo-141	55 Tramo-141	242.40	J-12	J-13	63.0	PVC	150.0	0.14	0.04
52: Tramo-142	52 Tramo-142	76.40	J-1	J-7	63.0	PVC	150.0	0.38	0.12
42: Tramo-143	42 Tramo-143	48.06	J-7	J-8	63.0	PVC	150.0	0.23	0.07
38: Tramo-144	38 Tramo-144	48.05	J-8	J-9	63.0	PVC	150.0	0.27	0.09
41: Tramo-145	41 Tramo-145	48.06	J-9	J-10	63.0	PVC	150.0	0.25	0.08
35: Tramo-146	35 Tramo-146	48.03	J-10	J-11	63.0	PVC	150.0	0.13	0.04
48: Tramo-147	48 Tramo-147	67.65	J-11	J-5	63.0	PVC	150.0	0.07	0.02
51: Tramo-148	51 Tramo-148	73.94	J-2	J-8	63.0	PVC	150.0	0.15	0.05
50: Tramo-149	50 Tramo-149	71.82	J-3	J-9	63.0	PVC	150.0	0.07	0.02
49: Tramo-150	49 Tramo-150	69.40	J-10	J-4	63.0	PVC	150.0	0.03	0.01

17 of 17 elements displayed SORTED

Cuadro 6.17, Verificando Velocidades en cada tramo.

CAPITULO VI

7. PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE REDES

7.1. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE REDES

El análisis y diseño de diagramas de presiones de un barrio tiene gran importancia a la hora de plantear un proyecto, sin embargo, tiene igual importancia el factor económico, ya que de este depende en gran medida la viabilidad del proyecto, por lo que es necesario definir los costos de tal manera que la solución estructural escogida sea la más eficiente.

Dentro del análisis económico para el diseño de redes de agua existen dos grandes aspectos a tomarse en cuenta: Costos de construcción Tiempos Operacionales; para el presupuesto estructural se tomó los lineamientos de CAPECO y la Norma Técnica de Metrados.

7.1.1. METRADO DEL SANEAMIENTO.

Hoja de metrados de la red

HOJA DE METRADO DE SANEAMIENTO

PROYECTO:” DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SEÑOR DE HUANCA, DISTRITO DE HUANCANÉ - PUNO”

UBICACIÓN: DIST. Huancané, PROV. Huancané, ETAPA Procesamiento

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE		
01.01	CASETA DE BOMBEO		
01.01.01	Acondicionamiento de Caseta de Bombeo	glb	1.00
01.01.02	Suministro e Instalación de Electrobomba	Und	1.00
01.01.03	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF NTP ISO 4422 PN 15 DN 90MM para ag	m	44.00
01.02	A CONDICIONAMIENTO DE RESERVORIO		
01.02.01	Acondicionamiento de Reserorio	glb	1.00
01.03	DISEÑO DE SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE		
01.03.01	RED DE ADUCCION		
01.03.01.01	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 75 MM para ag	m	84.08
01.03.01.02	Exacavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Norm	m	84.08
01.03.01.03	Refine y nivelación de zanja TN P/tub Agua hasta 6"	m	84.08
01.03.01.04	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	84.08
01.03.01.05	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	84.08
01.03.01.06	Válvula de compuerta de bronce de 75mm	Und	1.00
01.03.01.07	Prueba Hidráulica Tubería PVC SAP	m	84.08
01.03.02	RED DE DISTRIBUCION		
01.03.02.01	Trazo y Replanteo con Equipo - Obras Longitudinales	m	1,086.26
01.03.02.02	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 75 MM para ag	m	96.00
01.03.02.03	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 63 MM para ag	m	990.26
01.03.02.04	Exacavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Norm	m	1,086.26
01.03.02.05	Refine y nivelación de zanja TN P/tub Agua hasta 6"	m	1,086.26
01.03.02.06	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	1,086.26
01.03.02.07	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	1,086.26
01.03.02.08	Prueba Hidráulica Tubería PVC SAP	m	1,086.26
01.03.02.09	Válvula de compuerta de bronce de 63 mm	Und	9.00
01.03.02.10	Suministro e Instalación de Caja de Concreto Para Válvulas de Control	Und	9.00
01.03.02.11	Accesorios Red de Distribución	glb	1.00
01.04	CONEXIONES DOMICILIARIAS		
01.04.01	Exacavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Norma	m	623.00
01.04.02	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	623.00
01.04.03	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	623.00
01.04.04	Red de Agua PVC SAP 1/2"	m	623.00
01.04.05	Válvula de compuerta de bronce de 1/2"	Und	125.00
01.04.06	Suministro e Instalación Caja, Marco y Tapa C° Conexión Domiciliaria	Und	125.00

Tabla 7-1, Resumen de hoja de metrados.

7.1.2. PRESUPUESTO

El presupuesto es un monto aproximado al valor real que necesitará la obra para su construcción, siendo así es de vital importancia que el cálculo del presupuesto se acerque lo más posible al costo real de la obra logrando una mejor inversión del dinero.

Presupuesto	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SEÑOR DE HUANCA, DISTRITO DE HUANCANE- PUNO				
Subpresupuesto	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE				
Cliente	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS				
Lugar	PUNO - HUANCANE - HUANCANE				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE				100,346.69
01.01	CASETA DE BOMBEO				18,038.66
01.01.01	Acondicionamiento de Caseta de Bombeo	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.01.02	Suministro e Instalación de Electrobomba	Und	1.00	12,106.30	12,106.30
01.01.03	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF NTP ISO 4422 PN 15 DN 90MM para ag	m	44.00	21.19	932.36
01.02	ACONDICIONAMIENTO DE RESERVORIO				15,000.00
01.02.01	Acondicionamiento de Reservoirio	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
01.03	DISEÑO DE SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE				33,501.30
01.03.01	RED DE ADUCCION				2,562.80
01.03.01.01	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 75 MM para ag	m	84.08	15.69	1,319.22
01.03.01.02	Excavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Nor	m	84.08	5.25	441.42
01.03.01.03	Refine y nivelación de zanja TN P'tub Agua hasta 6"	m	84.08	0.79	66.42
01.03.01.04	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	84.08	1.60	134.53
01.03.01.05	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	84.08	3.95	332.12
01.03.01.06	Válvula de compuerta de bronce de 75mm	Und	1.00	193.42	193.42
01.03.01.07	Prueba Hidráulica Tubería PVC SAP	m	84.08	0.90	75.67
01.03.02	RED DE DISTRIBUCION				30,938.50
01.03.02.01	Trazo y Replanteo con Equipo - Obras Longitudinales	m	1,086.26	0.49	532.27
01.03.02.02	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 75 MM para ag	m	96.00	15.69	1,506.24
01.03.02.03	Suministro e instalación de tubería de PVC-U UF ISO 4422 PN 7.5 DN 63 MM para ag	m	990.26	11.57	11,457.31
01.03.02.04	Excavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Nor	m	1,086.26	5.25	5,702.87
01.03.02.05	Refine y nivelación de zanja TN P'tub Agua hasta 6"	m	1,086.26	0.79	858.15
01.03.02.06	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	1,086.26	1.60	1,738.02
01.03.02.07	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	1,086.26	3.95	4,290.73
01.03.02.08	Prueba Hidráulica Tubería PVC SAP	m	1,086.26	0.90	977.63
01.03.02.09	Válvula de compuerta de bronce de 63 mm	Und	9.00	193.42	1,740.78
01.03.02.10	Suministro e Instalación de Caja de Concreto Para Válvulas de Control	Und	9.00	70.50	634.50
01.03.02.11	Accesorios Red de Distribución	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.04	CONEXIONES DOMICILIARIAS				33,806.73
01.04.01	Excavación de Zanja Para Tuberías Aprom=0.60m, Hmáx<=1.00m. en Terreno Norma	m	623.00	5.25	3,270.75
01.04.02	Cama de Apoyo e=0.15m. Para Tubo Agua con Material de Préstamo	m	623.00	1.60	996.80
01.04.03	Relleno Compactado de Zanjas, Capas e=0.15 m. c/mat. propio.	m	623.00	3.95	2,460.85
01.04.04	Red de Agua PVC SAP 1/2"	m	623.00	2.71	1,688.33
01.04.05	Válvula de compuerta de bronce de 1/2"	Und	125.00	142.56	17,820.00
01.04.06	Suministro e Instalación Caja, Marco y Tapa C° Conexión Domiciliaria	Und	125.00	60.56	7,570.00

Tabla 7-2, Resumen de Presupuesto.

7.1.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El diseño está compuesto por varios elementos y para determinar el costo total de la estructura se necesita determinar el costo de cada una de estas partes que lo integran.

El costo de cada elemento se denomina partida en los cuales intervienen los gastos indirectos, mano de obra, materiales y equipo; para algunos materiales como son la tubería PVC. Para el análisis de precios unitarios se utilizó la herramienta S10 Costos y Presupuestos.

CONCLUSIONES.

- ✓ El diseño propuesto se ha realizado de tal manera que sea eficiente, económico y funcional para la población del barrio Señor de Huanca, sea abastecida de manera equitativa
- ✓ La topografía de la zona de estudio es llana.
- ✓ Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logrará elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los habitantes, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para el barrio Señor de Huanca de un paso importante en su proceso de desarrollo.
- ✓ Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa WATERCAD y de amplio uso en nuestro país.
- ✓ El reservorio será apoyado con el fin de poder regular las variaciones de consumo, y se estableció una cota mínima de agua para la cual las presiones en las redes sean las establecidas por el RNE.
- ✓ Se realizó el estudio del proyecto de Diseño del sistema de Agua potable en el barrio Señor de Huanca, Huancané - Puno.
- ✓ Los diámetros a usar en las red principal o matrices del agua potable son de 75mm, y además en las redes secundarias los diámetros a usar son de 63mm.
- ✓ Se debe realizar la evaluación del impacto ambiental del proyecto en estudio y se ha dado las medidas de mitigación, que generalizara prever y tener en cuenta las especificaciones técnicas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Los sistemas de abastecimiento de agua potable, aunque sean diseñados para un período de 15 a 20 años es necesario revisar la demanda cada cierto período de tiempo para comparar si está de acuerdo a lo proyectado.
- ✓ Se deberá capacitar a una persona para que funcione como operador de válvulas, esto permitirá que el sistema este regulado y opere eficientemente.
- ✓ Utilizar los programas de cómputo existentes en el mercado, que permiten un cálculo riguroso y exacto del diseño de los elementos que componen un sistema de agua potable y en un tiempo menor, convirtiéndose así, en una poderosa arma de trabajo, unido al criterio y la experiencia de los ingenieros.
- ✓ El trabajo de labor de mantenimiento se deberá hacerse con personal calificado, con correcto conocimiento de los materiales y funciones de los elementos.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ NORMA TÉCNICA OS-050 Redes de distribución de agua para consumo humano, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- ✓ NORMA TÉCNICA OS-040 estaciones de bombeo de agua para consumo humano, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- ✓ NORMA TÉCNICA OS-030 Almacenamiento de agua para consumo humano, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- ✓ NORMA TÉCNICA OS-010 captación y conducción de agua para consumo Humano, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- ✓ Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS Nro 031-2010-SA Dirección General de Salud Ambiental Lima – Perú.
- ✓ CAPECO 2007. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima - Perú.
- ✓ SUNASS Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento Vol. II. Normas Técnicas.
- ✓ VIERRENDEL Abastecimiento de agua y alcantarillado, Edición Julio del 2005.
- ✓ Acevedo, N. 1980. Manual de Hidráulica
- ✓ APAZA HERRERA PABLO, Redes de Abastecimiento de Agua Lima Perú. W.H. Editores 1990.
- ✓ WaterCAD v6.5 Guía Rápida del Usuario Bentley Systems, Incorporated, WaterGEMS, Darwin, 2005.
- ✓ Alarcón Campos, Fernando Agustín. Sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Vice. Tesis. Piura: Universidad de Piura, 1996.
- ✓ Meléndez Talledo, Gorki Iván. Estudio del sistema de abastecimiento de agua en dos zonas rurales de la costa norte del Perú. Tesis. : Universidad de Piura, 2000.
- ✓ Moira Milagros Lossio Aricoché. Tesis: Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones, Piura, Abril de 2012.
- ✓ Olivari Feijoo, Oscar Piero; Castro Saravia, Raúl. Tesis: Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Medano-Lambayeque Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú 2008.
- ✓ Organización Panamericana de la Salud: Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua lima, 2005.
- ✓ Publicación mensual del grupo S10 COSTOS construcción, Arquitectura e Ingeniería, Edición 094 – mayo 2002, www.costosperu.com

ANEXOS

✓ ENCUESTAS.

✓ PLANOS.

Localización y Ubicación.

Topográfico.

Conexiones Domiciliarias.

Demandas.

Diagrama de Presiones.

ENCUESTA SEÑOR DE HUANCA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): _____

Fecha de Entrevista: ____/____/____

Hora _____

Departamento: _____ Provincia: _____ Distrito: _____

Dirección: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
- 2.- Tiempo que viven en la casa año(s) meses
- 3.- Tenencia de la vivienda Propia () Alquilada () Alquiler Venta ()
- 4.- Material predominante en la casa
Adobe () Madera () Material noble () Otro
- 5.- Posee energía eléctrica si () No ()
- 6.- Red de agua si () No ()
- 7.- Red de desagüe si () No ()
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No ()
- 9.- Teléfono si () No ()

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

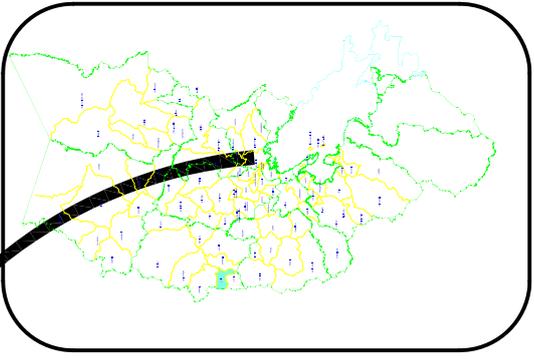
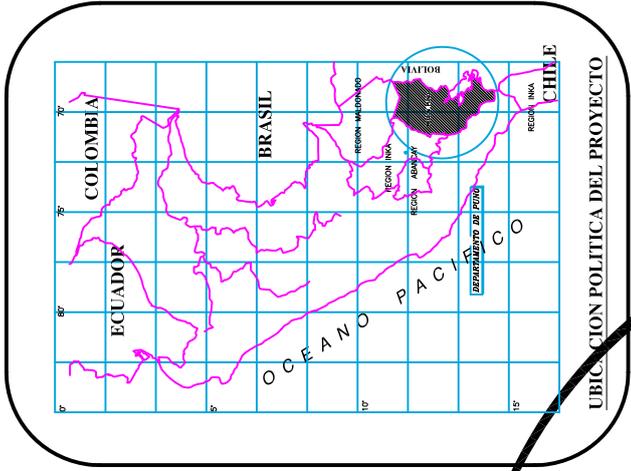
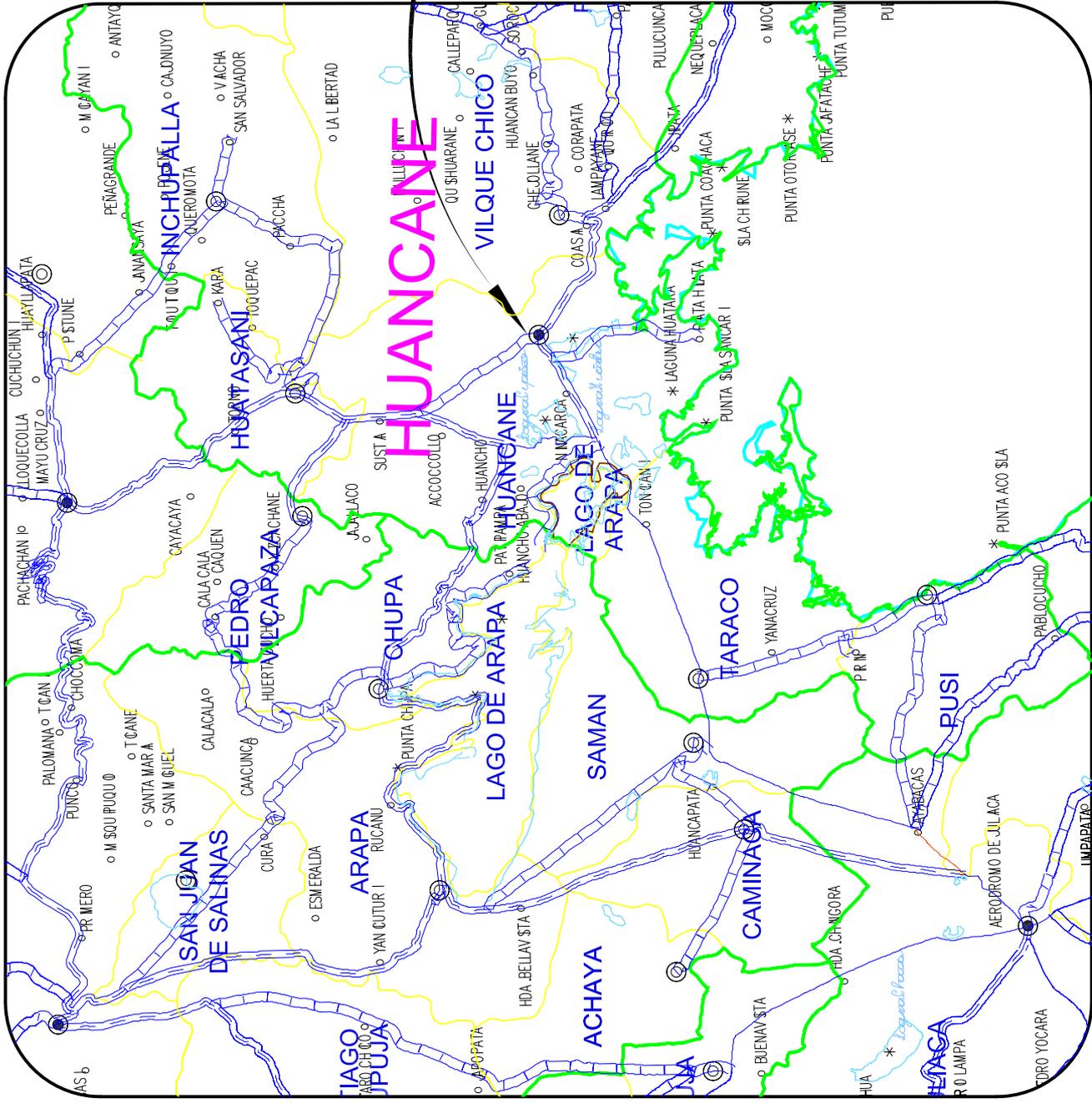
- 11.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
- 12.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

13. ¿Está de acuerdo en la construcción de un sistema de agua potable para el barrio Señor de Huanca?
Si () No ()
14. ¿Está de acuerdo en pagar mensualmente por el nuevo servicio de agua? : Si () No ()
27. La calidad del agua en el pozo es: buena() mala() regular()
15. ¿El agua del pozo antes de ser consumida le da algún tratamiento?:
Ninguno() Hierve() Lejía() Otro_____
16. El agua que vendrá de la red pública la usará para:
1. Beber () 2. Preparar alimentos () 3. Lavar ropa () 4. Higiene personal ()
5. Limpieza de la vivienda () 6. Regar la chacra () 7. Otros ()
17. ¿En qué ocasiones se abastece de esta fuente de agua del pozo del barrio?:
a. permanentemente () b. algunos días () c. algunos meses () especificar _____
18. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:
Ninguno () hierve () lejía () otro_____

E. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.

19. Considera usted que el agua potable es un bien que:
Debe pagarse () ¿Por qué? _____
No debe pagarse () ¿Por qué? _____



UBICACION POLITICA DEL PROYECTO

DFTO:	PUNO
PROVIN:	HUANCANE
DISTRITO:	HUANCANE
BARRIO:	SEÑOR DE HUANCA
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2016

LA MININA:
U-1/1

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SEÑOR DE HUANCA, DISTRITO DE HUANCANE, PROVINCIA DE HUANCANE, REGION PUNO

PLANO Localización y Ubicación

LEYENDA

- REDES PROYECTADAS
- VALVULA DE CONTROL
- TEE PVC SAP
- CRUZ PVC SAP
- CODO PVC SAP 90°
- TAPON PVC SAP
- VALVULA DE PURGA Ø 1"



PROYECTO	DESIGNO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SEÑOR DE HUANCA, DISTRITO DE HUANCANE - PUNO
FECHA	ENERO 2018
PLANO	Conexiones Domiciliares
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	LABORANTE
P-2/4	W.C.M.

