



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE  
MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ANCASH,  
PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE  
LA POBLACIÓN - 2021.

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

**AUTOR:**

UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO  
ORCID: 0000-0003-4017-0189

**ASESOR:**

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL  
ORCID:0000-0002-1666-830X

**CHIMBOTE- PERÚ**

**2021**

## **1. Título de Tesis**

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTOR**

Uchalin Alcalde, Lionar Florentino

ORCID: 0000-0003-4017-0189

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado, Chimbote,  
Perú.

### **ASESOR**

Ms. León de los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería, Escuela  
Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú.

### **JURADO**

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna Del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

#### **Presidenta**

Dr. Cerna Chávez, Rigoberto

ORCID: 0000-0003-4245-5938

#### **Miembro**

Mgtr. Quevedo Haro, Elena Charo

ORCID: 0000-0003-4367-1480

#### **Miembro**

### **3. Firma del Jurado y asesor**

Mgtr. Johanna Del Carmen Sotelo Urbano

**Presidente**

Dr. Rigoberto Cerna Chávez

**Miembro**

Quevedo Haro Elena Charo

**Miembro**

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

**Asesor**

#### **4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria**

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

Así mismo agradezco a mi familia que me ha acompañado en todo momento, en mi formación como persona, como profesional, brindándome su apoyo, sus consejos y que ha sabido guiarme para culminar mi carrera con esfuerzo y trabajo.

También agradezco a mi asesor, por guiarme durante el desarrollo de la tesis, por motivarme, por sus conocimientos, experiencias y sabidurías que me transmitieron para llevar acabo la realización de un buen trabajo de investigación.

Finalmente agradezco a la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, docentes, por sus enseñanzas brindadas.

## **Dedicatoria**

Al creador de todas las cosas, a Dios, el que me ha dado fortaleza para continuar y demostrarme su amor por siempre.

De igual forma dedico esta tesis a mis padres que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

## 5. Resumen y abstract

la presente tesis titulada Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.

El planteamiento del problema fue ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash, mejorara la condición sanitaria de la población – 2021?, la metodología fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tuvo como instrumento de guía libros y fichas de registro de datos y resultados donde se consideran una serie de datos y parámetros de diseños para cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable. se llegó a determinar el sistema de abastecimiento, con una cámara de captación, el diámetro de la línea de conducción es de 1 ½ plg y 2 plg, de PVC de clase 10 con una longitud de 3+970 km, también se ubicó 3 CRP del tipo 6. y 2 cámaras para válvulas de purga, se diseñó un reservorio para el almacenamiento de agua de 10 m<sup>3</sup>, en la red de distribución se diseñó con diámetros de tubería, 2 plg en la línea de aducción, 1 1/2 plg , 1 plg y 3/4 plg también fue necesario la ubicación de 4 CRP para disminuir las presión de agua. la clase de tubería a usar será de clase 10 PVC, donde abastecerá de agua potable a todas las viviendas del caserío de Taquilpon distrito de Macate, el cual mejorar su incidencia en la condición sanitaria

## **Abstract**

The present thesis entitled "Design of the Drinking Water Supply System to Improve the Quality of Life of the Villagers of the Taquilpon Farm, Macate District, Santa Province, Ancash Region - 2017". The approach of the problem was: What Will Be the Result of the Design of the Drinking Water Supply System to Improve the Quality of Life of the Villagers of the Taquilpon farm, district of Macate, province of Santa, Ancash region - 2017?, The methodology was descriptive, qualitative level, non-experimental and cross-sectional design. It is exploratory because the place studied is not going to be altered in the least. AND Cross Section This investigation will be carried out in a descriptive way. The population was conformed by the design of the potable water supply system for the Taquilpon hamlet, district of Macate. For the design of the potable water supply system, books and records of data and results were taken as a guide instrument, where a series of data and design parameters are considered for each of the components of the drinking water supply system. Within the development of the present thesis were as indicators, the types of components to be used in the Supply System, the required consumptions, the design flows, the speeds, the diameters, the slopes, the head losses, the static pressures and dynamics, the volumes of flow to be captured and stored, among others.

**KEY WORDS:** drinking water supply, water supply in rural areas, catchments and lines of conduction.

## 6. Contenido

1. Título de Tesis.....	ii
2. Equipo de trabajo.....	iii
3. Hoja de firma del Jurado y asesor.....	iv
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	v
5. Resumen y abstract.....	vii
6. Contenido.....	ix
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.....	xiv
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes locales.....	5
2.1.3. Antecedentes internacionales.....	9
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	13
2.2.1. Agua.....	13
2.2.2. Parámetros de diseño.....	15
2.2.3. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	19
2.2.3.1. Captación.....	20

2.2.3.2. Tipos de Captación.....	20
2.2.3.3. Fuente.....	22
2.2.3.4. Fuentes de abastecimiento.....	22
2.2.3.5. Tipos de fuentes de agua.....	23
2.2.3.6. Afloramiento.....	24
2.2.3.7. Aforo volumétrico.....	25
2.2.4. Demanda de agua.....	25
2.2.4.1. Demanda.....	25
2.2.4.2. Dotación.....	26
2.2.4.3. Dotación por consumo.....	26
2.2.4.4. Caudal.....	27
2.2.5. Línea de conducción.....	29
2.2.5.1. Línea de gradiente hidráulico.....	30
2.2.5.2. Carga estática y dinámica.....	31
2.2.5.3. Tuberías.....	31
2.2.6. Estructuras complementarias.....	36
2.2.6.1. Reservorio.....	38
2.2.6.2. Tipos de reservorios.....	38
2.2.7. Línea de aducción.....	41

2.2.7.1. Red de distribución.....	41
2.2.7.2. Tipos de redes de distribución.....	41
2.2.7.3. Conexiones domiciliarias.....	44
2.2.8. Condición sanitaria.....	44
2.2.8.1. Cobertura de agua potable en el Perú.....	45
2.2.8.2. El agua en el Perú en tiempos de coronavirus.....	46
2.3. Hipótesis.....	47
2.4. Variables.....	47
III. Metodología.....	48
3.1. El tipo y el nivel de la investigación.....	48
3.2. Diseño de la investigación.....	48
3.3. Población y muestra.....	49
3.4. Definición y Operacionalización de las variables e investigación.....	50
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
3.6. Plan de análisis.....	54
3.7. Matiz de consistencia.....	55
3.8. Principios éticos.....	57
3.9. Aspectos generales del caserío de Taquilpon.....	58
IV. Resultados.....	62

4.1 Resultados.....	62
4.2 Análisis de los resultados.....	78
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	82
5.1. Conclusiones.....	82
5.2. Recomendaciones.....	84
Referencias bibliográficas.....	85
ANEXOS.....	94

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N° 01: Tipo de material predominante de las viviendas.....	15
Grafico 02: La población cuenta con el servicio de agua potable. ....	16
Grafico 03: Disposición del servicio de agua potable por horas en el Caserío.....	17
Grafico N° 04: Tipos de depósitos que almacenan el agua potable. ....	18
Grafico 05: Tipos de servicios que cuenta la vivienda. ....	19
Grafico N° 06: Conformidad del servicio de agua potable. ....	20
Grafico 07: De acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable.....	21

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Periodo de diseño.....	15
Tabla N° 02: Dotación de agua.....	26
Tabla N° 03: Dotación para centros educativos.....	27
Tabla N° 04: Coeficiente de variación.....	29
Tabla N° 05: Coeficiente de fricción de tuberías.....	32
Tabla N° 06. Clase de tubería PVC y máxima presión de trabajo.....	33
Tabla N° 07: Operacionalización de variables. ....	1
Tabla N° 08: Matriz de consistencia.....	1
Tabla N°09: Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.....	6

Tabla N°10: Diseño hidráulico de la cámara de captación.....	7
Tabla N°11: Diseño hidráulico de la línea de conducción. ....	8
Tabla N°12: Diseño hidráulico del reservorio de almacenamiento de agua potable.....	9
Tabla N°13: Cálculo hidráulico de la línea de aducción.....	10
Tabla N°14: Cálculo hidráulico de la línea de distribución sistema ramificado.....	10
Tabla N° 15: Tabla de asignación de puntajes.....	14
Tabla N° 16: Tipo de material predominante de las viviendas.....	15
Tabla N° 17: Servicio de agua potable.....	16
Tabla N° 18: Disposición del servicio de agua potable por horas en el Caserío.....	17
Tabla N° 19: Tipos de depósitos que almacena el agua potable.....	18
Tabla N° 20: Tipos de servicios que cuenta la vivienda.....	19
Tabla N° 21: Tipos de depósitos en el que almacenan el agua potable.....	20
Tabla N° 22: De acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable.....	21
Tabla 23: Ficha de resumen del calculo hidráulico de la línea de conducción.....	85
Tabla 24: Ficha de resumen del Diseño hidráulico de la crp 06.....	86
Tabla 25: Ficha de resumen del diseño de población y demanda de agua.....	88
Tabla 26: Ficha de resumen del cálculo hidráulico de la red de distribución.....	93

## ÍNDICE DE FORMATO Y FICHAS DE DISEÑO

Formato N° 1: Información general del Caserío de Taquilpon Distrito de Macate. ....	47
Ficha N° 01: Cálculo hidráulico de la captación. ....	49
Ficha N° 02: Cálculo hidráulico de la línea de conducción. ....	50
Ficha N°03: Calculo hidráulico de la cámara rompe presión.....	53
Ficha N° 04: Diseño de población y demanda de agua.....	55
Ficha N° 05: Cálculo hidráulico de la red de distribución.....	57

## Introducción

La presente indagación se realizó en el caserío de Taquilpon, Distrito De Macate, Provincia Del Santa, Región Ancash. El caserío de Taquilpon se encuentra ubicado en las coordenadas UTM, E-8.680203, N -78.147728, con una altura promedio de 856 m.s.n.m. El agua potable se considera como una necesidad primordial e indispensable para el consumo del ser humano. Para muchos esta necesidad no está satisfecha, sobre todo en los sectores rurales del distrito de Santa, donde la falta de este servicio origina distintos números de problemas de salud donde la carencia de este servicio origina diversos problemas de enfermedades digestivas. Por otra parte, la Organización Mundial De la Salud. Calidad Del Agua Potable <sup>1</sup>, nos dice que La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo<sup>1</sup>. Para realizar la exploración **se planteó la siguiente incógnita:** ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash, mejorara la condición sanitaria de la población – 2021? Para dar respuestas a la incógnita, se planteó el siguiente **objetivo general:** Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021, el cual tiene como **objetivos específicos:** Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región

Áncash; Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash; Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash; esta investigación se **justificó** a la necesidad que tiene el caserío de Taquilpon, con contar con un buen servicio básico de agua potable, porque que en la actualidad cuenta con un deficiente servicio básico de agua potable, en este sentido se vio la necesidad de realizar un nuevo diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y así puedan cubrir todas sus necesidades básicas, ala ves servirá para mejor la calidad de vida de los pobladores del Caserío de Taquilpon distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash; La **metodología** de la Tesis que se ejecutó, se enmarca dentro del enfoque correlacional y corte transversal.

El **universo** estará constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales. y la La muestra estará comprendida por el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Áncash. – 2021; **Técnicas** se aplicó el método de observación directa que permite recoger la información o datos, **instrumentos** encuestas, fichas técnicas, cuestionarios y protocolo. **el lugar** de la investigación se realizó en el Caserío de Taquilpon, Distrito de Macate, Provincia del Santa Región Ancash; **la fecha de la investigación** estuvo comprendido entre el mes de mayo a agosto 2021.

## II. Revisión de literatura

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

1. **Casimiro CMC.**<sup>4</sup>. En su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil fue presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Piura y tiene como título: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, Provincia de Marañón, Departamento de Huánuco – Perú, 2019. Tuvo como **objetivo general**. Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, Provincia de Marañón, departamento de Huánuco – Perú. Cumpliendo las normatividades según el tipo de diseño. Donde el tipo de **metodología** de esta investigación es. Analítica y descriptiva. Donde se llegó a la **conclusión**. El caudal de la fuente es equivalente a 5.84 lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo horario (Qmh) de 5.35 lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de 3.24 lit/seg. La carga estática en la línea de conducción y aducción son inferiores a 50 mca. Por consiguiente, se encuentra dentro de los parámetros estipulados para determinar la clase de tubería PVC mediante el diagrama de presiones. La clase de tubería PVC en la línea de conducción es de C-7.5 y aducción C-5, que soportan las presiones del flujo de agua, estando por debajo de los 50 mca. Equivalente a C-7.5. La colocación de válvulas de aire, garantizan la conducción del agua a la red

de distribución, siendo necesarias para contrarrestar la concentración de volúmenes de aire dentro de la tubería, ocasionados en los puntos más altos de la línea de conducción (LC) y línea de aducción (LA). Esta obra complementaria satisface el requerimiento del flujo de agua constante; y la colocación de válvulas de purga de lodos garantizan la evacuación de lodos en el mantenimiento del sistema. Cumpliendo con el requerimiento para la eliminación de lodos dentro de la tubería PVC.

2. **Cayetano LAS.**<sup>5</sup>. En su tesis para optar el título profesional de Ingeniero mecánico de fluidos, desarrolló una investigación titulada: Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Chirchir, distrito de Condebamba - Cajamarca. Donde se tuvo como **objetivo general**. Realizar el diseño hidráulico del sistema proyectado de agua potable de la localidad de Chirchir, Distrito de Condebamba - Cajamarca. Donde se llegó a la **conclusión**. La fuente Ojo de agua que actualmente abastece a la localidad de Chirchir se realizó el aforo, dando un caudal de 3.26 l/s para épocas de avenidas y un caudal de 2.45 l/s para épocas de estiaje; en cuanto al análisis físico – químico los parámetros de la fuente Ojo de agua según el reglamento de Límite Máximo Permissible Reglamento de la calidad de agua para consumo Humano DS 031-2010-SA y parámetros establecidos por la OMS para agua para consumo humano, la calidad de agua del manantial Ojo de agua se encuentra dentro de los parámetros para consumo humano. La población calculada fue en base al padrón inicial de la localidad de Chirchir donde nos indica que año 2015 cuenta con 920 habitantes y la tasa de crecimiento calculada es

2.91%; entonces con estos datos al año cero del proyecto según se consideró para el año 2017 había 974 habitantes y se proyectó hasta el año 20 (2037) del proyecto donde el cálculo nos arrojó 1509 habitantes. Se obtuvo los cálculos de la demanda para la población proyectada al año 20 del proyecto (2037), en donde se tendrá la demanda de 1509 habitantes sumado más la demanda de las instituciones educativas y las instituciones sociales; el caudal promedio multiplicado por los factores de variación, nos arrojó para el QMD = 2.58 l/s y para QMH=3.97 l/s, estos son los datos más importantes con lo que diseñaremos las estructuras y redes de distribución la localidad de Chirchir.

### 2.1.2. Antecedentes locales

3. **Monzón, J. J.** <sup>6</sup>. En su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo, donde desarrolló una investigación titulada: Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017. Donde se tiene como **objetivo general**. Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017. El tipo de **metodología**. El presente proyecto de investigación tiene un alcance descriptivo cuyo único fin consiste en describir los fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; es decir, solo se busca detallar cómo es y cómo se manifiesta, buscando especificar las propiedades y las características del objeto de análisis en base a los conceptos o las variables que se refieren. Donde se llegó a las siguientes

**Conclusiones.** Se realizó el análisis y modelamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a través del software Watercad CONNECT y se determinaron las velocidades, diámetros tipos de tuberías, pendientes y presiones aplicando los métodos mencionados y comprobados manualmente mostrando un cálculo riguroso y exacto del diseño de la Línea de conducción aducción y red de distribución, convirtiéndose así, en una poderosa herramienta de trabajo y en un tiempo menor, cave recalcar que los resultados en algunos tramos tanto manual como usando software muestran diferencias mínimas despreciables esto debido a las diferentes ecuaciones empleadas mostradas en el Anexo 05 (base de diseño) de la presente tesis. El tipo de Captación que se empleó en el Sistema de Abastecimiento Agua Potable para el Caserío de Mazac es de tipo Ladera y Concentrado según las condiciones de afloramiento observadas en el manantial (Afloramiento en un solo punto), por tener una ligera pendiente (Afloramiento de forma horizontal) y previo a una constatación de una buena calidad de agua de Tipo A1 donde se cumplen los límites máximos permisibles impuestas por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031- 2010-SA aplicado para aguas subterráneas, Además según su caudal que este posee es de tipo C-1 ya que tiene un caudal promedio mensual máximo de 2.20 lt/s y un mínimo de 1.4 lt/s en épocas de estiaje cumpliendo de esta forma los requisitos para este tipo de captaciones con un rango entre 0.8 y 2.5 l/seg. Asimismo, el tipo de Reservorio de Almacenamiento que se empleó en el Sistema según su función es de Regulación y Reserva, en función a la

correspondida con el suelo es de tipo Apoyado, según los materiales empleados es de Hormigón Armado y según su diseño (Forma geométrica) es de forma circular, en cuanto a la red de distribución se optó por una red de tipo Ramificada o Abierta por la ubicación de la zona del proyecto (El ámbito geográfico de la zona) que se encuentra en la región sierra donde las viviendas son diseminadas y por la dispersión de la población que tienen más de 20 viviendas con una separación superior a los 50 metros.

4. **Carranza Machado C.<sup>7</sup>**. En su trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en ingeniería civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, donde desarrolló una investigación titulada: Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento, del sistema de abastecimiento de agua potable, para el Caserío de Quihuay, distrito Macate, Provincia del Santa, Región Áncash. El presente trabajo tiene como **Objetivo general**. Diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento, del sistema de abastecimiento de agua potable, para el caserío de Quihuay, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash - 2017. El tipo de **metodología**. Que se usó en este trabajo de investigación Es de tipo descriptivo, Nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal. Donde se llegó a las siguientes **Conclusiones**. el diseño de la cámara de captación se dimensiones de 1.0 x 1.0 x 1.0, en la línea de conducción se obtuvo como resultado tubería de clase 7.5 con un diámetro de 1", en el reservorio de almacenamiento

con un volumen total de 5 m<sup>3</sup>. Se concluye que para el diseño del reservorio de almacenamiento se tuvo como base el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, como también el Reglamento de Sadapal y el Reglamento nacional de edificaciones lo cual se obtuvo un reservorio de almacenamiento apoyado de 5 m<sup>3</sup> de forma cuadrada, con dimensiones de 2.20 metros de largo, por 2,20 metros de ancho, con una altura de agua de 1.10 metros, el cual abastece a la población de caserío de Quihuay. Se concluye que para el diseño de línea de conducción se tuvo como base el libro de Roger Agüero Pittman, como también el reglamento del Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, es por ello que gracias a estos parámetros se obtuvo que tiene una longitud total de 687.50 metros, con un diámetro de 1“, además se empleará una tubería PVC clase 7.5 para todo el recorrido de la línea de conducción, también se obtuvo que tiene 1 cámara rompe presión, como también 2 válvulas de purga y 2 válvulas de aire.

### **2.1.3. Antecedentes internacionales**

5. **Vásquez Samaniego BM.** <sup>8</sup>. En su Trabajo de Graduación Previo la Obtención del Título de Ingeniera Civil, el cual tiene como título: Diseño del sistema de agua potable de la comunidad de Guantopolo Tiglán parroquia Zumbahua Cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. Tuvo como Objetivo general. Diseñar el sistema de agua potable de Guantopolo Tiglán, Parroquia Zumbahua, del cantón Pujilí de la provincia de Cotopaxi. El cual presenta una **metodología** para poder elaborar el

estudio estuvo comprendido por diferentes fases, Fase de preparación: se realizará estudios de campo como, encuestas socioeconómicas, recopilación de información existente, levantamiento topográfico, toma de muestras para la calidad de agua. Fase de Campo Entrevistas y reuniones con los habitantes de la comunidad para sociabilizar el proyecto, encuestas socio-económicas. Fase de proceso de datos Recopilación de toda la información de las encuestas socio-económicas. Donde se llegó a las siguientes **conclusiones**. Los suelos donde se implantarán la captación y la planta de tratamiento tienen una buena resistencia de acuerdo con el estudio de suelos. En la norma NTE INEN 1 108: 2014 y con los resultados obtenidos del análisis físico – químico y bacteriológico, el agua de donde se hará la captación cumple con los parámetros por lo cual se eligió la desinfección como el tratamiento adecuado. Las conexiones domiciliarias se colocarán en toda la comunidad considerando una toma domiciliaria con una tubería de 22,25 mm o ½ pulg. de diámetro. Los criterios utilizados en el proyecto se rigen a las especificaciones adoptadas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, para sistemas de abastecimiento de agua potable en sectores rurales, normas que presentan juicios a tomarse en cuenta para analizar y adoptar el período de diseño, análisis poblacional, áreas de servicio, dotaciones y caudales de diseño.

6. **González J.A.**<sup>9</sup>. En su trabajo de fin de grado, el cual tiene como título: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. Tuvo

como **Objetivo general**. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. El tipo de **metodología** es del tipo cualitativo y cuantitativo. Donde se llegó a las siguientes **conclusiones**. El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas. El proyecto de sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito fue formulado para abastecer de agua a la comunidad. El costo total del proyecto asciende a la cantidad de Q 1 031 236,09 y tiene un costo por conexión domiciliar de Q 6 874,91. Con la realización del Ejercicio Profesional Supervisado EPS, con apoyo de INFOM-UNEPAR, se analizaron las necesidades de los servicios básicos y de infraestructura que carecen en la aldea Captzín Chiquito, por lo que se atendió la solicitud del comité realizando un estudio y planificación de un proyecto de agua potable.

7. **Mabel VSB.<sup>10</sup>** En su Trabajo de Graduación Previo la Obtención del Título de Ingeniera Civil, fue presentado en la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Universidad Central Ecuador, donde desarrolló una investigación titulada: Diseño del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Guantopolo Tiglán Parroquia Zumbahua Cantón Pujilí Provincia De Cotopaxi. Donde tuvo como **Objetivo general**. Diseñar el sistema de

agua potable de Guantopolo Tiglán, Parroquia Zumbahua, del cantón Pujilí de la provincia de Cotopaxi. El tipo de **metodología**. Que se usó en este trabajo de investigación fue de diseño no experimental, de tipo descriptivo. Donde Se llegó a las siguientes **conclusiones**. Al realizar este tipo de proyectos beneficia en la formación profesional como Ingeniero Civil, ya que permite integrar la práctica y la teoría, adquiriendo criterios y experiencia a través del planteamiento de las posibles soluciones viables para los diferentes problemas que sufren las comunidades de nuestro país. En la norma NTE INEN 1 108: 2014 y con los resultados obtenidos del análisis físico – químico y bacteriológico, el agua de donde se hará la captación cumple con los parámetros por lo cual se eligió la desinfección como el tratamiento adecuado. El diseño de la línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable cumple con la norma de velocidades con el rango recomendado de 0,45 – 2.5 m/s para la tubería de PVC. Las conexiones domiciliarias se colocarán en toda la comunidad considerando una toma domiciliaria con una tubería de 22,25 mm o ½ pulg. de diámetro.

8. **Díaz HJ. et al** <sup>11</sup>. En su trabajo monografico previa a la obtención del título de ingeniero civil, fue presentado en la Facultad de Tecnología de la Construcción. Universidad Nacional de Ingeniería, donde desarrolló una investigación titulada: Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de las Comunidades Rurales los Jocotes y Vista Alegre sector III, Municipio de Masaya, Departamento de Masaya. Donde tuvo como **Objetivo general**: Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las comunidades rurales los Jocotes y Vista Alegre sector III, municipio de Masaya, departamento de Masaya. El tipo de **metodología**.

Que se usó en este trabajo de investigación es del tipo cualitativo y cuantitativo. Donde Se llegó a las siguientes **conclusiones**. El diseño de los componentes del sistema fueron, determinados de acuerdo a los criterios y especificaciones técnicas realizando un estudio cuidadoso de cada uno de los elementos que la forman y que ameritan este tipo de Proyectos, mediante la simulación hidráulica a través del programa EPANET. Según las normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural las presiones permisibles deben de estar dentro de un rango de 5 a 50 m.c.a, comparativamente al trabajo efectuado la máxima presión del proyecto se encuentra en el nodo 3 con 36.68 m.c.a y la mínima se presenta en el nodo 8 con 6.07 m.c.a. La velocidad máxima obtenida de la simulación hidráulica es de 2.13 m/s correspondiente a la tubería No. 1, mientras tanto la velocidad mínima que se obtuvo fue de 0.12 m/s en la tubería. NOTA: El resultado de la velocidad en el tramo de tubería No. 2 se obtuvo con un diámetro de 1 ½ pulgada para cumplir con las normas técnicas aplicadas al proyecto, la velocidad de 0.12 m/s es menor que 0.3 m/s que establece la norma.

## **2.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. Agua**

Valdivieso A. <sup>12</sup>. Nos indica que el agua es un líquido que está conformado por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H<sub>2</sub>O) y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). Las

propiedades físicas y químicas del agua son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas y también para la vida humana.

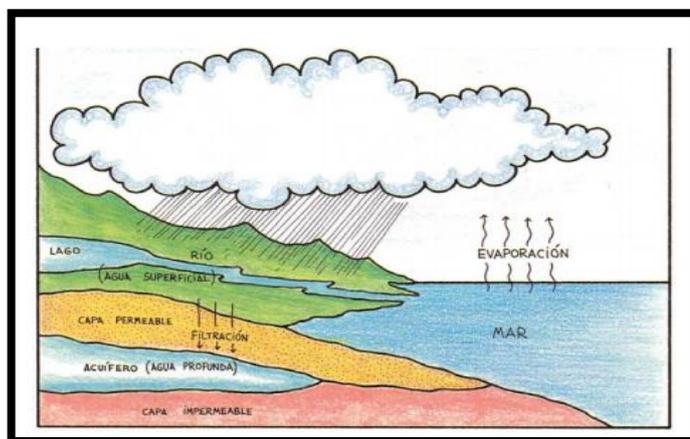


**Imagen  
01: Agua  
Fuente:**

Valdivieso A.

**a. ¿Qué es el ciclo del agua?**

Servicio de Prevención y Promoción de la Salud.<sup>13</sup>. Nos indica que el agua que se origina de la lluvia y discurre sobre la superficie del terreno. Una parte se filtra hasta niveles más profundos de la tierra, acumulándose como «agua subterránea». La otra parte, al discurrir por el terreno, llega hasta los riachuelos, ríos, pantanos o lagos. El agua de los ríos desemboca en el mar, denominándose a estas aguas «superficiales». Las aguas superficiales, por la acción de la temperatura, se evaporan y van a formar parte de las nubes, desde donde nuevamente van a caer a la tierra en forma de lluvia. A este recorrido del agua se le conoce como Ciclo del agua.



**Imagen 02:** Ciclo del agua

**Fuente:** Sistema de agua potable Servicio de Prevención y Promoción de la Salud.

**b. Agua potable**

Pérez, et al. <sup>14</sup>. Dice que el agua potable, es el agua apta para el consumo del ser humano. Se trata de un líquido inodoro, insípido e incoloro que se puede beber sin limitaciones ya que no daña el organismo.

**c. La importancia del agua potable**

Essap. <sup>15</sup>. Dice que el agua potable es muy importante para el ser humano. Es el líquido más importante de la naturaleza sin el cual no podríamos vivir. El agua potable nos ayuda a estar sanos, a hacer la digestión, mantiene la musculatura en buen estado, actúa refrigerando o calentando el cuerpo y ayuda a transportar el oxígeno entre las células de nuestro cuerpo y nos sirve para beber, cocinar, limpieza de objetos.



**Imagen 03:** Importancia del agua.

**Fuente:** Prevención y Promoción de la Salud.

### 2.2.2. Parámetros de diseño

#### a. Periodo de diseño

Periodo de Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario.<sup>16</sup> Nos afirma que es el tiempo para el cual se provee que un sistema va a funcionar eficazmente al 100%, del periodo de diseño o año del proyecto se puede establecer por cada elemento del proyecto y depende de la vida útil de las estructuras.

Fuentes de abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento	20 años
Reservorio	20 años
Tuberías de conducción y distribución	20 años
Estación de bombeo	20 años

**Tabla N° 01:** Periodo de diseño.

**Fuente:** R.M. n°176-2016-vivienda

## b. Población de diseño

Ruiz pr.<sup>17</sup>. Nos afirma que con la población de diseño se va a establecer la demanda de agua para el periodo de diseño, el método de cálculo población es:

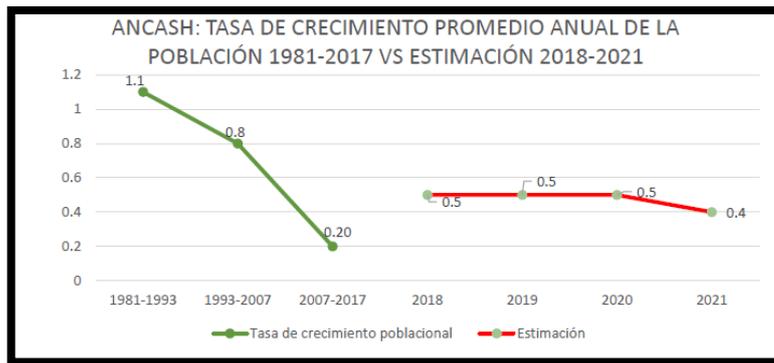
La infografía presenta el método aritmético para calcular la población de diseño. Incluye la fórmula  $P_d = P_1 + (1 + \frac{r \cdot t}{100})$ , una lista de variables (P1: Población inicial, P2: Población futura, r: Tasa de crecimiento anual, t: Período de diseño) y una lista de años (1972, 1981, 1993, 2007, 2017). También menciona que la tasa de crecimiento anual debe corresponder a los periodos interensales de la localidad específica. El logo de 'agua' es visible en la esquina superior derecha.

**Imagen 04:** Población de diseño.

**Fuente:** Proyecto agua(internet).

### a.1. Método aritmético

El método aritmético es el más usado y el más sencillo para poder calcular la población de diseño, Consiste en averiguar los aumentos absolutos que ha tenido la población y determinar el crecimiento anual del promedio para un periodo fijo y aplicarlos en años futuros. Se determinará la tasa de crecimiento anual promedio (r). el cual se podrá adoptar el método más adecuado para determinar la población de diseño tomando en cuenta datos censales del INEI u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional.<sup>17</sup>.

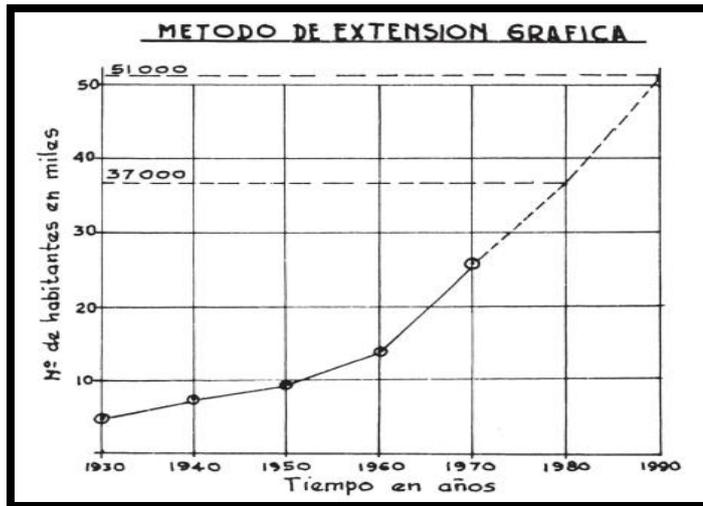


**Imagen 05:** Tasa de crecimiento promedio anual de la población(r)

**Fuente:** Plan de acción regional de seguridad ciudadana Ancash-2020

### a.2. Método de extensión grafica

Según Pedro Lopez.<sup>18</sup> Con los datos censales disponibles se forma una gráfica en donde las ordenadas representan el número de habitantes y las abscisas los años, en seguida se extiende la gráfica, ya sea determinando la ecuación de la curva o al criterio del ingeniero. Este método se acerca más a la realidad que los anteriores.



**Imagen 06:** Método de extensión gráfica.

**Fuente:** Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas.

**c. Población futura**

Según Métodos para el cálculo de la población futura.<sup>19</sup>, es el desarrollo futuro de la población en un periodo de tiempo en años con que se diseña un sistema de abastecimiento de agua potable y desague de una localidad para que tenga un servicio eficiente.

**Formula crecimiento aritmético**

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

**Donde**

Pa (hab.) = Población actual

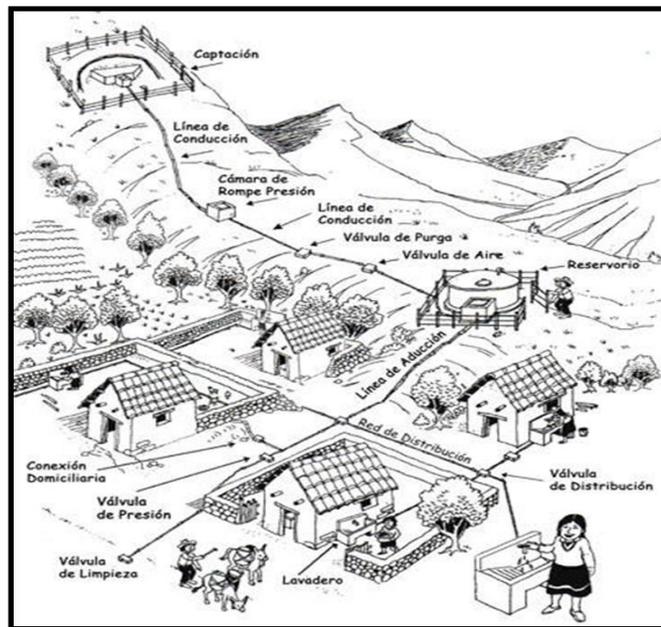
Pf (hab.) = Población futura.

T = Tiempo en años.

R (%) = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

### 2.2.3. Sistema de abastecimiento de agua potable

Batres, et al.<sup>20</sup>. Nos indica que un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de la mejor calidad; desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico y están conformados por los siguientes componentes.



**Imagen 07:** Sistema de abastecimiento de agua potable.

**Fuente:** Guía de orientación en Saneamiento Básico.

#### ¿Por qué se dice que es un sistema por gravedad?

Gamarra LP.<sup>21</sup>. Dice que es el agua que va por su propia gravedad, desde la captación, llegando hasta un tanque de almacenamiento a través de la línea de conducción, y del reservorio pasa a la comunidad por medio de

la red de distribución y a cada una de las viviendas mediante las conexiones domiciliarias.

### **2.2.3.1. Captación**

Según Vierendel. <sup>22</sup>. Es el manantial de abastecimiento que en forma directa o con obras de regulación deben de garantizar el Qmd.

### **2.2.3.2. Tipos de Captación**

#### **a) Captación superficial**

Baldelomar, et al. <sup>23</sup> . Nos dice que es aquella que se encuentra en recorriendo o en reposo o sobre la superficie de la tierra. Esta masa de agua forma ríos, lagunas, pantanos, ya sean naturales o artificiales.

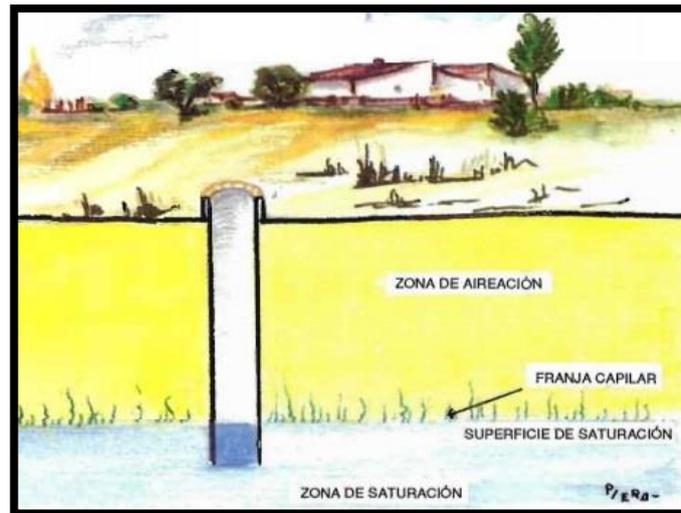


**Imagen 08:** Captación superficial.

**Fuente:** Modalidades e captación (aguas superficiales).

### a) Captaciones subterráneas

Según Fuentes Yagüe J. <sup>24</sup>. La captación de aguas subterráneas se ejecuta mediante pozos y sondeos. El pozo ordinario es una captación con diámetro superior a un metro (normalmente de 2-3 metros).

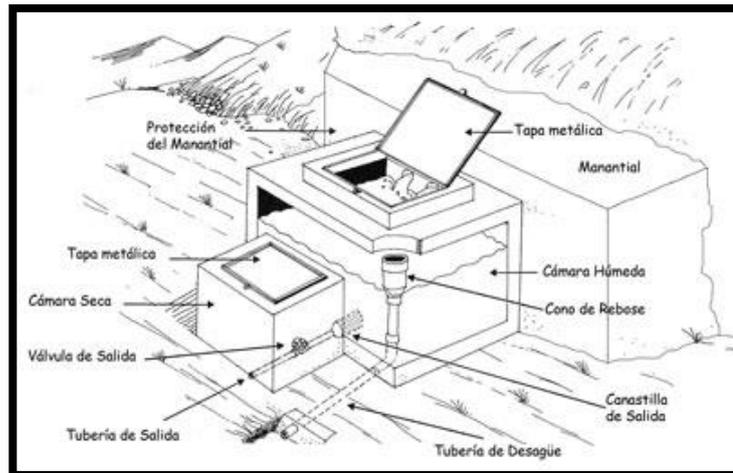


**Imagen09:** captación subterránea

**Fuente:** Fuentes Yagüe J.

### b) Captación de manantiales

Agüero R. <sup>25</sup> Define al manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general el agua emana a través de las formaciones rocosas, arena o roca fisurada. En lugares donde existen capas impermeables, éstos bloquean la salida del agua y permiten que emerjan a la superficie.



**Figura 10:** Cámara de captación de manantiales

**Fuente:** especificaciones técnicas para El diseño de captaciones por gravedad de Aguas superficiales

### 2.2.3.3. Fuente

Según Saraemor.<sup>26</sup> Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo.

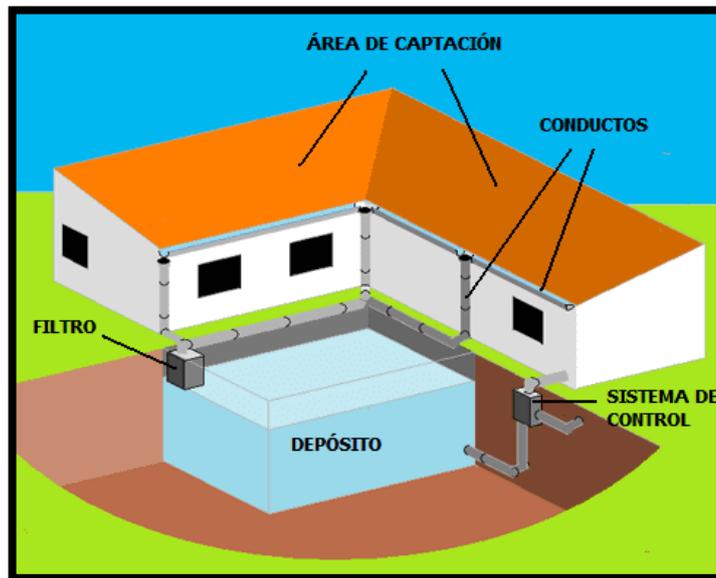
### 2.2.3.4. Fuentes de abastecimiento

Agüero R.<sup>25</sup> Nos dice que las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad.

### 2.2.3.5. Tipos de fuentes de agua

#### a) Agua de lluvia

El agua de lluvia se utiliza en aquellos casos en que no es posible obtener agua superficial de buena condición y cuando el sistema de lluvia sea importante. Para ello se emplean en las cubiertas de las viviendas o algunas superficies impermeables para obtener el agua y trasladar a una red cuya capacidad depende del gasto requerido y del sistema pluviométrico.



**Figura 11:** Agua de lluvia.  
**Fuente:** Renovables verdes.

#### b) Aguas superficiales

Las aguas superficiales están compuestas por arroyos, ríos, lagos, etc. que fluyen naturalmente por la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su empleo.

### c) Aguas subterráneas

Parte de las precipitaciones en la región se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, conformando así las aguas subterráneas. La obtención de éstas va depender de las propiedades hidrológicas y de la creación geológica del acuífero.<sup>25</sup>.



**Figura 12:** Aguas subterráneas.

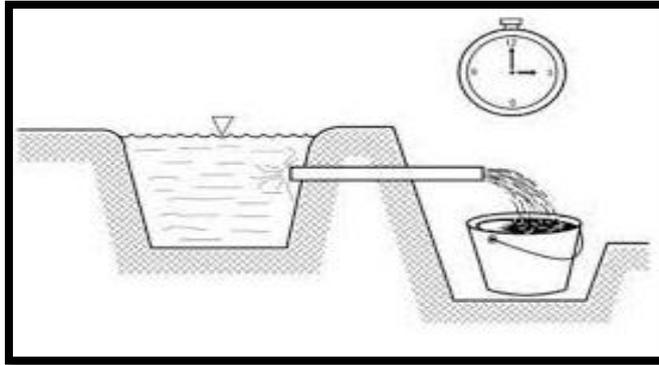
**Fuente:** Sondagua.

#### 2.2.3.6. Afloramiento

Según Merlo M.<sup>27</sup>. Los afloramientos son zonas de ascenso de aguas profundas y frías. Suelen ser muy ricas en nutrientes (nitratos, fosfatos) debido al arrastre de minerales del fondo, además, la menor temperatura favorece una mayor oxigenación. Todo esto permite el desarrollo de una gran cantidad de organismos, entre los que abundan los peces y las aves que se alimentan de ellos.

### 2.2.3.7. Aforo volumétrico

Castellon F.<sup>28</sup>. Afirma que el aforo volumétrico sirve para el calcular el volumen de agua en un tiempo definido en donde pasa por una sección de un curso de agua.



**Figura 13:** Aforo volumétrico.

**Fuente:** Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### 2.2.4. Demanda de agua

#### 2.2.4.1. Demanda

Según Rodríguez Rodríguez S.<sup>29</sup>. Es la proporción de agua que una población necesita para cubrir sus necesidades y se le denomina como demanda de agua.



**Figura 14:** Demanda de agua poblacional.

**Fuente:** Megalópolis MX.

#### 2.2.4.2. Dotación

Rodriguez Rodriguez S.<sup>29</sup>. Afirma que es la cantidad de agua expresada en litros por habitante por día, que se entregará a la población a través de su sistema de abastecimiento de agua, para satisfacer sus necesidades.

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

**Tabla N° 02:** Dotación de agua.

**Fuente:** R.M. n°176-2016-vivienda

**Nota:** de acuerdo a la norma dada por: R.M. n°176-2016- la dotación para el diseño de habitantes y Demanda de Agua del Caserío de Taquilpon será de **80 l/h/d**

#### 2.2.4.3. Dotación por consumo

Según Rodríguez P.<sup>30</sup>. Tenemos las siguientes dotaciones

##### a) Consumo doméstico

El consumo varía según la práctica del aseo de los individuos de cada pueblo según la calidad de vida y la calidad de agua a disposición de la familia también influye las condiciones climáticas, las costumbres como aseo de ropa, riego de jardines, aseo doméstico y las tradiciones de vida.

## b) Consumo público

Es el gasto que realizan los establecimientos públicos como escuelas, mercados, hospitales, postas de salud, cárceles, etc. Estos gastos son variados por que las diferentes entidades consumen en forma excesiva y otros consumen más que el resto, el exceso en los usos públicos se debe al mal estado de las tuberías, llaves o accesorios cuya reparación a veces se tardan en arreglar.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona

**Tabla N° 03:** Dotación para centros educativos.

**Fuente:** R.N.E.– Instalaciones Sanitarias para Edificaciones- norma IS. 0.10

## c) Consumo comercial

Dependen del tipo la necesidad y el número de comercio como en locales o en regiones.<sup>30</sup>

### 2.2.4.4. Caudal

Humberto L.<sup>31</sup>. Define al caudal como el volumen de agua que fluye por un área específica, en una unidad de tiempo determinado. En el sistema internacional S.I. la unidad de medida es en m<sup>3</sup> /s, pero se utilizan también otras unidades de menor magnitud como el l/min o en el sistema inglés el pie<sup>3</sup> /min o cfm.

**Formula**

$$Q = \frac{V}{T} \dots\dots\dots (2)$$

**Donde:**

Q = Caudal

V = Volumen

T = Tiempo

**a) Caudal de diseño:**

Pittman RA.<sup>32</sup>. Afirma que es el gasto que se espera que realicen la población durante el transcurso de un día, donde los caudales de diseño están conformados por los siguientes parámetros.

**a.1. Consumo promedio diario anual (Qm)**

Se define como el rendimiento de una estimación del consumo per cápita para la población futura del tiempo de diseño y esta expresada en litros por segundo (L/s) y se define mediante la siguiente ecuación.

**Formula**

$$Qm = \frac{Pf \times \text{dotación } (d)}{86400 \text{ s/día}} \dots\dots\dots (3)$$

**Donde:**

Qm = Consumo promedio diario (l/s)

Pf = Población

D = Dotación (l/hab./día)

### a.2. Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

El Qmd se define como el día de máximo consumo de una secuencia de inspección analizados durante los 365 días del año; entretanto el consumo máximo horario, se determina como la hora de máximo consumo del día. Los coeficientes recomendados y más utilizados son 130% para consumo máximo diario(Qmd) y del 150% para el consumo máximo horario (Qmh).<sup>30</sup>

Valores de Coeficiente de variación	
k1 coeficiente de caudal máximo diario	1.3
k2 coeficiente de caudal máximo horario	1.8 – 2.5

**Tabla N° 04:** Coeficiente de variación.

**Fuente:** Formulación - aspectos técnicos de saneamiento.

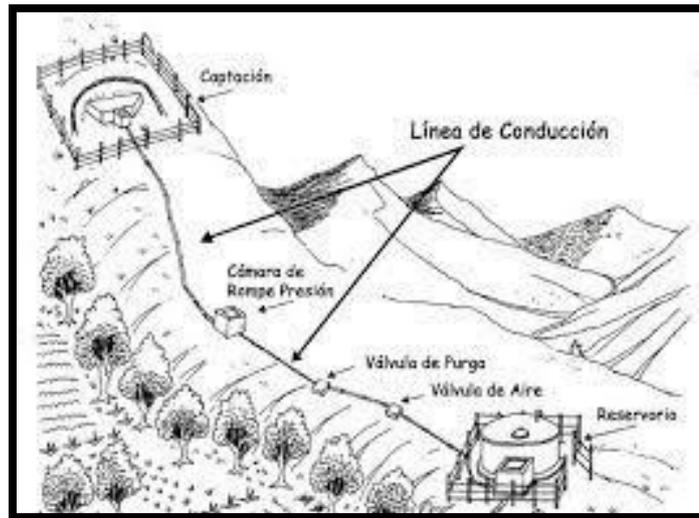
**Consumo maximo diario (Qmd) = 1.3 x Qm (L/s).**

**Consumo maximo horario (Qmh) = 2.5 x Qm (L/s).**

**Nota:** según nos dice el R.M. n°176-2016-vivienda que si el caudal máximo diario es menor a 0.5 l/seg. Se diseñará con 0.5 l/seg.

### 2.2.5. Línea de conducción

Seguil P.<sup>33</sup>. Nos dice que la línea de conducción es un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, está conformado por tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio.



**Figura 15:** Línea de conducción.

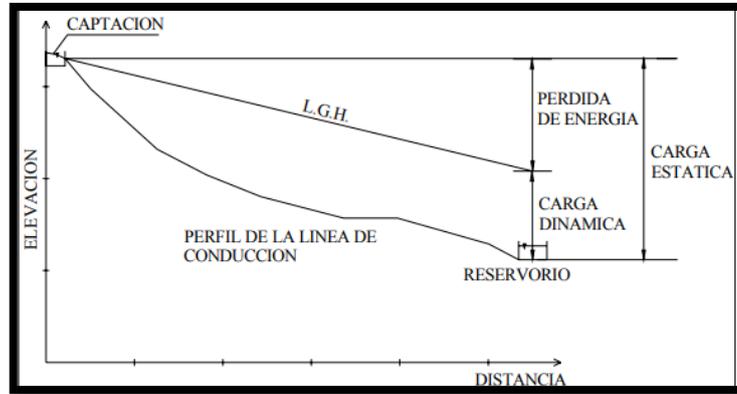
**Fuente:** Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento

### 2.2.5.1. Línea de gradiente hidráulico

Rebollo LF.<sup>34</sup>. Lo define como la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua; es decir, representa la pérdida o cambio de potencial hidráulico por unidad de longitud, medida en el sentido del flujo de agua.

### 2.2.5.2. Carga estática y dinámica

La capacidad de la carga estática máxima admisible será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.<sup>34</sup>.



**Figura 16:** Cargas estaticas y dinamica de la linea de conduccion.

**Fuente:** guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de Agua rural

### 2.2.5.3. Tuberías

Gómez Hernández M.<sup>35</sup> . Dice que es un conducto que sirve para transportar agua u otros tipos de fluidos, se clasifican las diferentes tuberías a partir de la carga por rotura y según el grado de deformación. Este estudio es interesante ya que múltiples cargas actúan sobre las tuberías durante el funcionamiento.

<b>COEFICIENTE DE FRICCIÓN “C” EN LA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS</b>	
<b>TIPO DE TUBERIA</b>	<b>C</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli (cloruro de vidrio) PVC	150

**Tabla N° 05:** Coeficiente de fricción de tuberías

**Fuente:** R.N.E.: norma OS.010 obras de saneamiento

**a. Clase de tuberías**

Para la elección de la clase de tubería se debe tener en cuenta las máximas presiones que ocurran en la línea de carga estática. Donde se debe elegir una tubería que debe soportar la presión más elevada.<sup>35</sup>

CLASE DE TUBERIA	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

**Tabla N° 06.** Clase de tubería PVC y máxima presión de trabajo.

**Fuente:** N.T.P. 399.002.

**b. Diámetros**

Según Seguil P.<sup>33</sup>. Para definir los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diferentes opciones desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en todo el tramo del ramal, el diámetro elegido deberá tener la capacidad de transportar el gasto de diseño en donde se diseñará para velocidades mínimas de 0.6 m/seg y máximas de 3.0 m/seg.

**Formula**

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \dots\dots\dots (4)$$

**Donde**

**D** = Diámetro de tubería en Plg.

**Q** = caudal máximo diario (QMD)

**Hf** = pérdida de carga unit. Disponibl. Hf(m/m)

**c. Velocidad**

Agüero R.<sup>25</sup>. Dice que es la velocidad del agua que recorre en las tuberías donde hay un trabajo de presión en ella y se determina con fórmulas empíricas.

**Formula**

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} \dots\dots\dots (5)$$

**Donde**

- D** = Velocidad de flujo m/s.
- Q** = caudal máximo diario (QMD)
- D** = Diámetro Ø

Nota: según nos dice el R.M. n°176-2016-vivienda que la velocidad mínima será no menor de 0.60 m/s. la velocidad máxima admisible será 3 m/s.

**d. Presión**

Agüero R.<sup>25</sup>. Afirma que es la presión que ejerce el agua por una medida gravitacional comprendida en el agua y está impulsado hacia arriba por un conducto vertical.

### Formula

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + H_f \dots \dots (6)$$

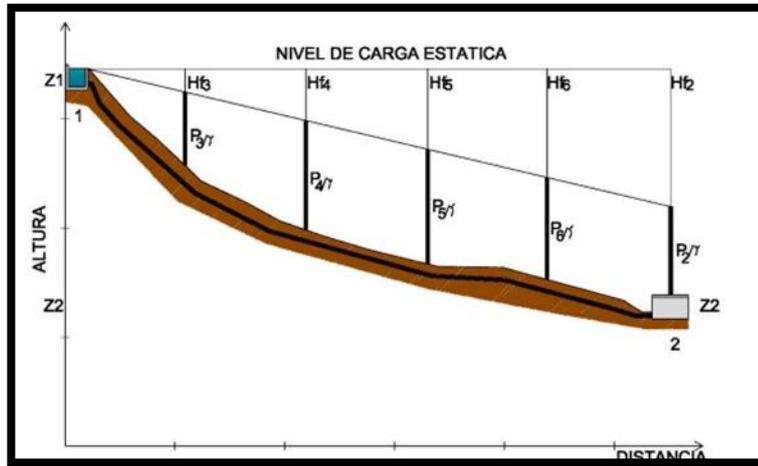
### Donde

**Z:** cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m.

**P/γ:** altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido.

**V:** velocidad del fluido en m/s.

**Hf:** pérdida de carga de 1 a 2, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.



**Figura 17:** Equilibrio de presiones dinámicas

**Fuente:** guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de Agua rural

### e. Pérdida de carga

Agüero R<sup>25</sup>. Nos dice que la pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Las Normas del Ministerio de Salud, para el cálculo hidráulico

recomiendan el empleo de la fórmula de Fair-Whipple para diámetros menores a 2 pulg.; sin embargo, se puede utilizar la fórmula de Hazen y Williams, con cuya ecuación los fabricantes de nuestro país elaboran sus nomogramas en los que incluyen diámetros menores a 2 pulg.

**Formula**

$$Q = 0.0002464 \times C \times D^{2.64} \times hf^{0.54} \dots\dots (7)$$

**Donde:**

D = Diámetro de la tubería (pulg).

Q = Caudal (1/s).

hf = Perdida de carga unitaria (m/Km).

C = Coeficiente de Hazen - Wiliams expresado en (pie)<sup>1/2</sup>/seg.

Para una tubería de PVC o asbesto-cemento, donde el valor de C=140; el caudal y la perdida de carga unitaria y el diámetro estará definidos

**Formula**

$$Q = 2.492 D^{2.63} \times hf^{0.54} \dots\dots (7.1)$$

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 \times D^{2.6}} \right)^{1.85} \dots\dots\dots(7.2)$$

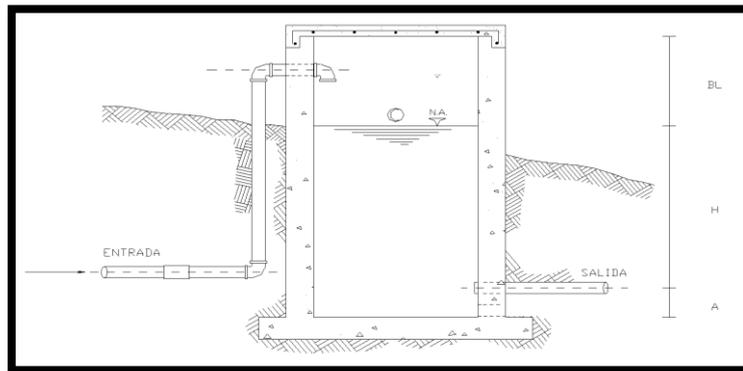
$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} \dots\dots\dots(7.3.)$$

## 2.2.6. Estructuras complementarias

### a) Cámara rompe presión

Ricardo.<sup>36</sup> Nos dice que son estructuras pequeñas es empleada en la línea de conducción donde su función principal es reducir la presión hidrostática a cero, originando un nuevo nivel de agua y también se colocan en la red de distribución cuando el desnivel del terreno es demasiado alto.

- ✓ Para línea de conducción
- ✓ Para línea de distribución



**Figura 18:** Cámara rompe presión

**Fuente:** R.M. n°176-2016-vivienda

**Nota:** La altura de la cámara húmeda se calculará mediante la suma de tres conceptos:

- Altura mínima de salida, mínimo 0.10 cm
- Resguardo a borde libre, mínimo 0.40cm
- Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.

### Formula

$$HT = A + H + BL \dots\dots (8)$$

**Entonces:**

$$H = \frac{v^2}{2 \times g} \dots\dots (8.1)$$

Reemplazando en:

**Donde**

H= Carga de agua (m)

V= velocidad de flujo en (m/sg.)

g= Aceleración gravitacional

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} \dots\dots (8.2)$$

**Donde**

Q= Caudal máximo diario. (Qmd)

D= diámetro de tubería

#### **2.2.6.1. Reservorio**

Según Emapad.<sup>37</sup>. Los reservorios son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construyen y a su vez compensan las variaciones horarias de su demanda.

#### **2.2.6.2. Tipos de reservorios**

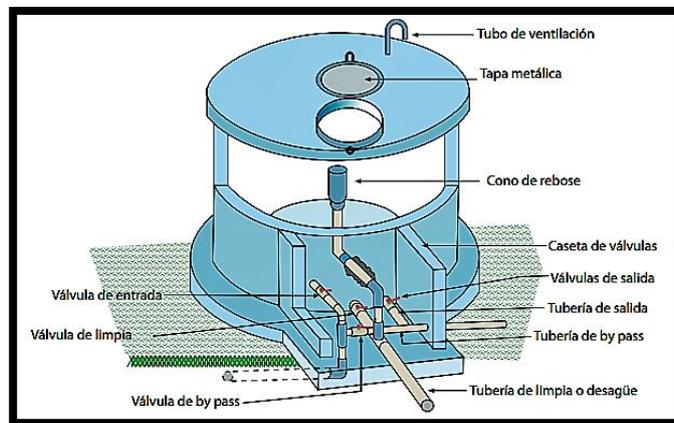
Según Espejo h. <sup>38</sup>. Los reservorios se clasifican con respecto al nivel del terreno:

### a) Reservorios Enterrados y Semi enterrados

Son aquellos que están contruidos por debajo del suelo y tienen el depósito de agua totalmente enterrados o semi-enterrados, se les conoce también como cisternas.

### b) Reservorios Apoyados:

Estos reservorios son aquellos cuya cimentación y piso están contruidos directamente sobre la superficie del suelo.



**Figura 19:** Reservorio apoyado.

**Fuente:** Tanque de almacenamiento. SSWM.info

### c) Reservorios Elevados:

Los reservorios elevados son los que se encuentran por encima del nivel del terreno natural.<sup>38</sup>



**Figura 20:** Elevado.

**Fuente:** Reservorios-IGC. Igc.com.pe

#### 2.2.6.2.1. **Volumen de Almacenamiento**

Reglamento nacional de edificaciones.<sup>39</sup>. afirma lo siguiente que el volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

$$VOL. Alm. = V. reg + V. incendio + V. reserva \dots\dots (9)$$

##### **a. Volumen de Regulación**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación.

$$V. reg. = 0.25(PF*Dotación) /1000 \dots\dots (9.1)$$

**b. Volumen Contra Incendio**

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio para. Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera demanda contra incendio.<sup>39</sup>.

**c. Volumen de Reserva**

El volumen de se calcula en base al tiempo que puede demorar en arreglar alguna avería que haiga en cualquier parte de la línea de conducción o captación de ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

$$V. reserva = 1 \text{ hora} \times Qmd \dots\dots (9.2)$$

**2.2.7. Línea de aducción**

Según ROJAS C.<sup>40</sup>. Línea de aducción que se considera como el tramo de tubería que sale del sitio de reserva hacia las viviendas y que conduce la cantidad de agua que se consume en ese momento.

**2.2.7.1. Red de distribución**

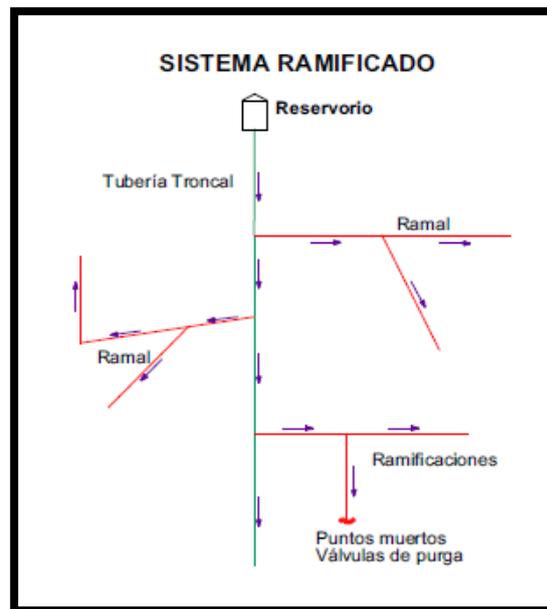
Saraemor.<sup>26</sup>. Nos dice que son un conjunto de tuberías y accesorios destinadas a transportar el agua desde el reservorio al punto de consumo en condiciones correctas a todos y a cada uno de los beneficiarios, a través de conexiones domiciliarias.

### 2.2.7.2. Tipos de redes de distribución

Arnalich Castañeda S.<sup>41</sup>. Nos afirma que hay dos tipos de redes de distribución, con características y comportamientos distintos:

#### a) Ramificadas o Abiertas

Son redes que no cierran un circuito. En ellas el agua circula en una sola dirección. Su ventaja principal es que son baratas, rápidas de construir y sencillas de calcular. Sus desventajas principales son que una avería en un punto cierra todo el sistema aguas abajo, que tienen problemas de calidad por estancamiento del agua, que no se pueden ampliar fácilmente y que necesitan determinar la demanda en cada punto con precisión.<sup>41</sup>

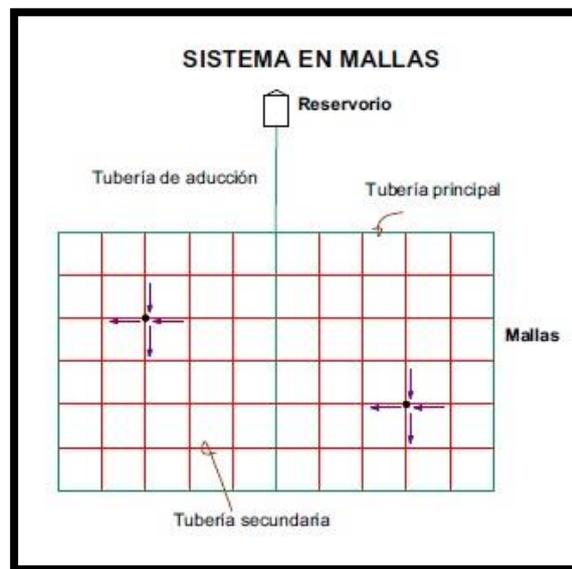


**Figura 21:** Red de distribución abierta o ramificada.

**Fuente:** Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Ing. Flavio J.

**b) sistema cerrado o mallado**

Spuhler EGD.<sup>42</sup>. Afirma que en el sistema cerrado o mallado el agua circula en cualquier dirección por las tuberías que están interconectadas en forma de malla, generando un sistema cerrado, eficiente en presión y caudal, en el que no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos extremos logrando menores pérdidas de carga



**Figura 22:** Red de distribución cerrada o mallada.

**Fuente:** Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Ing. Flavio J.

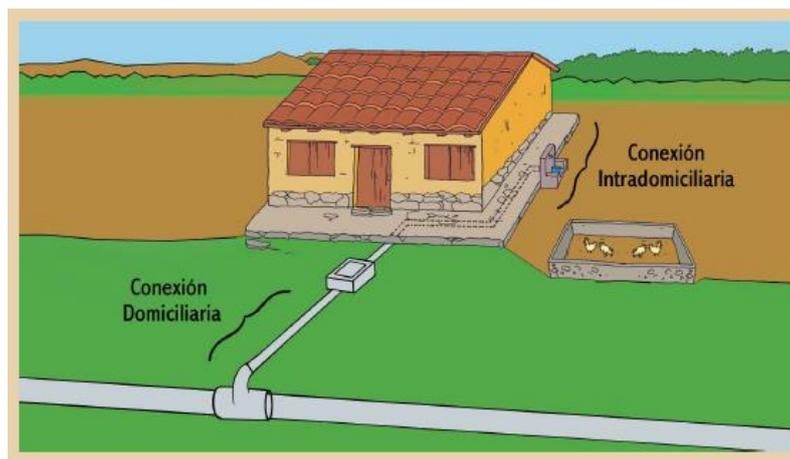
**c) Velocidades de circulación**

Según Instrucciones técnicas para redes de abastecimiento.<sup>43</sup>. La determinación de la velocidad de circulación del agua resulta esencial en el diseño de una red de abastecimiento toda vez que, para un caudal establecido, depende de la misma la elección del

diámetro de la tubería. Por razones funcionales, la velocidad de circulación del agua debe quedar limitada entre un valor máximo 3.00 m/s y un valor mínimo 0.6 m/s.<sup>43</sup>

### 2.2.7.3. Conexiones domiciliarias

Según Gonza et al.<sup>44</sup> . son tuberías y accesorios interconectados que se instalan desde la red de distribución hacia la vivienda consta de dos partes, la pública que desde la conexión de la tubería matriz hasta la llave de paso y la privada o interna que comprenden las instalaciones interiores de la vivienda.



**Figura 23:** Conexión domiciliaria

**Fuente:** Internet

### 2.2.8. Condición sanitaria

Hoy en día las condiciones sanitarias en las zonas rurales no son las adecuadas, se debe asegurar que el abastecimiento del agua el cual es muy esencial para el ser humano, cubra todas las necesidades básicas y cumplan con los estándares de calidad.

### **2.2.8.1. Cobertura de agua potable en el Perú**

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.<sup>45</sup> En el Perú según La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento Sunass recordó que, según la Encuesta Nacional de Hogares 2018 (Enaho) del INEI, más de 3.6 millones de peruanos no tienen acceso al agua potable. En el ámbito rural son más de 2.1 millones y en el urbano más de 1.5 millones. Es por eso que la Sunass trabaja para que, cada vez más, peruanas y peruanos estén conectados a la red pública de agua y tengan acceso a agua segura, Asimismo, a la fecha, un 11 % de hogares no cuenta con acceso a la red a nivel nacional. Por ejemplo, en Lima Metropolitana existe un 4 % (alrededor de 342 mil personas) que no está conectada a la red y se abastece de otra manera, especialmente, a través de camiones cisternas.

De igual forma, INEI indica que quienes no tienen acceso al agua a través de la red pública, obtienen el recurso por camiones cisterna (1,2 %), pozos (1,6%), ríos, acequias, manantiales (3,5 %) y otras formas menos seguras (2,8 %).

### **2.2.8.2. El agua en el Perú en tiempos de coronavirus**

El agua es una de las mejores defensas frente al coronavirus. Sin embargo, tener acceso a ella aún es una tarea pendiente en muchas zonas de Perú donde trabajamos, tener agua potable solo es posible para el 67,7% de la población peruana. El acceso a este bien se

complica sobre todo en las zonas rurales y empobrecidas del país. Perú<sup>21.46</sup>. Pese a la necesidad de este importante elemento, 3.4 millones (10,2% de la población) carecen de acceso a servicios de agua, y 8 millones de peruanos (25,5%) no cuentan con acceso a servicios de alcantarillado, el acceso al agua resulta vital para asegurar la salud y la vida de las personas. Y en una crisis como la generada por la pandemia del coronavirus, el lavado de manos resulta imprescindible para evitar el contagio, Asimismo solo la mitad de la población (55,7%,) tiene acceso al suministro de agua 24 horas al día. En zonas rurales, el número es mucho más alarmante: cerca del 66% de la población aún no cuenta con agua potable. hoy en día el elemento más importante del ecosistema planetario está siendo amenazado con grandes cantidades de contaminación, llegando así hacer un peligro para el ecosistema y la vida humana.

### **2.3. Hipótesis**

No aplica.

### **2.4. Variables**

**2.4.1. Variable Independiente:** Sistema de abastecimiento de agua potable

**2.4.2. Variable dependiente:** Incidencia en la condición sanitaria

### III. Metodología

#### 3.1. El tipo y el nivel de la investigación.

##### El tipo de investigación

Tipo de investigación será correlacional y corte transversal, correlacional porque tendrá como propósito determinar la incidencia en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la condición sanitaria del caserío de Taquilpon, distrito de Macate. y de corte transversal porque se estudiará los datos en un lapso de tiempo concluyente.

##### Nivel de la investigación

El nivel de la investigación tendrá una forma cualitativo y cuantitativo, se refiere que es cualitativo dado que se recolectara la información del estado situacional de la variable sistema de abastecimiento de agua potable actual y cuantitativo por que los datos obtenidos se tendrán que cuantificar (medir) para poder procesarlos.

#### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación aplicado, de acuerdo al tipo y nivel de investigación, fue no experimental y de corte transversal, donde el investigador realizó estudios sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observó los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

Este diseño se graficará de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia (2021)

Leyenda de diseño:

**M1:** Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Ancash.

**Xi:** Variable independiente: Diseño del sistema de agua potable.

**Ri:** Resultados obtenidos.

**Yi:** Variable dependiente: incidencia condición sanitaria del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Ancash.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Universo**

El universo estará constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra estará comprendida por el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Ancash. - 2021.

### 3.3. Definición y Operacionalización de las variables e investigación.

Tabla N° 07: Operacionalización de variables.

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSION
<b>Variable Independiente</b>	<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	Se diseñará el sistema de abastecimiento de agua potable que contemple desde la fuente hasta la distribución en la población.	Se diseñará el sistema de abastecimiento de agua potable que contemple desde la fuente hasta la distribución en la población.	Captación	- Tipo - caudal -Tipo de material	Nominal Nominal Nominal
				Línea de conducción	Tipo de tubería -Diámetro -Velocidad -Presión -Caudal	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Intervalo
				Reservorio		

					- Tipo de reservorio -Volumen -Tipo de material -Forma del reservorio -ubicación del reservorio	Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal
				Línea de aducción	-Tipo de Tubería -Diámetro -Velocidad -Presión -Clase de tubería	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Nominal

				Red de distribución	-Tipo de red -Diámetro -Velocidad -Presión -Tipo de tubería -Clase de tubería	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal
--	--	--	--	---------------------	--	--

<b>Variable dependiente</b>	<b>INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA</b>	<p>Hoy en día las condiciones sanitarias en las zonas rurales no son las adecuadas, se debe asegurar que el abastecimiento del agua el cual muy esencial para el ser humano cubra todas las necesidades básicas y cumplan con los estándares de calidad.</p>	<p>Se realizará una evaluación con la guía del compendio del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, y se adicionará encuestas para determinar la incidencia en la condición sanitaria de la población.</p>	<p>Calidad de suministro de agua potable</p>	<p>-Cobertura -Calidad -Cantidad -Continuidad</p>	<p>Razón Nominal Nominal Nominal</p>
-----------------------------	---	--	--	--	---	--

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica**

Se aplicó la técnica de observación que permite recoger la información o datos que se estiman para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Ancash.

**Guía de observación:** Se constatará de una manera visual toda la información necesaria para el diseño, así mismo se verificará la condición sanitaria en la que se encuentran la población en general.

#### **3.4.2. Instrumento**

Se empleó el uso de las encuestas, fichas técnicas, protocolo.

**Guía de observación:** Constituido por la recolección de datos básicos en campo, como el clima, la topografía, la población, economía, etc. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y para mejorar la calidad de vida de los pobladores del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash.

**Protocolo:** Conformado por el estudio de suelos para la descripción de las características físicas y mecánicas del suelo del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se realizará en la Captación, Reservorio y red de distribución.

**Análisis de contenido:** Constituido por certificados de los resultados de laboratorio sobre el análisis químico físico del agua y el análisis Bacteriológico.

### **3.5. Plan de análisis**

El plan de análisis, estará comprendido de la siguiente manera:

Tendrá una perspectiva descriptiva porque se obtuvo la información o datos con el instrumento en campo en este caso la guía de recolección de datos y los protocolos, de esta forma tienen que estar previamente validadas por los especialistas; para luego poder recopilar la información o datos necesaria para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable El desarrollo de este proyecto se realizará de la siguiente manera:

- ✓ Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron todos los datos necesarios y respectivamente se realizaron los cálculos para el diseño, donde se recurrió, a las Normas del Reglamento nacional de Edificaciones (saneamiento), RM 192-2018 VIVIENDA, también se consultaron libros para el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash y su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.

### 3.6. Matiz de consistencia

**Tabla N° 08:** Matriz de consistencia.

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2021</b>				
<b>Problema</b>	<b>Objetivos de la investigación</b>	<b>Marco teórico y Conceptual</b>	<b>Metodología</b>	<b>Referencias bibliográficas</b>
<p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>El principal problema que tiene el anexo del caserío de Taquilpon es que no cuenta con un buen servicio básico de agua potable, los habitantes del caserío de Taquilpon. Hacen uso del agua de las acequias o canales de regadillos agrícolas. El anexo del caserío de Taquilpon se encuentra ubicado en el distrito de Santa, provincia del Santa,</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.</p>	<p><b>Antecedentes</b></p> <p>Los antecedentes son referentes al diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.</p> <p>- Antecedentes Internacionales. - Antecedentes nacionales.</p> <p><b>Bases teóricas</b></p> <p>- Agua</p>	<p><b>Tipo y nivel de investigación</b></p> <p>Tipo de investigación será correlacional y corte transversal, correlacional porque tendrá como propósito determinar la incidencia en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la condición sanitaria del caserío de Taquilpon, distrito de Macate. y de corte transversal porque se estudiará los datos en un lapso de tiempo concluyente.</p>	<p>Monzón, J. J. “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017” [tesis en Internet]. [ Nuevo Chimbote – Perú]: Universidad César Vallejo; 2017 [citado 01 de octubre de 2018]. Disponible en : <a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/12264">https://hdl.handle.net/20.500.12692/12264</a></p>

<p>región Ancash. La población, padece de enfermedades digestivas y parasitosis, a causa de la deficiencia de los servicios básicos de agua potable.</p> <p>El Proyecto se identifica como uno de los prioritarios entre los que se tienen en el desarrollo del distrito de Macate, teniendo en cuenta que los habitantes del anexo del Caserío De Taquilpon no cuenta con un buen servicio de agua potable, por ese motivo es necesario mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a) Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.</p> <p>b) Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.</p> <p>c) Determinar la incidencia en la</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agua potable</li> <li>- Población de diseño</li> <li>- Sistema de abastecimiento de agua potable</li> <li>- Captación</li> <li>- Fuente</li> <li>- Afloramiento</li> <li>- Demanda de agua</li> <li>- Dotación</li> <li>- Caudal</li> <li>- Línea de conducción</li> <li>- Tuberías</li> <li>- Cámara rompe presión</li> <li>- Reservorio</li> <li>- Línea de aducción</li> </ul>	<p><b>Nivel de la investigación</b></p> <p>El nivel de la investigación tendrá una forma cualitativo y cuantitativo, se refiere que es cualitativo dado que se recolectara la información del estado situacional de la variable sistema de abastecimiento de agua potable actual y cuantitativo por que los datos obtenidos se tendrán que cuantificar (medir) para poder procesarlos.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>El diseño de la investigación aplicado, de acuerdo al tipo y nivel de investigación, fue no experimental y de corte transversal, donde el investigador realizó estudios sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observó los fenómenos</p>	<p>Agüero R. Guía Para El Diseño Y Construcción De [seriado en línea].; Lima, 2004. [Citado 27 mayo 2021].</p> <p>Disponible en:  <a href="http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1o%20de%20captacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf">http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1o%20de%20captacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf</a></p>
---	---	--	---	---

<p>potable del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash, mejorara la condición sanitaria de la población – 2021?</p>	<p>condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Ancash.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Red de distribución</li> <li>- Tipos de redes de distribución</li> <li>- Conexiones domiciliarias</li> </ul>	<p>en su ambiente natural para después analizarlos.</p> <p><b>Universo</b> El universo estará constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra estará constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Taquilpon, distrito de Macate, Región Áncash. - 2021.</p> <p><b>Definición y operacionalización de las variables</b> Variable, Definición Conceptual, Definición Operacional, Dimensiones Indicadores, Escala De Dimensión</p>	
--	--	---	---	--

**Fuente:** Elaboración propia (2021)



### **3.7. Principios éticos**

#### **✓ Ética para el inicio de la evaluación**

Para la realización de este proyecto se hizo la evaluación de manera responsable y ordenada en campo antes de ello, se pidió permiso a la autoridad responsable del Caserío de Taquilpon y a la vez explicarles los objetivos y la justificación de nuestra investigación para luego proceder a la zona de estudio, así una vez obteniendo el permiso por la autoridad comenzar con la ejecución del proyecto de investigación. En toda investigación se debe de respetar el cuidado del medio ambiente, las plantas y las personas por encima de los fines científicos. También se considera todas las fases de la actividad científica deben conducirse en base a los principios de la ética que rigen la investigación de la universidad ULADECH católica.

#### **✓ Ética en la recolección de datos**

Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación de forma visual de manera responsable. Ya que siendo así podremos obtener los resultados correctos conforme a lo estudiado en campo.

### **3.8.Aspectos generales del caserío de Taquilpon**

#### **3.8.1. Ubicación del proyecto**

##### **3.8.1.1. Aspectos físicos**

###### **a. Ubicación**

Ubicación política del caserío de taquilpon es la siguiente:

Distrito : Macate

Provincia : del Santa

Región : Ancash

Caserío : Taquilpon

Area : Rural

Codigo de ubigeo :021804

###### **b. Ubicación geográfica**

El caserío está ubicado en las siguientes coordenadas geográfica U.T.M.

Latitud Sur: 8° 40' 47.3" S (0813902)

Longitud Oeste: 78° 8' 51.2" W (9039276)

### 3.8.1.2. Ubicación del proyecto

figura 24: Ubicación de la región Áncash en el mapa político del Perú.



Fuente de elaboración propia (2021)

figura 25: Ubicación del distrito de Macate.



Fuente de elaboración propia (2021)

figura 26: localización del caserío de Taquilpon



Fuente de elaboración propia (2021)

**a. Vías de acceso:**

El acceso al caserío de Taquilpon es a través de la carretera Santa-Huallanca, con una pista asfaltada de doble vía con una distancia aproximada de 94 Km y un tiempo de recorrido de 1 hr 45min. En ómnibus, Para llegar al caserío de Taquilpon tenemos una carretera trocha carrózale que se realiza en un tiempo aproximado de 25 min.

**b. Climatología**

El clima del lugar es cálido, en tiempo de verano, con precipitaciones rutinarias en la estación de invierno. La temperatura oscila entre 28°C en verano y 18°C en invierno.

**c. Altitud**

El caserío de Taquilpon perteneciente al distrito de Macate, región de Ancash a una altitud promedio de 856.00 m.s.n.m.

**d. Topografía**

La topografía del terreno en el cual se encuentran ubicados las viviendas de los pobladores es semi plano, pero la ruta por donde está proyectado la línea de conducción es ligeramente accidentada. Desde la captación del agua potable hasta el caserío de Taquilpon tiene una longitud de 4020 km estando ubicado a una altura de 1050 msnm y el reservorio estando ubicado a una altitud de 860 msnm.

**e. Economía**

La población se dedica principalmente a la actividad agrícola y la crianza de animales menores. Los cultivos predominantes en la zona son: Palta, maíz mango, frejol.

### **3.8.1.3. Vivienda**

#### **a. Tipo de material**

Las viviendas están construidas en el caserío de Taquilpon el 100% es de material rustico hechos de adobe para las paredes y los techos cubiertos con eternit y las bases para el soporte del eternit es de caña Guayaquil propio de la zona.

#### **b. Educación**

El caserío de Taquilpon cuenta en la actualidad con un centro educativo nivel primaria donde la mayor parte de alumnos son del caserío de taquilpon y otra parte es de los alrededores del caserío de Taquilpon, en la actualidad el centro educativo Taquilpon con numero 88095 cuenta con un total de 20 alumnos y 02 docentes

## IV. Resultados

### 4.1 Resultados

1. **Dando respuesta al primer objetivo:** Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.

**Tabla N°09:** Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

COMPONENTES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN
<b>Captación</b>	aforo de fuente	1.00 lit/seg.
	tipo de captación	ladera y concentrada
<b>Línea de conducción</b>	longitud total de tramo	3+969.29 km
	tipo de conducción	por gravedad
	diámetro de tubería	1 1/2. plg - 2.00 plg.
	tipo de material	PVC clase 10
<b>Reservorio</b>	tipo de reservorio	apoyado
	geometría	rectangular
	tipo de material	concreto armado
	volumen de reservorio	10 m <sup>3</sup>
<b>Línea de aducción</b>	caudal	0.5 lit/seg
	tipo de conducción	por gravedad
	tipo de material	PVC clase 10
	diámetro de tubería	2.00 plg
<b>Red de distribución</b>	caudal	0.5 lit/seg
	tipo de conducción	por gravedad
	tipo de material	PVC clase 10
	diámetro de tubería	1 1/2. plg, 1.00 plg, 3/4 plg.

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

El sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad se estableció por medio de 5 componentes, que son los siguientes; una cámara de captación, línea de conducción, reservorio apoyado, línea de aducción y la red de distribución, todos estos componen sirven para el transporte y el almacenamiento del agua potable el cual va a beneficiar a todos los habitantes del caserío de Taquilpon, distrito de Macate, región Áncash.

2. **Dando respuesta al segundo objetivo:** Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.

**Tabla N°10:** Diseño hidráulico de la cámara de captación.

CAPTACION		
TIPO DE CAPTACIÓN	LADERA Y CONCENTRADA	
Caudal Máximo Diario (Qmd)	0.5 L/s	Caudal Maximo de la Fuente 1.00 L/s
<b>Diseño de Captación De Ladera Y Concentrada</b>	<b>1.1. Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)</b>	
	1.30 m	
	<b>1.2. Ancho de pantalla (b)</b>	
	1.10 cm	
	<b>b.- número de orificios (NA)</b>	
	3 orificios	<b>El diámetro del orificio</b> 2 plg
	<b>1.3. Altura de la cámara húmeda (Ht)</b>	
	1.10 m	
	<b>1.4. Dimensionamiento de la canastilla (CD)</b>	
	Longitud de canastilla	18 cm
	<b>1.5. Tubería de Rebose y limpieza</b>	
2plg	<b>Cono</b>	2.5 plg

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

El tipo de la captación se diseñó en base a las condiciones de un afloramiento natural, según los resultados obtenidos, tenemos las siguientes dimensiones la captación es de ladera y concentrada, el caudal de la fuente es de 1.00 l/seg. Y el caudal máximo diario Qmd de 0.5 l/seg. sus dimensiones son distancia entre punto de afloramiento y la cámara húmeda es de 1.30 m, ancho de pantalla 1.10 m, altura de la cámara húmeda 1.10 m, con 3 orificios de salida con un diámetro de 2 plg. Longitud de canastillas de 18 cm Y una tubería de limpia y rebose de 2 x 2.5 plg. Se diseñaron de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones R.N.E, resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA y se usó de guía el libro de

agua potable para poblaciones rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento Roger Agüero Pittman.

**Tabla N° 11:** Diseño hidráulico de la línea de conducción.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN			
TRAMO1 - CRP 1	FORMULA	CANT.	UNID.
Caudal máximo		1.00	Lits./seg
Longitud		720.00	m
Perdida de carga unitaria disponible	$hf = \frac{Desnivel}{Long.}$	0.08	m/m
Diámetro de tubería (comercial asumido)	$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$	1 1/2	plg
Velocidad	$V = \frac{1.9735 \times Q}{D^2}$	0.900	m/s
Perdida de carga unitaria	$hf = \left( \frac{Q}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$	0.026	m/m
Perdida de carga por tramo	LONGITUD X PERDIDA DE CARGA UNITARIA	18.490	m/m
Cota inicial(msnm)	Cota de terreno inicial	1 059.000	m.s.n.m
Cota final(msnm)	(Cota inicial – perdida de carga unitaria disponible)	1 040.510	m.s.n.m
Presión	(Cota final – cota inicial)	41.510	m
Tipo de Tubería	Clase de tubería	10	
Tipo de Material	PVC		

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

Se diseñó la línea de conducción con un caudal máximo diario de 1.00 lits/seg. Y una longitud del primer tramo de 720.00 m, con una velocidad de 0.90 m/s, el diámetro de tubería de la línea de conducción es de 1 ½ plg. La presión final del primer tramo es de 41.51 m y el tipo de tubería a usar es de clase 10 de PVC, según los resultados que se visualiza en la tabla, están dentro de lo normado según el reglamento nacional de edificaciones (R.N.E) y la resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA.

**Tabla N°12:** Diseño hidráulico del reservorio de almacenamiento de agua potable.

<b>RESERVORIO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>UNID.</b>
<b>Tipo</b>	Apoyado	
<b>Forma del reservorio</b>	rectangular	
<b>Caudal máximo diario</b>	0.50	Lit/seg
<b>Volúmen de regulación</b>	3.56	m <sup>3</sup>
<b>Volúmen Contra Incendio</b>	0.00	m <sup>3</sup>
<b>Volúmen de Reserva</b>	5.40	m <sup>3</sup>
<b>Volumen de Almacenamiento calculado</b>	8.96	m <sup>3</sup>
<b>Volumen útil Adaptado</b>	10.00	m <sup>3</sup>
<b>Tiempo de llenado del reservorio</b>	2.80	hrs
<b>Dimensionamiento del reservorio</b>		
<b>Ancho de la pared (b)</b>	2.50	m
<b>Largo de la pared (L)</b>	2.5	m
<b>Altura de agua (h)</b>	1.60	m
<b>Bordo libre (B.L.)</b>	0.30	m
<b>Altura total del reservorio (H)</b>	1.60	m
<b>Cota del reservorio</b>	859.00	m.s.n.m

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

Se diseñó el reservorio para el almacenamiento del agua potable para el caserío de Taquilpon a base del caudal máximo diario de 0.50 Lit/seg, el volumen de regulación es de 3.56 m<sup>3</sup>, el volumen de reserva 5.40 m<sup>3</sup> este volumen sirve en caso llegue a ver una avería en la línea de conducción y en el volumen contra incendio según la norma R.N.E nos dice que para poblaciones rurales menores a 10,000 habitantes no se considera el volumen contra incendio, el volumen calculado es de 8.70 m<sup>3</sup> pero según la resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA. Nos dice que para el diseño del volumen de almacenamiento que si el volumen calculado es mayor a 5 m<sup>3</sup> se utilizara un volumen de 10m<sup>3</sup>.

**Tabla N°13:** Cálculo hidráulico de la línea de aducción.

<b>LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNID.</b>
Cota de reservorio	858.00	msnm
Cota desde el reservorio al punto A	852.60	msnm
Caudal de diseño	0.5	Lt/seg
Longitud	78.00	m
Diámetro de tubería	2	plg.
Velocidad	0.25	m/s
Presion final	5.26	m.c.a
Clase de tubería	10	PVC

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

**Tabla N°14:** Cálculo hidráulico de la línea de distribución sistema ramificado.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA RAMIFICADO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNID.</b>
Caudal de diseño	0.5	Lt/seg
Diámetro de tubería	1 1/2	plg
	1	
	3/4	
velocidad de diseño	0.12 - 0.44	m/s
Presion	5.26 - 48.047	m.c.a
Longitud de tubería proyectada	4647	m
Clase de tubería	10	PVC

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

Se diseñó la línea de aducción y la red de distribución sistema ramificado según se observa los resultados de la tabla n° 04 y 05, se diseñó con un caudal máximo horario de 0.5 Lit/seg con diámetros calculados de 2 plg para la aducción y en la línea de distribución de 1 ½ plg, 1 plg, ¾ plg. Con velocidades de 0.12 a 0.44 m/s, donde también se obtuvo presiones mínimas de 5.26 m.c.a. y una presión máxima de 41.31 m.c.a. estas presiones están dentro de lo normado según el reglamento.

**Dando respuesta al tercer objetivo:** Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.

Para poder determinar la incidencia en la condición sanitaria se realizó mediante una encuesta socioeconómica a cada vivienda del Caserío de Taquilpon, el cual se muestra a continuación.

FORMAT 01		TITULO	ENCUESTA SOCIOECONÓMICA POBLACIONAL	
		Tesista	BACH. UCHALIN ALCALDE LIONAR FLORENTINO	
		Asesor	MGTR. GONZALO MIGUEL LEÓN DE LOS RÍOS	
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO O COMUNIDAD.</b>				
<b>1. Aspectos Generales</b>				
Comunidad / Caserío	Tquilpon	Distrito	Macate	
Provincia	Del Santa	Departamento	Áncash	
Datos Geo-referenciales	Altitud	x	y	
	856 msnm	813911	9039273	
Nombres y apellidos del encuestado	Olga Regina Cano Velasquez			
Número de integrantes de la familia	5			
<b>2. SERVICIOS</b>				
<b>1. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío?</b>				
Centro Educativo		Posta medica		
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>2. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable</b>			<b>3. Institución ejecutora</b>	
2000			Foncodes	
<b>3. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA</b>				
<b>4. Tenencia de la vivienda</b>				
Sólo vivienda <input type="checkbox"/>	Propia <input checked="" type="checkbox"/>	Alquilada <input type="checkbox"/>		
<b>5. Tipo de material predominante en la vivienda</b>				
Alquilada <input type="checkbox"/>	Adobe <input checked="" type="checkbox"/>	Madera <input type="checkbox"/>	Material noble <input type="checkbox"/>	Quincha <input type="checkbox"/>
<b>4. CONDICIÓN SANITARIA</b>				
<b>1. TIPOS DE SERVICIOS QUE CUENTA LA VIVIENDA</b>				
<b>6. Posee energía eléctrica</b>		<b>7. Red de agua</b>		
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>8. Red de desagüe</b>		<b>9. Pozo séptico/Letrina</b>		
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>4.1. COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO</b>				
<b>10. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable?</b>		<b>11. Numero comunidades que tienen acceso al SAP</b>		
62		2		
<b>12. Cuántas familias tiene el caserío</b>		37		
<b>13. ¿Cuál es el caudal de la fuente ?</b>		1.00 Lit/seg		
<b>14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema?</b>				
Manantial <input type="checkbox"/>	Pozo <input type="checkbox"/>	Ríos <input checked="" type="checkbox"/>	Lagunas <input type="checkbox"/>	
<b>15. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?</b>		7 días		
<b>16. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?</b>		4 horas		
<b>17. ¿Paga usted por el servicio de agua</b>		SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		

**18. La cantidad de agua que recibe es**  
suficiente  insuficiente

**19. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia?**  
SI  NO

**20. ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?**  
Tinajas o vasijas de barro  Galoneras   
Cilindro  Otro   
Pozo  Baldes

**4.2. CALIDAD DEL AGUA**

**21. La calidad del agua es** buena  mala  regular  **22. ¿El agua llega limpia o turbia?** Limpia todo el año  Turbia por días

**23. ¿Quién supervisa la calidad del agua?**  
Municipalidad  MINSA  JASS   
Otro  Nadie

**24. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses?**  
SI  NO

**25. ¿Está usted conforme con el servicio de agua potable?**  
SI  NO

**26. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica?**  
SI  NO

**27. ¿Cómo consume el agua para tomar?**  
Directo del depósito donde almacena  Directo del grifo (agua sin clorar)   
Directo del grifo (agua clorada por la JASS)  Hervida   
La cura o desinfecta antes de tomar  Otro

**28. ¿Estaría Ud. de acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable?**  
SI  NO  No opinan

**29. ¿Cree Ud. que con un nuevo proyecto de abastecimiento de agua potable mejorara la calidad de vida de la población?**  
SI  NO  No opinan

**30. ¿Cree Ud. que con un nuevo proyecto de abastecimiento de agua potable va a beneficiar al caserío o a la localidad?**  
SI  NO  No opinan

Nombre del encuestador:... Uchalin Alcalde Lionar Florentino Fecha: Mayo 2021

**FUENTE:** Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento SIRAS 2010.

**Tabla N° 15:** Tabla de asignación de puntajes.

<b>ASIGNACIÓN DE PUNTAJE DE CALIDAD DEL AGUA.</b>			
26. ¿Colocan cloro en el agua?			
SI <input type="checkbox"/>	(4 pts)	NO <input checked="" type="checkbox"/>	(1 pts)
27. ¿Cómo es el agua que consumen?			
Agua clara <input type="checkbox"/>	(4 pts)	Agua turbia <input type="checkbox"/>	( 3 pts)
Agua con elementos extraños <input checked="" type="checkbox"/>	(2 pts)	No hay agua <input type="checkbox"/>	(1 pts)
<b>Para el cálculo de la variable “calidad del agua” (V4) se utilizará la siguiente fórmula:</b>			
$E = \frac{\Sigma p26 + p27}{3} = 2$			
<b>El puntaje de V4 "calidad del agua" será:</b>			
Bueno		4 puntos	
Regular		3 puntos	
Malo		2 puntos	
Muy malo		1 puntos	
<b>Puntaje obtenido</b>	V4	2puntos	malo

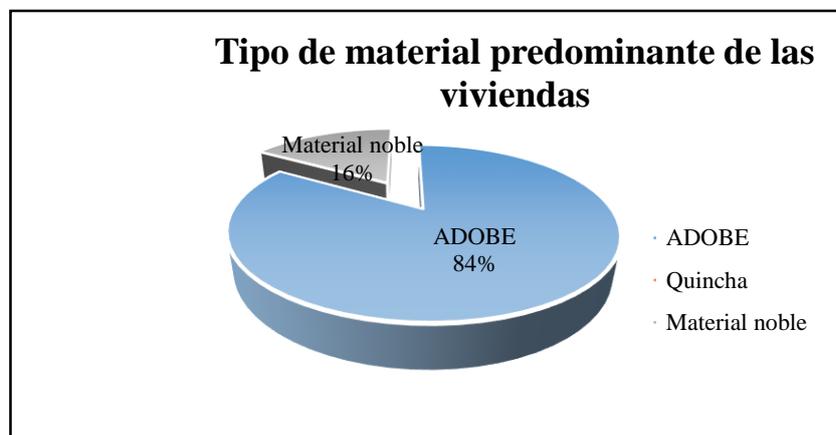
**Fuente:** SIRAS 2010.

**En la tabla N°15:** de acuerdo a las encuestas realizadas a cada vivienda del caserío de taquillón donde se le asigno por medio de un puntaje dándonos un resultado desfavorable para la calidad del agua el cual consumen los habitantes de cada vivienda.

**Tabla N° 16:** Tipo de material predominante de las viviendas.

ITEMS	Tipo de material predominante de las viviendas	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Adobe	31	84%
Quincha	0	0
Material noble	6	16%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



**Gráfico N° 01:** Tipo de material predominante de las viviendas.

**En el gráfico 01:** Se llegó a realizar las encuestas socioeconómicas a cada vivienda del Caserío de Taquilpon, donde se puede observar en el gráfico que el material predominante de las viviendas encuestadas es de adobe con un 84 % y material noble de 16%, cabe resaltar como es una zona rural parte sierra las viviendas están construidas mayormente de adobe.

**Tabla N° 17:** Servicio de agua potable.

ITEMS	La población cuenta con el servicio de agua potable	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Si	37	100%
No	0	0
Total	37	100%

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



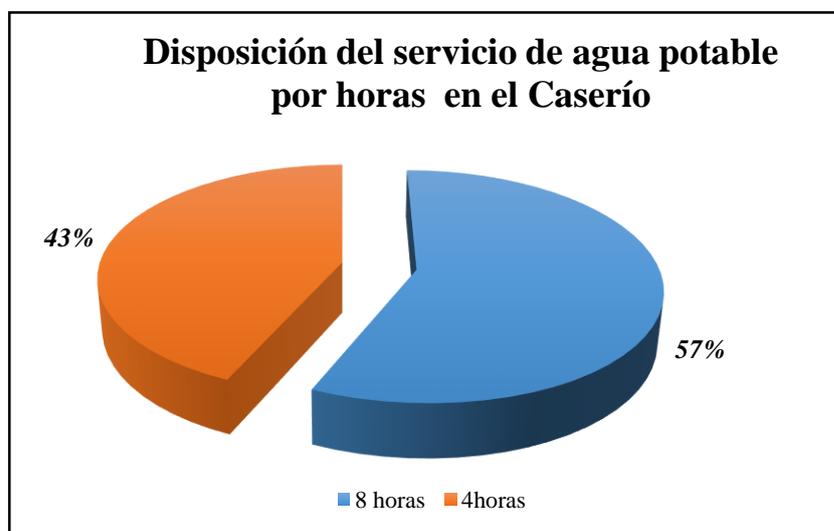
**Gráfico 02:** La población cuenta con el servicio de agua potable.

**En el gráfico N° 02:** De las viviendas encuestadas sobre el servicio de agua potable dio un resultado de un 100% según el gráfico 02, todas las viviendas cuentan con el servicio básico de agua potable.

**Tabla N° 18:** Disposición del servicio de agua potable por horas en el Caserío.

ITEMS	Disposición del servicio de agua potable por horas en el Caserío		
	N° de Viviendas	Horas diarias	Porcentajes
horas por día	21	8	57%
horas por día	16	4	43%
<b>Total</b>	<b>37</b>		<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



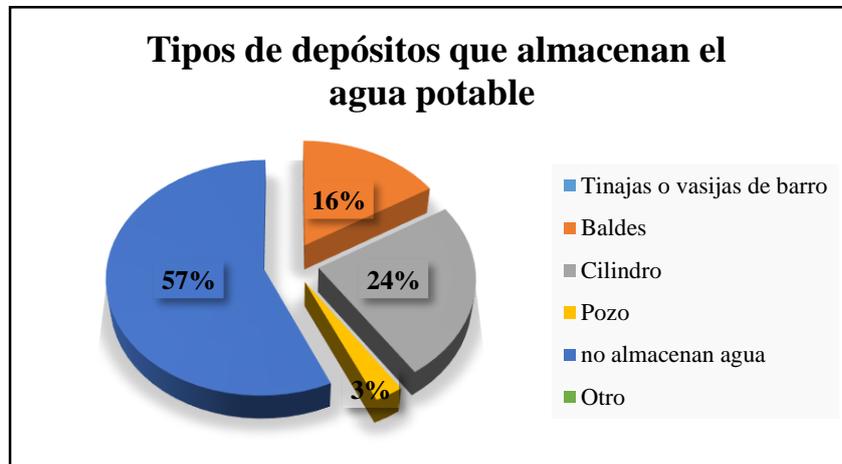
**Grafico 03:** Disposición del servicio de agua potable por horas en el Caserío.

**En el grafico N° 03:** En la encuesta realizada se llegó a conocer que la cobertura del agua potable no es igual para todas las viviendas, según el grafico n° 03 se observa que el 57% de la población cuenta con 8 horas diarias, mientras el 43% de la población tiene acceso al agua solo 4 horas al día.

**Tabla N° 19:** Tipos de depósitos que almacena el agua potable.

ITEMS	Tipos de depósitos que almacenan el agua	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Tinajas o vasijas de barro	0	0
Baldes	6	16%
Cilindro	9	24%
Pozo	1	3%
No almacenan agua	21	57%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia2021.



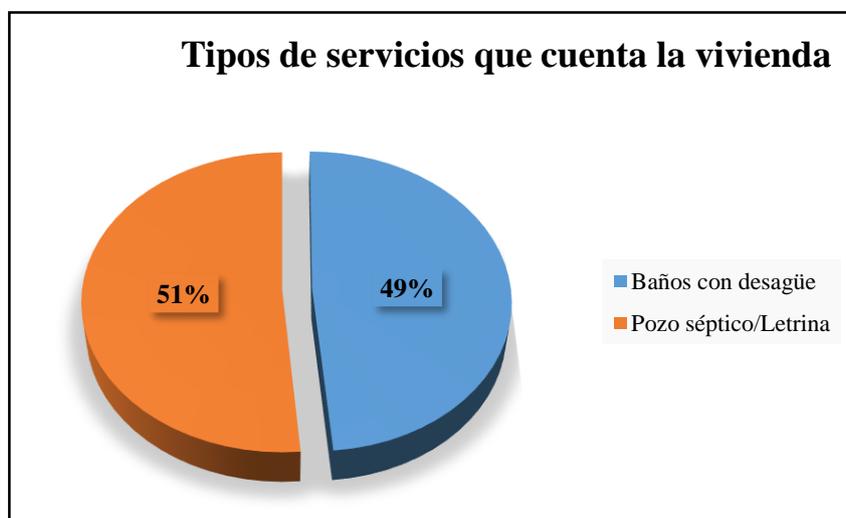
**Gráfico N° 04:** Tipos de depósitos que almacenan el agua potable.

**En el gráfico 04:** Como se ve en los anteriores gráficos y cuadros, el caserío cuenta con el servicio de agua potable, pero la distribución es desigual para las viviendas. Los habitantes del caserío almacenan el agua para su uso diario como se ve en el gráfico n°03, solo el 57% de la población no almacenan el agua potable, pero el 24% de la población almacenan el agua en cilindros, el 16% en baldes y el 3% en pozos de agua. esto nos indica que la cobertura del agua potable es insuficiente para la población no cumpliendo con los estándares y el caudal máximo diario necesario para cada vivienda.

**Tabla N° 20:** Tipos de servicios que cuenta la vivienda

ITEMS	Tipos de servicios que cuenta la vivienda	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Baños con desagüe	18	49%
Pozo séptico/Letrina	19	51%
Total	37	100%

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



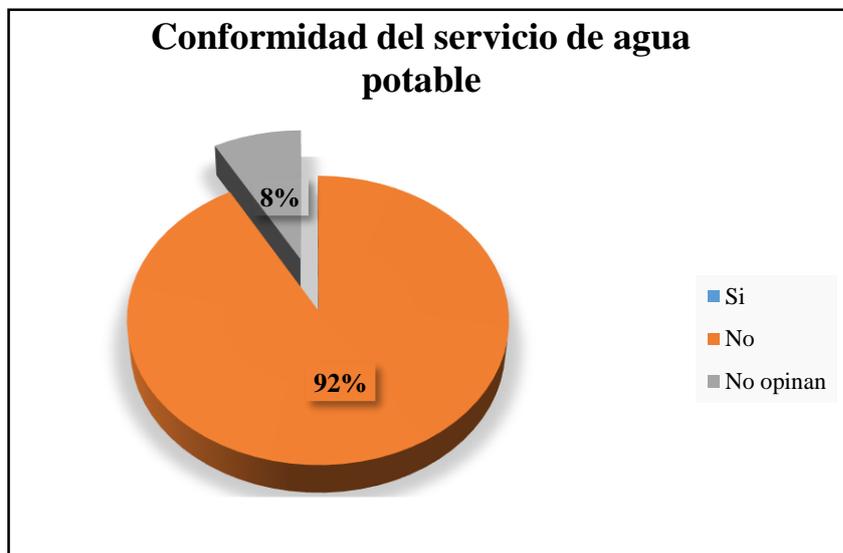
**Gráfico 05:** Tipos de servicios que cuenta la vivienda.

**En el gráfico N° 05:** Se llegó a conocer que en el caserío de Taquilpon, al realizar las encuestas socioeconómicas se pudo observar que del 100% de las viviendas, solo el 49% cuentan con baños con desagüe mientras que el 51% de la población cuenta con pozos sépticos. Esto nos hace entender que la población tiene un déficit en las condiciones básicas, tanto en agua potable como en las disposiciones sanitarias.

**Tabla N° 21:** Tipos de depósitos en el que almacenan el agua potable.

ITEMS	Conformidad del servicio de agua potable	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Si	0	0
No	34	92%
No opinan	3	8%
Total	37	100%

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



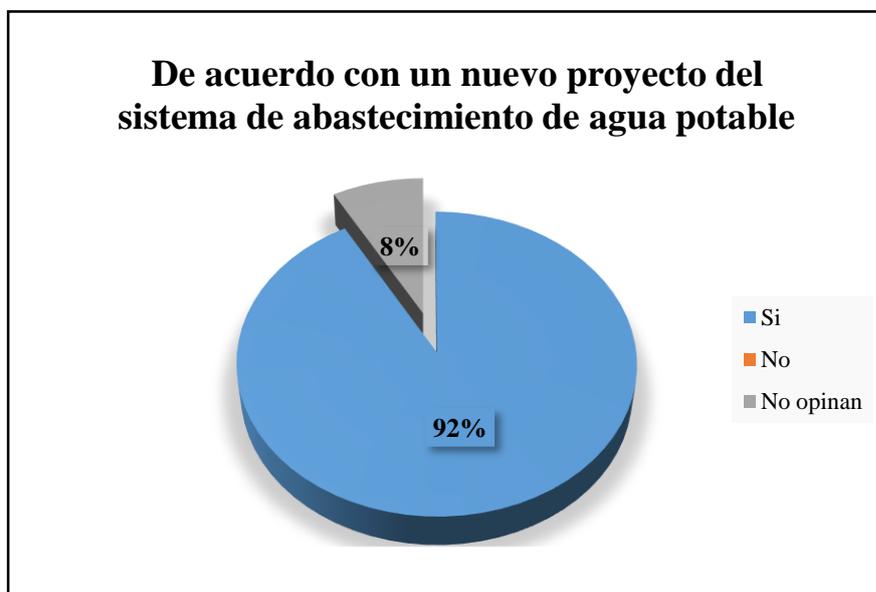
**Gráfico N° 06:** Conformidad del servicio de agua potable.

**En el gráfico 06:** Según las encuestas realizadas llegamos a los resultados y según el gráfico n° 06, podemos observar que el 92% de la población no están conformes con el servicio de agua potable y un 8% no opinan porque son viviendas no habitadas incluido el centro educativo de nivel primaria.

**Tabla N° 22:** De acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable.

ITEMS	De acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable	
	N° de Viviendas	Porcentajes
Si	34	92%
No	0	0
No opinan	3	8%
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021.



**Gráfico 07:** De acuerdo con un nuevo proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable.

**En el gráfico N° 07:** Se realizó la encuesta y se planteó la pregunta que si estaban de acuerdo con un nuevo proyecto de abastecimiento de agua potable y el 92% de los encuestados respondieron que si según el gráfico n° 07.

## 4.2 Análisis de los resultados

1. Haciendo un análisis a los resultados del objetivo específico: Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.

se estableció el sistema de abastecimiento de agua potable, considerando los aspectos generales del reglamento nacional de edificación (R.N.E) Obras de saneamiento y la resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA.

2. Haciendo un análisis a los resultados del objetivo Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash.

Captación: En el diseño de la cámara de captación de ladera se tomó encuentra el reglamento nacional de edificaciones Obras de saneamiento, resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA, para poder realizar el diseño de la de la captación se usó como base de guía el libro agua potable para poblaciones rurales “Roger Aguero Pittman”, de igual manera en la presente tesis de Carranza Machado C. tiene como título: Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento, del sistema de abastecimiento de agua potable, para el Caserío de Quihuay, distrito Macate, Provincia del Santa, Región Áncash. Empleo los mismos reglamentos y también empleo el mismo libro como base de guía para el diseño de la cámara de captación.

Línea de conducción: Para realizar los cálculos hidráulicos de la línea de conducción se diseñó en base a los parámetros de nuestro reglamento nacional de edificaciones como según manda en los parámetros, la velocidad menor es de 0.6 m/s y la velocidad mayor es de 5 m/s para tuberías de PVC, diámetros de tubería se diseñan mediante la ecuación de Hazen y Williams, de igual manera en la presente tesis de Mabel VSB tiene como título: Diseño del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Guantopolo Tiglán Parroquia Zumbahua Cantón Pujilí Provincia De Cotopaxi. Para poder determinar su diseño uso como norma de su propio país del Ecuador el cual es NTE INEN 1 108: 2014, según su norma sus parámetros de los rangos de velocidades están entre 0,45 – 2.5 m/s para tuberías de PVC, mientras en nuestra R.N.E los rangos son de 0.6 – 5 m/s. para tuberías de PVC.

Reservorio: Se llegó a diseñar el reservorio de agua potable para una población de futura de 178 hab. con una tasa de crecimiento anual proyectado para el año 2021 de 0.4%, para el volumen de regulación se consideró un 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_p$ ) dando como resultado un volumen de regulación 3.56 m<sup>3</sup>, para el volumen de reserva se consideró en base aun un tiempo que se pueda arreglar una avería que pueda existir en la línea de conducción ( $V_{res} = 3hrs \times Q_{md}$ ) dando como resultado 5.40 m<sup>3</sup> Y se llegó a determinar un volumen de almacenamiento calculado de 8.96 m<sup>3</sup>, pero según los parámetros de diseño de dicha resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA que si el volumen es  $>5$  m<sup>3</sup> hasta  $\leq 10$  m<sup>3</sup> se utilizara un

reservorio de diseño de 10 m<sup>3</sup>. De igual manera en la presente tesis de Cayetano LAS, tiene como título: Realizar el diseño hidráulico del sistema proyectado de agua potable de la localidad de Chirchir, Distrito de Condebamba - Cajamarca. para el diseño de su población futura unos una tasa de crecimiento de 2.91%, para los demás cálculos de diseño del reservorio uso los parámetros de la resolución ministerial RM-173-2016- Vivienda.

Red de distribución: Para el diseño de red de distribución se diseñó con un caudal máximo horario se determinó mediante el coeficiente de variación K<sub>2</sub> por el consumo promedio diario (Q<sub>m</sub>) dando como resultado 0.353 Lit/seg, el cual abastecerá a una población de 178 habitantes, también nos dio como resultado velocidades mínimas de 0.12 m/s y 0.44 m/s, con presiones de 5.26 m.c.a y 41.31 m.c.a, se ubicó 4 cámaras rompe presión, esto es necesario para disminuir las presiones máximas causadas por las diferencia de alturas que hay en el terreno, el tubería a usar será de clase 10 PVC. de según el reglamento nacional de edificaciones (obras de saneamiento) y resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA dice que la velocidad mínima es de 0.6 m/s y no mayor de 3m/s para red de distribución también nos dice que la presión mínima es de 5 m.c.a y máxima 50 m.c.a, de igual manera en la presente tesis de Díaz HJ. Nos dice que, según sus normas de Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural, del país de Nicaragua que las presiones permisibles es de 5 a 50 m.c.a, estas presiones son muy similares a las que manda nuestro reglamento nacional de edificaciones y la resolución ministerial RM- N° 192-2018-VIVIENDA, sus velocidades mínimas es de

0.12 m/s las que establece su propia norma, haciendo una comparación de resultados las velocidades son similares en ambos casos como también se obtuvieron diámetros mínimo de  $\frac{3}{4}$  de plg..

3. Haciendo un análisis a los resultados del objetivo específico: Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, región Áncash. De acuerdo a las encuestas realizadas a todas las viviendas del caserío de Taquilpon como se puede observar en los gráficos de las páginas 71-76, se puede decir que la condición sanitaria de todos los habitantes no es tan buena, ya que están propensos a contraer cualquier tipo de enfermedades digestivas y parasitarias y de otro tipo de contaminantes que puede tener el agua que ellos usan, esto se debe porque su sistema de abastecimiento de agua se encuentra en mal estado y es abastecido directamente de agua de río sin tener ningún tipo de tratamiento, es por eso que el caserío de Taquilpon urge con suma emergencia con un nuevo diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, a esto hacemos mención que en los tiempos de lluvia en las partes altas de la sierra trae consigo aguas contaminadas y llenas de lodos a casusa de los huaycos .

## V. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

1. Se concluye el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, respetando los estándares, los cuales establece las normas usadas para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
2. Se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable con los siguientes componentes, la captación es de ladera y concentrada con un caudal propio de la fuente de 1 Lit/seg, distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda es de 1.30 m, el ancho de pantalla de la cámara húmeda es de 1.10 m, con 3 orificios de salida de agua del afloramiento hacia la cámara húmeda con un diámetro de 2 plg, la altura de la cámara húmeda es de 1.10 m, la dimensión de la canastilla es de 18 cm, una tubería de limpieza de 2.5 plg y rebose de 2 plg. La tubería de la línea de conducción es de 1 ½ plg, con velocidades de 0.9 m/s cuenta con 3 cámaras rompe presiones, una longitud de tubería de 3+969.29 m, la clase de tubería a usar es de 10 PVC, se diseñó el reservorio con el volumen de regulación y el volumen de reserva, llegando a obtener un volumen total de 10 m<sup>3</sup> el cual cubrirá al 100% el gasto diario de la población, se diseñó la tubería de la línea de aducción y la red de distribución con un caudal máximo horario de 0.5 lit/seg, en la red de distribución se obtuvieron velocidades mínimas y máximas de 0.12 - 0.44 m/s, las velocidades obtenidas en el diseño son inferiores a las que manda las

normas , los diámetros de tubería a usar según los resultaos fueron de 2 plg 1 ½, 1 y ¾ de plg, la clase de tubería a usar es de 10 PVC,

3. Se concluye que con las encuestas realizadas a cada una de las viviendas del caserío de Taquilpon, la condición de vida no es buena porque todas las viviendas del caserío no cuentan con una buena cobertura del agua potable, los habitantes consumen el agua del propio rio y sin ningún tipo de tratamiento hace mencionar que el sistema de abastecimiento de agua potable esta abastecido directamente del rio, por otra parte los resultados del análisis físicoquímico y microbiológico, realizados a la fuente de agua donde estaban captando el agua, nos dio como resultado, la Conductividad 25 °C ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) es de 2340, Sólidos Disueltos Totales mg/L es de 1660, estos se encuentran elevados de los parámetros establecidos, según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, en donde se determina que para poder tratar el agua tendría un costo elevado.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda que la ejecución del presente Proyecto debe de realizarse respetando los parámetros de diseño hidráulico como también las dimensiones de cada componente de un sistema de abastecimiento de agua potable establecido por la norma vigente del R.N.E.
  
- Se recomienda a los futuros investigadores, seguir realizando proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, en beneficio de la población.
  
- Se recomienda a las autoridades del caserío de Taquilpon, gestionar el servicio de agua potable el cual va a mejorar la calidad de vida de la población, como también de prevenir la contaminación en la fuente de abastecimiento de agua y así poder evitar enfermedades en la población.

## Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial De la Salud. Calidad Del Agua Potable. who.int [seriado en línea].; Julio de 2017 [Citado 22mayo 2021 ]. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/)
2. Organización Mundial De la Salud. Calidad Del Agua Potable. who.int [seriado en línea].; Julio de 2017 [Citado 22mayo 2021]. Disponible en:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
3. Tabra S. La preocupante y desigual situación del agua en el Perú. servindi.org. [seriado en línea].; marzo, 2013. [Citado 22mayo 2021]. Disponible en:  
<https://www.servindi.org/actualidad/84511>
4. Casimiro CMC. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, Provincia de Maraón, Departamento de Huánuco – Perú, 2019 [tesis en Internet]. [Piura]: Universidad Nacional de Piura; 2019. [Citado 22mayo 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2203>
5. Cayetano LAS. Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Chirchir, distrito de Condebamba - Cajamarca [Tesis en Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. [Citado 22mayo 2021]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11643>

6. Monzón, J. J. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017 [tesis en Internet]. [ Nuevo Chimbote – Perú]: Universidad César Vallejo; 2017 [Citado 22mayo 2021]. Disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12264>
  
7. Carranza Machado C. Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento, del sistema de abastecimiento de agua potable, para el Caserío de Quihuay, distrito Macate, Provincia del Santa, Región Áncash - 2017. [tesis en Internet]. [Chimbote – Perú]: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2017. [Citado 22mayo 2021]. disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/16303>
  
8. Vásquez Samaniego BM. Diseño del sistema de agua potable de la comunidad de Guantopolo Tiglán parroquia Zumbahua cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. [tesis en Internet]. [Quito]: Universidad Central Ecuador; 2016. [Citado 22mayo 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8907>
  
9. González J.A. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. [tesis en Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2011. [Citado 22 mayo 2021]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3296\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3296_C.pdf)

10. Mabel VSB. Diseño del sistema de agua potable de la Comunidad de Guantopolo Tigrán Parroquia Zumbahua Cantón Pujilí Provincia de Cotopaxi [tesis en Internet]. [Quito]: Universidad Central Ecuador; 2016 [Citado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8907>
  
11. Hilton Jonathan Díaz, Laguna Edwin José López Canda. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de las Comunidades Rurales los Jocotes y Vista Alegre sector III, Municipio de Masaya, Departamento de Masaya. [Tesis en Internet]. [Managua, Nicaragua]: Universidad Nacional de Ingeniería; 2011. [Citado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNI1042>
  
12. Valdivieso A. ¿Qué es el agua? [Internet]. iagua.es. [Citado 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
  
13. Servicio de Prevención y Promoción de la Salud. manual para manipuladores de alimentos: abastecimiento de agua [Internet]. gobierno de Aragón; 2019. [Citado 22 mayo 2021 ]. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/salud-ambiental-2><https://www.aragon.es/-/salud-ambiental-2>
  
14. Pérez J y Merino M. Perú. Definición agua-potable. [Página en internet]. 2015. [Citado 22 mayo 2021]; Disponible en: <https://definicion.de/agua-potable/>

15. Essap. La importancia del agua potable [Internet]. José Berges 516 entre San José y Brasil: Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. [Citado 22 mayo 2021]. Disponible en:  
<http://www.essap.com.py/32217a53b4c76b11a4d967a6ff0dfc14/>
16. Periodo de Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario [Internet]. Blogspot - Apuntes ingeniería civil. 17 de abril de 2011 [citado 23 mayo 2021]. Disponible en:  
<http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/04/periodo-de-diseno-de-la-red-de.html>
17. Ruiz pr. Abastecimiento de agua. Alfa Omega México; agosto 2001. 499 p.
18. Pedro Lopez. Abastecimiento de agua y disposicion y eliminaciones escretas. Primera edicion, editor. Alfa omega e Instituto Politécnico Nacional. Mexico: ed. Marcombo;1994. 296 p.
19. Métodos para el cálculo de la población futura [Internet]. Yj contadores e ingeniero - Todo sobre contabilidad e Ingeniería, información y contenido en general. 10 diciembre 2018 [22 mayo 2021]. Recuperado a partir de:  
<https://yjcontadoreseingenieros.com/2018/12/10/metodos-para-el-calculo-de-la-poblacion-futura/>
20. Batres Mina JG, Flores Ventura DI, Quintanilla Hernández AE. Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño Del Alcantarillado Sanitario Y De Aguas Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen, Departamento De

Chalatenango. [ Para Optar Al Título De Ingeniero Civil]. San Salvador: Universidad De El Salvador [seriado en línea].; Enero De 2010. [Citado 22 mayo 2021].  
Disponibile en:

[http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Redise%C3%B1o\\_del\\_sistema\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable%2C\\_dise%C3%B1o\\_del\\_alcantarillado\\_sanitario\\_y\\_de\\_aguas\\_lluvias\\_par\\_el\\_municipio\\_de\\_San\\_Luis\\_del\\_Carmen%2C.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Redise%C3%B1o_del_sistema_de_abastecimiento_de_agua_potable%2C_dise%C3%B1o_del_alcantarillado_sanitario_y_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de_San_Luis_del_Carmen%2C.pdf)

21. Gamarra LP. agua y saneamiento n°1- operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento. [Internet]. Lima: CARE -PERU; 2001. 98 p.

Disponibile en:

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CARE%20PERU%202001.%20Agua%20potable%20en%20zonas%20rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CARE%20PERU%202001.%20Agua%20potable%20en%20zonas%20rurales.pdf)

22. Vierendel. abastecimiento de agua y alcantarillado. 4th ed.; Octubre del 2009.

23. Baldelomar O. AL, Vargas C. J. Captación De Aguas Superficiales. [seriado en línea].; febrero de 2015. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

<https://prezi.com/k4l6ysyanrsu/captacion-de-aguas-superficiales/>

24. Fuentes Yagüe J. Aguas Subterráneas [seriado en línea].; 1992. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

[http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_01.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf)

25. Agüero R. Guía Para El Diseño Y Construcción De [seriado en línea].; Lima, 2004. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

[http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017\\_roger\\_dise%C3%B1ocaptacionmanantiales/captacion\\_manantiales.pdf](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1ocaptacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf)

26. Saraemor. Introducción a los Sistemas de Abastecimiento de agua potable. [seriado en línea].; octubre 2008. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

<https://saraemor.wordpress.com/componentes-de-un-sistema-de-abastecimiento/>

27. Merlo M. Agua en continuo en movimiento. La hidrosfera. [Página en internet].2006. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2578/html/43\\_afloramientos.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2578/html/43_afloramientos.html)

28. Castellón F. Método de Aforo de Fuentes Superficiales. [Diapositiva] 2015. [Citado 27 mayo 2021]; [20 diapositivas]. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/mariocastellon/mtodos-de-aforo>

29. Rodríguez Rodríguez S. Abastecimiento Y Distribución De Agua. Tom O Iii Ed. México: Uanl; noviembre 1965

30. Rodríguez P. Abastecimiento de agua. [Seriada en Línea] 2001. [Citado 27 mayo 2021]. Disponible en:

<http://civilgeeks.com/2010/09/03/libro-deabastecimiento-de-agua-potable/>

31. Humberto L. Conceptos de Hidráulicas. [Seriado en Línea].2016 [Citado 27 mayo 2021]; Disponible en:

<https://es.slideshare.net/LuisHumbertoBolivarm/conceptos-de-hidraulica>

32. Pittman RA. Agua potable para poblaciones rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. 1997th ed. Lince. Lima, 14, Perú.: Servicios Educativos Rurales - SER; 1870. 167 p.
33. Seguil P. línea de conducción. [seriado en línea]. 2015 [Citado 27 mayo 2021]; disponible en: <https://es.slideshare.net/pool2014/linea-de-conduccion>
34. Rebollo LF. Movimiento del agua en el subsuelo [Internet]. portal.uah.es. 2016 [Citado 27 mayo 2021]. disponible en: [https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP\\_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-67044/TAB42351/T4-Movimiento%20del%20agua%20en%20el%20subsuelo.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-67044/TAB42351/T4-Movimiento%20del%20agua%20en%20el%20subsuelo.pdf)
35. Gómez Hernández M. Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20000 habitantes y alta variación estacional [tesis en Internet]. [España]: Universidad politécnica de valencia; 2013 [Citado 27 mayo 2021]. disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49890/TFG%20COMPLETO\\_14043377364564795750704074045383.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49890/TFG%20COMPLETO_14043377364564795750704074045383.pdf?sequence=3)
36. Ricardo. Cámara rompe presión [Internet]. es.slideshare.net. 19 Sep., 2016 [Citado 27 mayo 2021]. disponible en : <https://www.slideshare.net/ricardo126126/camara-rompe-presion>
37. Emapad. Reservorios de agua. [Seriado en línea] 2014. [Citado 27 mayo 2021]. disponible en: <http://www.emapad.gob.ec/home/9-ultimas-noticias/121-reservorios-de-agua>

38. Espejo h. Almacenamiento de agua [Internet]. es.slideshare.net. 16 Nov, 2016. [Citado 27 mayo 2021]. disponible en:  
<https://www.slideshare.net/humbertoespejo2/almacenamiento-de-agua-69033318>
39. Reglamento nacional de edificaciones - OS.030. Almacenamiento de agua para consumo humano [Internet]. Lima - Perú; 2006. [citado 28 mayo 2021]. pp. 3. Disponible en:  
<https://civilmas.net/normas-tecnicas/reglamento-nacional-de-edificaciones-2018/>
40. Rojas C. Optimización de línea de aducción. [Internet]. blogspot. 2012. [Citado 27 mayo 2021]. disponible en: <http://ingcamilarojas.blogspot.com/2012/03/linea-de-aduccion.html>
41. Arnalich Castañeda S. Abastecimiento de Agua por Gravedad. Primera Edición ed. Kabul, Afganistán: uman; enero 2008.
42. Spuhler EGD. Red de distribución comunitaria [Internet]. sswm.info. 2016. [Citado 28 mayo 2021]. Disponible en: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria>
43. Instrucciones técnicas para redes de abastecimiento [Internet]. emasa-metropolitana. 2013. [Citado 27 mayo 2021]. disponible en: <http://www.emasesa.com/wp-content/uploads/2013/11/Instrucciones-tecnicas-y-planos-para-redes-de-abastecimiento.pdf>

44. Gonza A, Paucar J.(dir) manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales [internet]. Agualimpia fomin. 2013. [Citado 27 mayo 2021]. disponible en:  
<http://agualimpia.org/pdf/AGUALIMPIA%20Manual%20OyM%20Agua%20Potable%20rural%20final.pdf>
45. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Sunass promueve valoración del agua potable a nivel nacional [Internet]. sunass.gob.pe. 4 de octubre de 2019. [Citado 18 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://www.sunass.gob.pe/lima/sunass-promueve-valoracion-del-agua-potable-a-nivel-nacional/>
46. Perú21. La importancia del agua frente al coronavirus [Internet]. Perú21.pe. 22/marzo/2020 [Citado 18 mayo 2021]. Disponible en:  
<https://peru21.pe/peru/coronavirus-en-peru-dia-mundial-del-agua-la-importancia-del-agua-frente-al-coronavirus-noticia/>

# **ANEXOS**

Anexo 1: Consentimiento informado.

  
UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES  
CHIMBOTE

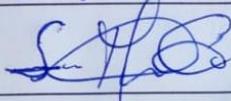
**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Lionar Uchalin Alcalde DNI: 44201817**, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada: **“Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Ranta, región Ancash – 2021”**

- La entrevista durará aproximadamente .5... minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: **lionaruchalin\_09hotmail.com** o al número **996343237** Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico **webmaster@uladech.edu.pe**

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Sergio Ismael Menacho Cano
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	17- Mayo - 2021

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA EN INVESTIGACION - ULADECH

**Anexo 2: Presupuesto.**

<b>Presupuesto desembolsable</b>						
<b>Categoría</b>	<b>Unidad</b>	<b>Veces</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>Suministros</b>						<b>262.00</b>
Impresiones	Unidad	1	220.00	0.15	33.00	
Ploteo de planos	Unidad	1	13.00	4.00	52.00	
Empastado	Unidad	1	1.00	40.00	40.00	
Papel bond A-4 (500 hojas)	Unidad	1	1.00	14.00	14.00	
Lapiceros, plumones	Global	1	1.00	5.00	5.00	
Pintura spray	Unidad	1	2.00	5.00	10.00	
Wincha	Unidad	1	1.00	8.00	8.00	
Uso de Turnitin	Global	1	1.00	100.00	100.00	
<b>Gastos de viaje</b>						<b>450.00</b>
almuerzo y desayuno	dia	3	4.00	15.00	180.00	
Pasajes para recolectar información	Global	3	0.00	60.00	180.00	
Personal de apoyo en topografía	dia	3	1.00	30.00	90.00	
<b>Trabajos en gabinete</b>						<b>300.00</b>
Elaboración de planos	global	1		300.00	300.00	
<b>Estudios</b>						<b>670</b>
Alquiler de estación total	Global	3		100.00	300.00	
Alquiler de Gps	Global	3		20.00	60.00	
Análisis de agua	Global	1		150.00	150.00	
Uso de Internet (Búsqueda de información en base de datos)	mes	4	1.00	40.00	160.00	
<b>Total (S/.)</b>						<b>1682.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2021

**ANEXOS 3: panel fotográfico**



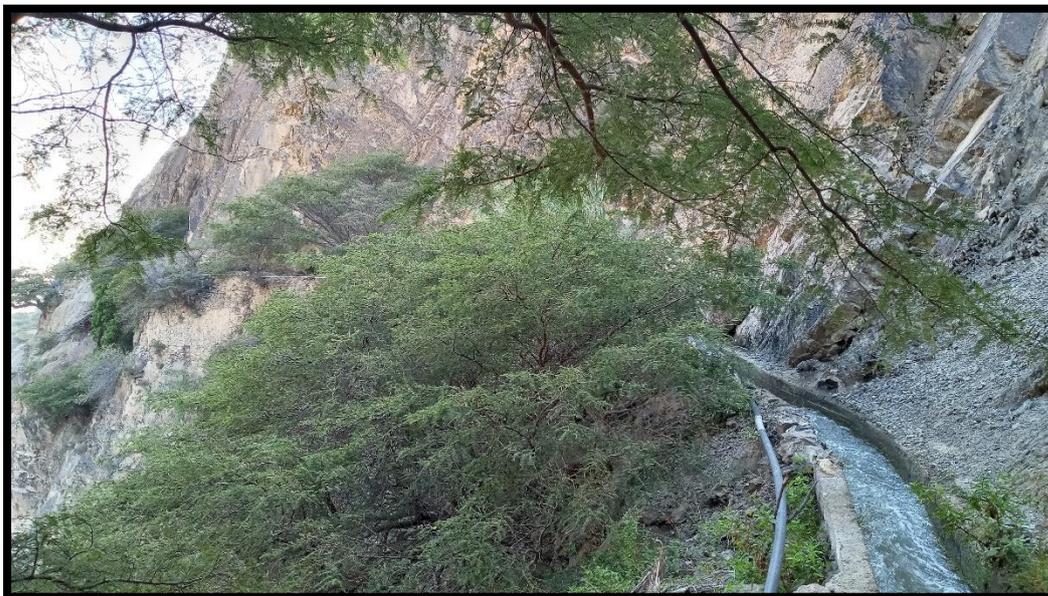
**Fotografía N° 01:** Vista Panorámica del Caserío Taquilpon



**Fotografía N° 02:** Captación actual de la fuente de agua para el caserío taquilpon.



**Fotografía N° 03:** En la imagen se observa que el sistema de abastecimiento de agua, está siendo abastecido por agua del canal de riego.



**Fotografía N° 04:** En la imagen se observa la línea de conducción existente está expuesto a la intemperie.



**Fotografía N° 05:** Cámara rompe presión CRP. n°06 actual del caserío de Taquilpon.



**Fotografía N° 06:** Reservorio de agua potable actual del caserío de Taquilpon.



**Fotografía N° 07:** En la imagen se observa que se está realizando las encuestas socio-económicas poblacional en el caserío de Taquilpon.



**Fotografía N° 08:** En la imagen se observa que se está realizando llevando la muestra de agua para el análisis fisicoquímico y microbiológico.



**Fotografía N° 09:** En la imagen se observa que se está realizando el levantamiento topográfico.



**Fotografía N° 10:** En la imagen se observa que se está realizando la topografía para la distribución del agua potable.



**Fotografía N° 11:** En la imagen se puede observar que se está haciendo la topografía y también las condiciones humildes de los habitantes del caserío de Taquilpon

**Anexo 4: Encuesta socioeconómica poblacional.**

**Formato N° 1:** Información general del Caserío de Taquilpon Distrito de Macate.

<b>FORMAT</b> <b>01</b>	<b>TITULO</b>	<b>ENCUESTA SOCIOECONÓMICA POBLACIONAL</b>		
	<b>Tesista</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE LIONAR FLORENTINO		
	<b>Asesor</b>	MGTR. GONZALO MIGUEL LEÓN DE LOS RÍOS		
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO O COMUNIDAD.</b>				
<b>1. Aspectos Generales</b>				
<b>Comunidad / Caserío</b>		Tquilpon	<b>Distrito</b>	Macate
<b>Provincia</b>		Del Santa	<b>Departamento</b>	Áncash
<b>Datos Geo-referenciales</b>		<b>Altitud</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
<b>Nombres y apellidos del encuestado</b>				
<b>Número de integrantes de la familia</b>				
<b>2. SERVICIOS</b>				
<b>1. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío?</b>				
Centro Educativo		Posta medica		
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>2. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable</b>			<b>3. Institución ejecutora</b>	
<input type="text"/>			<input type="text"/>	
<b>3. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA</b>				
<b>4. Tenencia de la vivienda</b>				
Sólo vivienda	Propia	Alquilada		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>5. Tipo de material predominante en la vivienda</b>				
Alquilada	Adobe	Madera	Material noble	Quincha
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4. CONDICIÓN SANITARIA</b>				
<b>1. TIPOS DE SERVICIOS QUE CUENTA LA VIVIENDA</b>				
<b>6. Posee energía eléctrica</b>		<b>7. Red de agua</b>		
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>8. Red de desagüe</b>		<b>9. Pozo séptico/Letrina</b>		
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
<b>4.1. COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO</b>				
<b>10. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable?</b>		<b>11. Numero comunidades que tienen acceso al SAP</b>		
<input type="text"/>		<input type="text"/>		
<b>12. Cuántas familias tiene el caserío</b>		<input type="text"/>		
<b>13. ¿Cuál es el caudal de la fuente ?</b>		<input type="text"/> Lit/seg		
<b>14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema?</b>				
Manantial <input type="checkbox"/>	Pozo <input type="checkbox"/>	Ríos <input type="checkbox"/>	Lagunas <input type="checkbox"/>	
<b>15. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?</b>				<input type="text"/>
<b>16. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?</b>				<input type="text"/>
<b>17. ¿Paga usted por el servicio de agua</b>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	



**ANEXO 4.1. Fichas de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.**

**Ficha N° 01: Cálculo hidráulico de la captación.**

<b>FICHA N° 01</b>		<b>CALCULO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.		
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO		
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL		
<b>LUGAR:</b>	<b>DISTRITO:</b>	<b>REGIÓN:</b>	<b>FECHA:</b>
<b>PROVINCIA:</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN DE LADERA Y CONCENTRADA</b>		
<b>DATOS</b>	Caudal Maximo de la Fuente	Gasto Máximo diario	
	1. Velocidad de Pase	2. Perdida de Carga en el Orificio	3. Perdida de Carga entre el Afloramiento y la Caja de Captacion ( Hf)
1.- Distancia entre el Punto de afloramiento y la Cámara Humeda ( L )	4. Distancia entre el Afloramiento y la Caja de Captacion ( L)		
2.- Ancho de la Panfalla (b)	<b>3.- Altura de la Cámara humeda (Ht)</b>		
	A=Se considera una altura minima - sedimentacion	B= Se considera el Diametro de la Tubería de salida	D= Desnivel Mínimo
Cálculo de la Tubería de Salida a la Línea de	C=Se considera una altura minima - sedimentacion		H= Altura de agua
	Longitud de Canastilla (L)	Tamaño del Orificio	N° de ramuras
<p><b>CRUZBEGUI SANCHEZ LIZ DAMARY</b>  <b>ING. CIVIL</b>  <b>Reg. Coleg. de Ingenieros CIVIL N° 205946</b>  <b>5.- Tubería de Rebalse y Caja de Captación</b>  <b>Reg. Coleg. de Ingenieros CIVIL N° 229891</b></p>			
Se considera el Diametro de la Tubería de salida			

**FUENTE:** Elaboración propia 2021

**Ficha N° 02:** Cálculo hidráulico de la línea de conducción.

FICHA N° 02		CALCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN															
PROYECTO:	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.																
TESISTA:	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO																
ASESOR:	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL																
LUGAR:				DISTRITO:	Áncash			FECHA:									
PROVINCIA:				REGIÓN:	Áncash												
DISEÑO HIDRAULICO CON TUBERIAS ASBESTO CEMENTO Y PVC.																	
CONDICION: - Velocidad mínima V <sub>mín</sub> =                      m/seg - Velocidad máxima admisible V <sub>máx</sub> =                      m/seg - Caudal maximo diario                      Lts./seg =                      Llt/seg																	
La velocidad máxima admisible será: En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC <b>3.00 m/seg.</b> y velocidad mínima <b>0.6 m/seg.</b> Según RM- N° 192-2018-VIVIENDA																	
TRAMO	CAUDAL Q <sub>md</sub> Llt/seg	LONGITUD		COTA DE TERRENO		DIS NIVEL H (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBL. hf (m/m)	Ø DE TUBO		VELOCIDAD (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO HF (m/m)	COTA PIEZOMETRICA		PRESIÓN FINAL P (m)	TUBERIA DE CLASE TUBERIA	
		LRT (m)	INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	CALCUL. D (Pulgadas)			COMER. D (Pulgadas)	INICIAL (msnm)				FINAL (msnm)				
CAPT. - CRP1																	

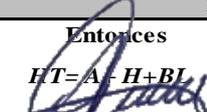
  
**CRUZAREGUI SANCHEZ LIZ DANARY**  
**ING. CIVIL**  
 Resp. Colegio de Ingenieros CIP N° 203946

FICHA N° 02		CALCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN															
PROYECTO:	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.																
TESISTA:	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO																
ASESOR:	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL																
LUGAR:				DISTRITO:	Áncash			FECHA:									
PROVINCIA:				REGIÓN:	Áncash												
DISEÑO HIDRAULICO CON TUBERIAS ASBESTO CEMENTO Y PVC.																	
CONDICION: - Velocidad mínima V <sub>mín</sub> =                      m/seg - Velocidad máxima admisible V <sub>máx</sub> =                      m/seg - Caudal maximo diario                      Lts./seg =                      Llt/seg																	
La velocidad máxima admisible será: En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC <b>3.00 m/seg.</b> y velocidad mínima <b>0.6 m/seg.</b> Según RM- N° 192-2018-VIVIENDA																	
TRAMO	CAUDAL Q <sub>md</sub> Llt/seg	LONGITUD		COTA DE TERRENO		DIS NIVEL H (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBL. hf (m/m)	Ø DE TUBO		VELOCIDAD (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO HF (m/m)	COTA PIEZOMETRICA		PRESIÓN FINAL P (m)	TUBERIA DE CLASE TUBERIA	
		LRT (m)	INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	CALCUL. D (Pulgadas)			COMER. D (Pulgadas)	INICIAL (msnm)				FINAL (msnm)				
CAPT. - CRP1																	

**FUENTE:** Elaboración propia 2021

  
**PAULINO VACON EDGAR EUSEBIO**  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CT. 229891

Ficha N°03: Calculo hidráulico de la cámara rompe presión.

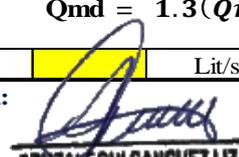
<b>FICHA N° 03</b>	<b>DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN (CRP 06)</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.				
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO				
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL				
<b>LUGAR:</b>	<b>DISTRITO:</b>	<b>FECHA:</b>			
<b>PROVINCIA:</b>	<b>REGIÓN:</b>				
<b>DISEÑO DE LA CAMARA ROMPE PRESION TIPO 6</b>					
<b>1. Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht)</b>					
$HT = A + H + BL$		<b>NOTA:</b>			
<p><b>Datos</b></p> <p><math>Q_{md} =</math> <input type="text"/> l/sg.</p> <p><math>D =</math> <input type="text"/> Pulg.</p>		<p>se presenta las alturas estandares según la RM- N° 192-2018-VIVIENDA se trabajara con</p> <p><i>A : altura mínima (0.10 m)</i></p> <p><i>H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir</i></p> <p><i>BL : borde libre (0.40 m)</i></p> <p><i>Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión</i></p>			
 <b>PAULINO VACON EDGAR EUSEBIO</b> ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP. 229891		<b>a. Cálculo de la carga requerida (H)</b>			
$H = 1.56 \times \frac{V^2}{2g}$ <p>Donde:</p> <p><math>H =</math> carga de agua (m)</p> <p><math>V =</math> Velocidad de flujo (m/s)</p> <p><math>g =</math> Aceleración gravitacional 9.81 n/seg<sup>2</sup></p>		$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$ <p>Donde:</p> <p><math>Q =</math> Caudal máximo diario. (Qmd)</p> <p><math>D =</math> diámetro de tubería</p>			
$H =$ <input type="text"/> m.		$V =$ <input type="text"/> m/seg.			
		<input type="text"/> cm			
Nota					
<b>2. Dimensiones de altura de CRP 06</b>					
Entonces					
$HT = A + H + BL$		A	H	BL	Altura total de la CRP 06
 <b>CRUZALEGUI SANCHEZ LIZIANARY</b> ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 293946		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	HT = <input type="text"/> m

continua.....02

3. Cálculo de la canastilla					
Diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida "Dc"				$D_{canastilla} = 2xD$	
				Dc = <input style="width: 50px;" type="text"/> Plg.	
<b>a. Longitud de diseño de la canastilla (L)</b>					
longitud de diseño de la canastilla (cm), 3Dc y 6Dc (cm)					
$3Dc < L_{diseño} < 6Dc$					
L =	3	x	cm	<b>L asumido</b>	
L =	6	x	cm	<input style="width: 50px;" type="text"/> cm	
<b>b. Cálculo de las ranuras</b>					
Ancho de la ranura	<input style="width: 50px;" type="text"/>	mm			
Largo de la ranura	<input style="width: 50px;" type="text"/>	mm	<input style="width: 50px;" type="text"/> mm <sup>2</sup>		
<b>c. Area total de las ranuras At= 2xAc</b>					
$Ac = \frac{\pi Dc^2}{4}$		At=            cm <sup>2</sup>		<i>El valor de At no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada (Ag).</i>	
		At=            cm <sup>2</sup>		$Ag = 0.5 x Dc x L$	
				Ag =            cm <sup>2</sup>	
<b>Número de ranuras de la canastilla (und)</b>					
$N = \frac{Atotal\ de\ ranura}{Area\ de\ ranura}$		Nº ranuras = <input style="width: 50px;" type="text"/>			
4. Cálculo del diámetro de tubería de rebose					
La tubería de Rebose se determina mediante la Ecuación de Hazen y Williams (Para C=150)				$D = 4.63 \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$	
D : diámetro del tubo de rebose y limpia (plg)				<input style="width: 50px;" type="text"/> lit/seg	
Q = Gasto Maximo de la Fuente en lit/seg				<input style="width: 50px;" type="text"/> m/m	
hf : pérdida de carga unitaria (m/m)				0.010	
				D = <input style="width: 50px;" type="text"/> Plg	
Se Considera una tubería de rebose de				<input style="width: 50px;" type="text"/> plg.	

FUENTE: Elaboración propia 2021

Ficha N° 04: Diseño de población y demanda de agua

FICHA N° 04		DISEÑO DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA														
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.															
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO															
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL															
<b>LUGAR:</b>		<b>DISTRITO:</b>		<b>FECHA:</b>												
<b>PROVINCIA:</b>		<b>REGIÓN:</b>														
<b>1. DATOS:</b>																
N° Promedio de Personas/familia				personas												
Población actual	Pa =			Habitantes												
Estudiantes del C.E Taquilpon	Est =			Estudiantes												
Coefficiente de crecimiento ®	Ccrec =			Anual												
Periodo de diseño	Pdis =			Años												
Dotación de agua para centros educ.	Dest =			Lit/Hab/pers												
Dotación de agua (*)	Dot =			Lit/Hab/pers												
Caudal de captación	Qcap			Lit/seg												
<b>1.1. Coeficientes de regulación</b>																
<b>Coefficiente de consumo máximo diario (Qmd)</b>	<b>Coefficiente de consumo máximo horario (Qmh)</b>	<b>Coefficiente de regulación del reservorio</b>														
K1 = 1.300	K2 = 2.000	K3 =	0.250													
Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA	Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA	Fuente: RM- N° 192-2018- <b>PAULINO VACON EGBAR EUSEBIO</b> ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP. 229891														
<b>2. Demanda de agua</b>																
<b>Población de diseño</b>		<b>Consumo estatal</b>														
$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r \times t}{1000} \right)$		$Qest = \left( \frac{N^{est} \times dotacion (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$														
habitantes		Lit/seg														
<b>Consumo promedio diario anual</b>		Fuente: Formulas de diseño - RM- N° 192-2018-VIVIENDA														
$Qm = \left( \frac{Pf \times dotacion (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$		Lit/seg														
<b>Consumo máximo diario</b>		<b>Consumo máximo horario</b>														
$Qmd = 1.3(Qm + Qest)$		$Qmh = 2(Qm + Qest)$														
Lit/seg		Lit/seg														
Nota:  <b>CRUZATEGUI SANCHEZ LIZ DANARY</b> ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 293946		<b>Determinación del Qmd Y Qmh para diseño</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>Qmd Y Qmh (REAL)</th> <th>SE DISEÑA CON:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>&lt; de 0,50 l/s</td> <td>0,50 l/s</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,50 l/s hasta 1,0 l/s</td> <td>1,0 l/s</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>&gt; de 1,0 l/s</td> <td>&gt; de 1,0 l/s</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA			RANGO	Qmd Y Qmh (REAL)	SE DISEÑA CON:	1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s	2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s	3	> de 1,0 l/s	> de 1,0 l/s
RANGO	Qmd Y Qmh (REAL)	SE DISEÑA CON:														
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s														
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s														
3	> de 1,0 l/s	> de 1,0 l/s														
Qmd		Lit/seg														
<b>Caudal de la fuente</b>		<b>Lit/seg</b>														

continua.....02

3. Diseño hidráulico del Reservorio y Volumen del reservorio																				
Volumen de Regulación			Volumen de Reserva																	
Vres = $\frac{3600 \times QMD}{1000}$			Vres = 3 horas de servicio $\left(\frac{3600 \times QMD}{1000}\right)$																	
m3.			m3.																	
Volumen Contra Incendio			Fuente: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS-PERÚ Para poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera volumen																	
VCI = menor a 10000																				
m3.																				
Volumen de Almacenamiento calculado		Volumen util Adaptado		Tiempo de llenado del reservorio																
m3.		m3.		Hrs.																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Determinación del Volumen de almacenamiento</th> </tr> <tr> <th>Rango</th> <th>Valm (REAL)</th> <th>Se utiliza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 – Reservorio</td> <td>≤ 5 m3</td> <td>5 m3</td> </tr> <tr> <td>2 – Reservorio</td> <td>&gt; 5 m3 hasta ≤ 10 m3</td> <td>10 m3</td> </tr> <tr> <td>3 – Reservorio</td> <td>&gt; 10 m3 hasta ≤ 15 m3</td> <td>15 m3</td> </tr> </tbody> </table>			Determinación del Volumen de almacenamiento			Rango	Valm (REAL)	Se utiliza	1 – Reservorio	≤ 5 m3	5 m3	2 – Reservorio	> 5 m3 hasta ≤ 10 m3	10 m3	3 – Reservorio	> 10 m3 hasta ≤ 15 m3	15 m3	<p>NOTA:</p>  <p>CRUZALEGUI SANCHEZ LIZ DANARY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 203946</p>		
Determinación del Volumen de almacenamiento																				
Rango	Valm (REAL)	Se utiliza																		
1 – Reservorio	≤ 5 m3	5 m3																		
2 – Reservorio	> 5 m3 hasta ≤ 10 m3	10 m3																		
3 – Reservorio	> 10 m3 hasta ≤ 15 m3	15 m3																		
Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA																				
3.1. Dimensionamiento del reservorio																				
Ancho de la pared (b)		Largo de la pared (L)		Altura de agua (h)																
m		m		m																
Bordo libre (B.L.)			Altura total (H)																	
m			m																	

FUENTE: Elaboración propia 2021

**Ficha N° 05:** Cálculo hidráulico de la red de distribución.



**CRUZABEGUI SANCHEZ LIZ DANARY**  
ING. CIVIL  
Resp/ Colegio de Ingenieros CP N° 283946

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA RAMIFICADO</b>													
<b>FICHA N° 05</b>		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.											
<b>PROYECTO:</b>		BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO											
<b>TESISTA:</b>		MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL											
<b>ASESOR</b>													
<b>LUGAR:</b>		<b>DISTRITO:</b>		<b>REGIÓN:</b>		<b>FECHA:</b>							
<b>PROVINCIA:</b>													
<b>RESUMEN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA RAMIFICADO</b>													
TRAMO (m)	GASTO (L/S)		LONG. (m)	DIÁMET. (Pulg.)	VELOCID. (m/s)	PÉRD. DE CARGA		COTA PIEZOMÉTRICA (m.s.n.m)		COTA DE TERRENO (m.s.n.m)		PRESIÓN (m)	
	TRAMO	DISEÑO				UNIT (%)	TRAMO (m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Res. - A													

FUENTE: Elaboración propia 2021

**ANEXO 5.**  
**Levantamiento topográfico.**

  
**PAULINO VACON**  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP. 229891

1

PUNTOS	NORTE	ESTE	ALTITUD
P1	9039229.070	813988.645	858.103
P2	9039229.070	813988.645	858.103
P3	9039242.616	813974.329	855.980
P4	9039240.251	813964.897	855.113
P5	9039248.646	813959.162	854.867
P6	9039248.855	813948.252	854.274
P7	9039257.461	813944.384	853.719
P8	9039255.589	813934.376	853.563
P9	9039255.094	813927.763	853.296
P10	9039265.893	813923.716	852.535
P11	9039261.693	813909.758	852.358
P12	9039269.769	813906.887	852.190
P13	9039270.592	813902.216	852.162
P14	9039273.354	813906.942	851.928
P15	9039274.839	813900.835	851.799
P16	9039277.586	813908.137	851.823
P17	9039282.277	813907.154	851.526
P18	9039286.670	813923.915	851.849
P19	9039291.445	813921.838	851.081
P20	9039291.752	813931.485	851.758
P21	9039287.689	813905.009	851.237
P22	9039284.587	813894.970	851.363
P23	9039294.381	813901.429	850.630
P24	9039294.989	813888.465	850.894
P25	9039301.980	813894.487	850.983
P26	9039301.998	813888.549	850.510
P27	9039308.152	813882.003	850.054
P28	9039315.444	813882.151	849.721
P29	9039318.043	813877.676	849.428
P30	9039329.822	813875.769	848.299
P31	9039336.539	813870.306	847.790
P32	9039287.017	813918.846	851.448
P33	9039302.314	813929.283	850.702
P34	9039302.150	813931.549	850.861
P35	9039309.954	813932.790	850.796
P36	9039317.717	813938.279	850.682
P37	9039327.284	813944.562	850.162
P38	9039312.161	813924.591	850.536
P39	9039330.986	813946.631	849.978
P40	9039314.233	813920.244	850.363
P41	9039333.597	813953.058	850.296
P42	9039322.421	813922.169	850.564
P43	9039343.040	813952.797	850.011
P44	9039330.693	813922.951	850.665
P45	9039346.575	813960.487	849.736
P46	9039300.337	813911.366	850.400
P47	9039353.882	813959.338	849.716
P48	9039307.432	813911.341	850.404
P49	9039353.946	813968.112	849.793

Continua.....2

P50	9039313.959	813905.583	850.176
P51	9039324.014	813904.565	849.826
P52	9039364.750	813970.110	849.392
P53	9039328.514	813898.318	849.445
P54	9039333.948	813900.673	848.665
P55	9039342.774	813896.977	848.129
P56	9039357.524	813884.705	847.552
P57	9039336.824	813888.599	848.052
P58	9039334.168	813876.433	847.906
P59	9039345.717	813867.812	847.558
P60	9039345.700	813877.889	847.427
P61	9039356.045	813863.641	847.192
P62	9039363.204	813861.433	846.873
P63	9039365.890	813874.352	847.974
P64	9039363.632	813868.023	847.859
P65	9039367.254	813881.173	847.035
P66	9039366.637	813868.844	846.738
P67	9039375.623	813879.153	846.870
P68	9039371.573	813887.160	846.703
P69	9039371.573	813887.160	846.703
P70	9039374.216	813908.977	847.853
P71	9039369.894	813914.281	847.698
P72	9039373.232	813928.485	847.856
P73	9039366.317	813935.149	847.937
P74	9039366.802	813969.551	849.322
P75	9039370.588	813937.014	847.939
P76	9039368.644	813879.463	846.615
P77	9039368.423	813875.361	846.593
P78	9039371.084	813870.088	846.296
P79	9039364.897	813866.549	846.787
P80	9039364.971	813863.497	846.700
P81	9039372.375	813857.362	846.677
P82	9039385.085	813862.000	845.615
P83	9039382.885	813856.718	845.799
P84	9039393.872	813860.362	844.873
P85	9039394.263	813855.376	844.802
P86	9039405.814	813853.911	844.204
P87	9039417.889	813855.328	843.394
P88	9039417.982	9039417.982	843.472
P89	9039428.713	813850.457	843.091
P90	9039429.836	813852.836	843.013
P91	9039442.017	813847.136	842.463
P92	9039445.477	813850.298	842.189
P93	9039456.131	813845.046	841.708
P94	9039460.578	813847.889	841.384
P95	9039472.793	813841.559	841.108
P96	9039479.884	813844.269	840.594
P97	9039489.757	813838.281	840.281
P98	9039494.382	813841.814	839.974
P99	9039503.056	813836.696	839.783

**Continua.....3**

P100	9039508.052	813839.749	839.327
P101	9039503.062	813836.721	839.783
P102	9039518.153	813837.978	838.904
P103	9039523.237	813834.095	838.823
P104	9039528.020	813835.868	838.614
P105	9039533.720	813829.141	838.533
P106	9039542.574	813831.193	838.448
P107	9039548.160	813823.394	837.850
P108	9039557.802	813823.514	837.914
P109	9039557.836	813820.213	837.527
P110	9039564.197	813819.851	837.398
P111	9039526.609	813835.572	838.647
P112	9039561.809	813814.448	837.553
P113	9039568.531	813817.533	837.169
P114	9039574.156	813810.851	837.142
P115	9039581.696	813811.807	836.516
P116	9039588.993	813805.365	836.384
P117	9039595.065	813806.055	835.883
P118	9039601.619	813802.105	835.752
P119	9039608.946	813800.327	835.405
P120	9039618.534	813796.109	835.231
P121	9039619.895	813789.468	835.320
P122	9039627.578	813789.916	835.201
P123	9039631.418	813779.607	834.918
P124	9039636.589	813781.005	834.481
P125	9039644.330	813771.008	834.516
P126	9039647.540	813775.550	834.115
P127	9039656.183	813767.403	834.281
P128	9039661.302	813769.193	833.730
P129	9039670.761	813763.206	833.587
P130	9039653.631	813774.798	834.026
P131	9039665.323	813772.003	833.538
P132	9039667.250	813767.424	833.532
P133	9039672.667	813772.529	833.273
P134	9039684.629	813767.547	833.001
P135	9039697.136	813773.789	832.282
P136	9039698.057	813770.252	832.531
P137	9039709.204	813776.927	831.921
P138	9039712.771	813773.776	832.001
P139	9039724.489	813780.764	831.358
P140	9039727.057	813777.829	831.273
P141	9039737.578	813783.973	830.997
P142	9039754.780	813787.306	830.521
P143	9039742.270	813780.270	830.911
P144	9039765.922	813788.935	830.115
P145	9039768.666	813782.272	830.208
P146	9039776.925	813791.181	829.672
P147	9039782.004	813787.511	829.800
P148	9039794.303	813796.400	829.291
P149	9039799.079	813793.052	829.348

**Continua.....4**

P150	9039807.891	813799.572	829.429
P151	9039808.436	813796.889	831.356
P152	9039777.589	813782.211	830.204
P153	9039783.509	813787.277	829.890
P154	9039801.691	813788.791	829.919
P155	9039814.936	813786.886	831.656
P156	9039823.169	813789.260	832.780
P157	9039828.586	813779.217	833.611
P158	9039815.479	813809.418	829.058
P159	9039839.689	813781.985	833.234
P160	9039823.718	813807.859	829.494
P161	9039822.405	813793.721	831.281
P162	9039825.329	813817.114	828.774
P163	9039829.777	813800.778	830.715
P164	9039829.760	813816.990	828.660
P165	9039836.218	813802.988	830.730
P166	9039830.587	813823.209	828.547
P167	9039835.140	813825.675	828.125
P168	9039836.695	813830.234	827.971
P169	9039843.367	813831.602	827.771
P170	9039850.060	813842.926	827.160
P171	9039855.002	813844.090	827.111
P172	9039864.805	813859.509	826.694
P173	9039871.216	813861.514	826.718
P174	9039874.145	813871.548	826.545
P175	9039879.946	813874.385	826.567
P176	9039883.802	813877.161	826.415
P177	9039885.065	813881.027	826.383
P178	9039877.010	813874.744	826.568
P179	9039876.958	813874.854	826.578
P180	9039892.665	813877.413	826.411
P181	9039896.549	813882.633	826.196
P182	9039905.583	813885.840	825.876
P183	9039880.596	813881.500	826.482
P184	9039880.407	813892.546	825.774
P185	9039885.218	813895.591	825.717
P186	9039884.085	813904.356	825.536
P187	9039889.175	813907.162	825.494
P188	9039887.758	813916.387	825.168
P189	9039893.218	813921.819	825.129
P190	9039891.554	813930.016	824.825
P191	9039895.817	813934.495	824.545
P192	9039895.502	813944.629	824.178
P193	9039900.751	813951.298	823.993
P194	9039901.157	813961.377	823.599
P195	9039905.419	813966.794	823.500
P196	9039905.203	813975.870	823.173
P197	9039909.770	813980.969	823.087
P198	9039909.636	813991.547	822.713
P199	9039914.734	813997.848	822.687

**Continua.....5**

P250	9040028.999	814314.219	812.896
P251	9040033.293	814317.419	812.984
P252	9040035.566	814329.954	812.635
P253	9040040.082	814333.638	812.639
P254	9040040.840	814343.676	812.468
P255	9040045.040	814345.469	812.568
P256	9040046.165	814358.162	812.375
P257	9040049.932	814362.611	812.412
P258	9040053.337	814376.071	812.181
P259	9040058.709	814381.740	812.172
P260	9040061.380	814393.153	812.012
P261	9040061.403	814392.471	812.060
P262	9040067.966	814406.758	810.847
P263	9040060.620	814420.885	810.182
P264	9040061.172	814410.967	810.177
P265	9040054.539	814420.133	809.713
P266	9040051.764	814428.604	809.376
P267	9040041.913	814427.210	808.936
P268	9040033.724	814435.898	808.661
P269	9040023.471	814433.102	808.772
P270	9040016.857	814442.083	808.017
P271	9040007.060	814440.049	808.718
P272	9040001.059	814447.986	808.904
P273	9039991.422	814444.604	809.219
P274	9039985.349	814452.069	809.251
P275	9039985.363	814452.064	809.252
P276	9039975.380	814452.189	809.146
P277	9039971.029	814461.640	809.644
P278	9039960.809	814462.463	809.365
P279	9039956.508	814471.187	809.522
P280	9039946.554	814470.288	809.745
P281	9039940.937	814478.305	809.730
P282	9039931.283	814477.600	809.888
P283	9039926.475	814485.424	810.120
P284	9039916.693	814484.440	810.042
P285	9039909.316	814490.661	809.964
P286	9039902.647	814492.316	809.701
P287	9039905.311	814487.072	809.779
P288	9039894.161	814489.761	809.679
P289	9039889.377	814495.983	809.501
P290	9039879.703	814497.070	809.651
P291	9039874.060	814504.952	809.402
P292	9039865.981	814503.951	809.463
P293	9039861.355	814510.620	809.497
P294	9039853.098	814509.193	809.695
P295	9039848.749	814515.352	809.670
P296	9039842.112	814513.102	810.119
P297	9039837.443	814519.288	810.050
P298	9039829.334	814518.382	810.280
P299	9039822.555	814524.319	810.331

**Continua.....6**

P200	9039914.227	814007.820	822.278
P201	9039918.091	814021.207	821.862
P202	9039917.698	814009.832	822.328
P203	9039921.514	814026.210	821.669
P204	9039921.988	814033.139	821.466
P205	9039926.087	814041.789	821.271
P206	9039928.068	814051.074	821.134
P207	9039927.151	814046.194	821.281
P208	9039931.735	814052.876	821.077
P209	9039932.078	814062.217	820.763
P210	9039936.870	814067.465	820.628
P211	9039938.550	814078.127	819.938
P212	9039944.493	814087.875	819.729
P213	9039944.478	814094.373	819.363
P214	9039950.034	814102.617	819.067
P215	9039950.120	814109.985	818.777
P216	9039956.101	814116.726	818.773
P217	9039955.433	814123.058	818.358
P218	9039958.680	814131.927	818.088
P219	9039961.002	814130.601	818.246
P220	9039961.674	814139.806	817.929
P221	9039966.493	814143.600	818.016
P222	9039966.686	814153.394	817.504
P223	9039971.708	814156.925	817.606
P224	9039971.659	814166.525	817.184
P225	9039976.522	814168.146	817.456
P226	9039975.859	814177.782	816.733
P227	9039979.777	814177.894	817.011
P228	9039978.973	814186.340	816.519
P229	9039977.423	814166.120	817.672
P230	9039977.333	814166.141	817.671
P231	9039983.899	814191.078	816.478
P232	9039980.705	814175.510	817.510
P233	9039983.582	814198.429	816.094
P234	9039983.997	814183.743	817.164
P235	9039988.481	814203.131	816.044
P236	9039989.258	814212.143	815.699
P237	9039995.130	814220.271	815.515
P238	9039994.917	814226.693	815.260
P239	9040000.754	814235.276	815.108
P240	9040001.572	814244.096	814.706
P241	9040005.845	814250.056	814.578
P242	9040007.362	814259.042	814.203
P243	9040016.898	814277.614	813.816
P244	9040015.435	814279.236	813.756
P245	9040018.116	814279.215	813.876
P246	9040020.072	814291.488	813.395
P247	9040023.212	814292.435	813.479
P248	9040024.059	814301.896	813.155
P249	9040028.454	814305.159	813.189

**Continua.....7**

P300	9039814.107	814525.817	810.390
P301	9039809.103	814531.598	810.283
P302	9039800.610	814533.408	810.331
P303	9039796.572	814539.787	810.249
P304	9039789.166	814542.104	810.352
P305	9039786.370	814548.755	810.141
P306	9039776.728	814553.311	809.841
P307	9039774.691	814559.369	809.841
P308	9039774.660	814559.034	809.780
P309	9039765.949	814560.721	809.719
P310	9039765.939	814560.727	809.721
P311	9039765.687	814560.529	809.757
P312	9039764.236	814567.716	809.621
P313	9039757.266	814568.416	809.644
P314	9039756.499	814574.998	809.538
P315	9039756.485	814575.006	809.539
P316	9039748.845	814577.136	809.550
P317	9039747.151	814586.297	809.511
P318	9039697.187	814686.101	808.000
P319	9039704.452	814691.389	807.889
P320	9039706.655	814700.013	807.566
P321	9039714.544	814704.082	807.265
P322	9039714.139	814626.532	808.860
P323	9039711.490	814629.818	808.941
P324	9039695.557	814676.798	808.145
P325	9039706.657	814699.991	807.562
P326	9039706.667	814699.986	807.532
P327	9039717.234	814712.548	807.043
P328	9039728.611	814711.934	807.142
P329	9039697.485	814653.794	808.557
P330	9039691.678	814657.968	808.519
P331	9039694.082	814665.776	808.331
P332	9039691.310	814673.157	808.288
P333	9039702.247	814672.609	808.370
P334	9039693.417	814681.023	808.258
P335	9039699.812	814684.366	807.994
P336	9039700.971	814692.993	807.940
P337	9039708.163	814696.568	807.499
P338	9039710.337	814704.712	807.444
P339	9039716.927	814707.297	807.116
P340	9039718.783	814714.745	806.965
P341	9039713.205	814711.562	807.353
P342	9039716.578	814719.779	807.057
P343	9039718.592	814725.744	806.984
P344	9039722.062	814713.765	806.910
P345	9039726.047	814719.285	806.686
P346	9039730.143	814725.017	806.554
P347	9039730.161	814725.008	806.554
P348	9039730.132	814725.021	806.547
P349	9039735.145	814735.133	806.238

**Continua.....8**

P350	9039733.355	814742.526	806.294
P351	9039732.960	814745.801	806.362
P352	9039728.513	814731.763	806.698
P353	9039724.037	814732.850	806.708
P354	9039737.661	814741.633	806.087
P355	9039738.154	814747.278	806.020
P356	9039734.918	814752.479	806.067
P357	9039739.479	814754.674	806.237
P358	9039726.355	814747.637	806.600
P359	9039734.597	814758.593	805.905
P360	9039736.988	814759.516	805.842
P361	9039733.949	814767.559	805.421
P362	9039733.971	814767.568	805.421
P363	9039737.627	814773.835	805.067
P364	9039735.615	814778.290	804.985
P365	9039740.150	814783.455	804.675
P366	9039738.559	814791.957	804.324
P367	9039743.770	814798.743	804.084
P368	9039741.745	814805.085	803.717
P369	9039743.393	814813.490	803.545
P370	9039745.264	814822.609	803.287
P371	9039746.829	814830.457	803.023
P372	9039747.004	814836.425	802.840
P373	9039747.353	814845.959	802.281
P374	9039747.970	814852.956	801.742
P375	9039763.105	814885.852	800.559
P376	9039767.445	814891.280	800.484
P377	9039772.482	814896.477	800.444
P378	9039779.069	814901.113	800.489
P379	9039784.667	814907.096	800.532
P380	9039792.665	814907.189	800.426
P381	9039797.592	814914.282	800.359
P382	9039804.727	814916.200	800.331
P383	9039804.877	814923.949	800.268
P384	9039810.530	814929.001	799.793
P385	9039810.270	814937.123	799.556
P386	9039815.768	814942.387	799.439
P387	9039815.636	814950.375	799.494
P388	9039821.336	814954.981	799.475
P389	9039822.348	814963.410	799.628
P390	9039827.638	814968.549	799.434
P391	9039828.922	814976.020	799.631
P392	9039835.027	814988.141	799.854
P393	9039840.594	814992.958	799.775
P394	9039656.143	814861.470	808.832
P395	9039660.837	814860.684	807.929
P396	9039662.968	814866.179	807.939
P397	9039666.900	814860.775	807.375
P398	9039672.513	814855.394	807.029
P399	9039677.931	814856.494	806.614

**Continua.....9**

P400	9039697.330	814853.831	805.357
P401	9039699.179	814851.380	805.279
P402	9039710.757	814852.160	804.273
P403	9039718.337	814850.319	803.763
P404	9039725.214	814851.431	803.503
P405	9039727.473	814849.797	803.357
P406	9039735.384	814851.680	803.042
P407	9039737.321	814849.469	803.004
P408	9039844.423	815010.102	800.082
P409	9039839.495	815004.105	800.065
P410	9039746.272	814810.887	803.549
P411	9039748.115	814818.947	803.212
P412	9039839.680	815015.258	799.910
P413	9039844.363	815017.421	799.921
P414	9039839.155	815020.843	799.869
P415	9039842.511	815030.990	799.960
P416	9039838.305	815035.473	799.772
P417	9039841.847	815045.720	799.585
P418	9039835.692	815051.574	799.217
P419	9039839.905	815056.719	799.241
P420	9039835.539	815053.940	799.180
P421	9039832.609	815060.671	799.366
P422	9039834.308	815065.892	798.831
P423	9039824.092	815072.212	798.640
P424	9039822.336	815078.485	798.209
P425	9039814.084	815081.408	797.981
P426	9039814.740	815088.712	797.145
P427	9039810.575	815086.426	797.545
P428	9039813.696	815092.789	797.101
P429	9039810.742	815094.467	796.935
P430	9039817.595	815100.283	796.906
P431	9039816.058	815102.648	797.126
P432	9039816.062	815102.641	797.527
P433	9039821.616	815105.645	797.270
P434	9039818.683	815112.961	797.942
P435	9039826.734	815117.060	797.472
P436	9039821.530	815124.193	797.447
P437	9039821.442	815128.068	797.308
P438	9039823.445	815141.175	797.628
P439	9039820.117	815135.862	797.112
P440	9039817.792	815140.014	797.046
P441	9039815.124	815145.176	796.611
P442	9039816.809	815147.508	796.666
P443	9039806.873	815155.614	796.618
P444	9039809.063	815160.455	796.960
P445	9039799.808	815170.817	796.766
P446	9039817.218	815167.820	794.744
P447	9039795.372	815170.147	796.785
P448	9039793.858	815175.500	796.660
P449	9039789.340	815178.470	796.408

**Continua.....10**

P450	9039784.868	815181.750	796.244
P451	9039780.939	815184.565	796.233
P452	9039761.259	815205.024	796.199
P453	9039792.030	815172.693	796.779
P454	9039784.678	815178.260	796.451
P455	9039776.209	815184.371	796.250
P456	9039770.192	815195.158	796.103
P457	9039766.594	815195.734	796.196
P458	9039764.411	815205.263	796.185
P459	9039758.219	815209.475	796.406
P460	9039756.553	815215.911	796.295
P461	9039750.321	815223.016	796.412
P462	9039752.717	815223.636	796.278
P463	9039745.132	815237.569	797.013
P464	9039750.659	815231.423	796.559
P465	9039748.827	815237.710	796.834
P466	9039747.786	815242.592	797.003
P467	9039743.070	815248.977	797.234
P468	9039744.554	815256.988	797.416
P469	9039741.361	815260.509	797.456
P470	9039742.407	815269.250	797.525
P471	9039738.795	815276.643	797.356
P472	9039737.722	815289.077	796.310
P473	9039740.023	815282.602	796.960
P474	9039737.689	815284.401	796.724
P475	9039741.769	815291.670	795.720
P476	9039747.310	815306.640	793.084
P477	9039743.060	815303.361	793.930
P478	9039754.331	815317.891	790.884
P479	9039753.144	815319.797	790.753
P480	9039759.546	815328.453	789.119
P481	9039756.964	815331.963	788.570
P482	9039759.291	815335.683	788.136
P483	9039756.053	815340.055	787.793
P484	9039760.831	815353.700	785.290
P485	9039767.004	815376.417	781.325
P486	9039759.585	815356.389	784.945
P487	9039763.867	815360.019	783.929
P488	9039756.588	815336.487	788.125
P489	9039761.451	815368.557	782.736
P490	9039765.635	815368.751	782.562
P491	9039764.593	815382.353	780.561
P492	9039768.343	815384.083	780.121
P493	9039768.653	815391.155	779.213
P494	9039775.300	815400.787	777.849
P495	9039776.232	815408.580	776.815
P496	9039782.754	815412.622	775.916
P497	9039780.895	815414.459	776.005
P498	9039785.295	815418.542	775.178
P499	9039809.936	815430.847	772.286

**Continua.....11**

P500	9039812.580	815426.896	771.961
P501	9039817.342	815432.431	771.761
P502	9039825.484	815432.431	771.120
P503	9039827.542	815438.376	770.667
P504	9039834.890	815440.920	770.221
P505	9039835.322	815446.968	769.754
P506	9039839.240	815447.843	769.701
P507	9039830.896	815488.770	766.826
P508	9039813.147	815427.367	771.989
P509	9039856.205	815337.698	758.182
P510	9039856.202	815337.719	758.186
P511	9039868.806	815334.394	756.138
P512	9039878.514	815333.994	754.696
P513	9039882.418	815338.126	754.181
P514	9039899.542	815336.276	751.688
P515	9039926.570	815416.590	747.800
P516	9039929.299	815411.056	747.587
P517	9039927.232	815406.717	748.145
P518	9039918.901	815315.018	749.280
P519	9039929.141	815327.599	748.676
P520	9039935.056	815404.811	746.843
P521	9039933.292	815339.451	748.308
P522	9039912.354	815403.140	750.496
P523	9039914.354	815399.354	750.209
P524	9039907.915	815393.741	751.439
P525	9039913.290	815390.454	750.736
P526	9039909.962	815379.418	751.306
P527	9039904.067	815383.020	752.098
P528	9039899.088	815372.588	752.575
P529	9039904.909	815368.901	751.830
P530	9039899.916	815359.108	752.176
P531	9039894.214	815362.984	753.010
P532	9039887.570	815354.810	753.740
P533	9039893.410	815349.862	752.797
P534	9039885.851	815341.282	753.765
P535	9039881.668	815346.031	754.360
P536	9039881.764	815345.973	754.354
P537	9039881.791	815345.996	754.355
P538	9039877.884	815337.223	754.874
P539	9039879.302	815333.133	754.630
P540	9039874.760	815331.405	755.303
P541	9039861.401	815331.431	757.432
P542	9039855.073	815334.748	758.486
P543	9039872.111	815324.563	754.750
P544	9039850.550	815338.621	759.334
P545	9039879.444	815323.545	754.267
P546	9039870.788	815319.565	754.860
P547	9039893.693	815328.251	752.391
P548	9039895.167	815322.806	752.017
P549	9039896.311	815318.079	751.735

**Continua.....12**

P550	9039896.326	815318.089	751.736
P551	9039901.123	815320.126	751.079
P552	9039896.435	815313.987	751.507
P553	9039899.849	815310.176	750.570
P554	9039904.621	815311.545	750.360
P555	9039905.359	815304.428	749.611
P556	9039906.215	815309.544	750.085
P557	9039912.266	815309.940	749.751
P558	9039912.378	815306.178	749.187
P559	9039916.670	815307.412	749.149
P560	9039917.339	815312.201	749.412
P561	9039942.115	815279.343	743.954
P562	9039941.343	815276.415	744.246
P563	9039921.706	815298.882	746.607
P564	9039921.356	815304.358	747.231
P565	9039921.504	815312.559	748.401
P566	9039921.515	815312.600	748.404
P567	9039889.440	815324.054	753.054
P568	9039889.087	815328.911	753.051
P569	9039884.581	815329.918	753.747
P570	9039884.531	815329.842	753.759
P571	9039878.912	815328.574	754.718
P572	9039880.239	815332.164	754.564
P573	9039863.684	815320.589	757.026
P574	9039863.567	815317.399	756.791
P575	9039807.669	815427.638	772.323
P576	9039809.718	815424.655	771.637
P577	9039803.790	815422.120	770.964
P578	9039805.634	815418.837	770.373
P579	9039799.000	815414.357	769.922
P580	9039802.830	815411.211	769.311
P581	9039799.292	815406.497	768.933
P582	9039803.919	815405.313	768.378
P583	9039802.595	815401.698	768.440
P584	9039799.478	815409.607	769.226
P585	9039802.233	815403.133	768.331
P586	9039803.292	815406.264	768.318
P587	9039809.002	815399.640	768.126
P588	9039808.968	815399.668	768.127
P589	9039811.342	815401.841	767.626
P590	9039817.442	815397.021	766.983
P591	9039820.139	815397.755	766.618
P592	9039825.002	815392.006	766.265
P593	9039824.986	815394.946	766.226
P594	9039828.995	815390.490	765.702
P595	9039843.998	815340.584	761.563
P596	9039831.565	815387.384	765.274
P597	9039829.834	815384.993	765.329
P598	9039845.966	815340.053	760.585
P599	9039835.088	815378.979	764.448

**Continua.....13**

P600	9039844.240	815345.551	761.821
P601	9039832.888	815377.045	764.659
P602	9039838.080	815370.396	763.661
P603	9039841.057	815351.177	762.313
P604	9039835.574	815369.069	763.887
P605	9039842.871	815354.457	762.162
P606	9039838.019	815361.361	763.140
P607	9039841.142	815360.425	762.678
P608	9039836.649	815457.498	768.801
P609	9039836.649	815457.501	768.801
P610	9039840.553	815456.960	768.927
P611	9039834.254	815469.788	767.435
P612	9039837.829	815470.768	767.449
P613	9039831.868	815481.505	766.841
P614	9039835.764	815481.220	766.691
P615	9039838.526	815488.950	766.418
P616	9039838.681	815496.621	766.603
P617	9039843.151	815493.820	766.316
P618	9039851.196	815501.262	766.169
P619	9039852.642	815498.119	765.946
P620	9039862.790	815507.298	765.717
P621	9039863.211	815503.514	765.875
P622	9039866.788	815507.050	765.590
P623	9039869.995	815510.000	765.300
P624	9039867.164	815513.526	765.276
P625	9039876.956	815524.088	764.477
P626	9039873.918	815525.799	764.509
P627	9039881.435	815535.681	763.768
P628	9039878.999	815537.706	763.899
P629	9039888.423	815548.067	762.730
P630	9039885.811	815550.785	762.777
P631	9039895.238	815556.679	762.223
P632	9039892.687	815556.112	762.350
P633	9039902.043	815562.578	761.956
P634	9039900.603	815566.052	762.008
P635	9039909.469	815569.349	761.531
P636	9039909.151	815572.741	761.705
P637	9039919.480	815575.714	761.155
P638	9039918.737	815578.063	761.149
P639	9039929.131	815582.574	760.733
P640	9039928.466	815584.950	760.681
P641	9039928.490	815584.924	760.681
P642	9039965.498	815615.304	760.165
P643	9039965.527	815615.326	760.166
P644	9039937.114	815590.127	760.152
P645	9039935.116	815592.351	760.179
P646	9039941.379	815600.978	759.851
P647	9039944.936	815599.643	759.738
P648	9039953.069	815609.635	760.010
P649	9039956.253	815607.858	759.939

**Continua.....14**

P650	9039961.793	815615.354	760.341
P651	9039962.696	815611.401	760.272
P652	9039968.131	815621.171	759.905
P653	9039970.958	815620.791	759.821
P654	9039975.496	815630.629	759.495
P655	9039978.161	815629.877	759.461
P656	9039983.610	815642.375	759.112
P657	9039986.620	815641.353	759.065
P658	9039989.094	815650.943	758.769
P659	9039993.183	815650.334	758.827
P660	9039996.960	815662.560	758.514
P661	9040008.689	815680.384	758.061
P662	9039996.800	815661.932	758.538
P663	9039994.019	815664.433	758.467
P664	9040000.011	815668.698	758.289
P665	9039999.741	815674.396	758.331
P666	9040006.279	815676.927	758.317
P667	9040004.979	815681.083	758.064
P668	9040012.400	815684.727	757.512
P669	9040009.692	815687.825	757.449
P670	9040020.360	815695.569	756.676
P671	9040018.105	815697.892	756.656
P672	9040030.174	815688.320	752.763
P673	9040030.075	815688.322	752.759
P674	9040029.123	815685.473	752.766
P675	9040033.273	815681.053	751.381
P676	9040038.991	815683.595	749.720
P677	9040038.995	815683.588	750.361
P678	9040042.432	815675.714	748.859
P679	9040049.171	815676.064	747.634
P680	9040040.875	815665.459	748.155
P681	9040054.409	815674.847	746.358

## ANEXO 6. Estudio de agua fisicoquímico y microbiológico.

	<b>PERU</b>	<b>Ministerio de Salud</b>	<b>Red de Salud Pacífico Norte</b>	"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
---	-------------	----------------------------	------------------------------------	--

**LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**  
**INFORME DE ENSAYO FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**  
**N° 070701\_21 – LABCA/USA/DRSPN**

SOLICITANTE: Sr. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO. "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPÓN, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DE SANTA, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN, 2021".					
LOCALIDAD:	CASERIO DE TUNÍN	FECHA DE MUESTREO:	06/07/2021		
DISTRITO:	MACATE	FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO:	07/07/2021		
PROVINCIA:	SANTA	FECHA DE REPORTE:	15/07/2021		
DEPARTAMENTO:	ANCASH	MUESTREADO POR:	Muestra y datos proporcionados por el solicitante		
TIPO DE MUESTRA:	AGUA				

**DATOS DE MUESTREO**

COD. LAB.	COD. CAMPO	FUENTE - UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM	
				ESTE	NORTE
070701_21	M1	Agua de manantial del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío de Tunín - Macate / Santa - Ancash / Sr. Uchalin Alcalde, Lionar Florentino.	18:00	815923	9036078

**RESULTADO DEL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

PARÁMETROS	CÓDIGO DE MUESTRA
	070701_21
pH	6.86
Turbiedad (UNT)	0.21
Conductividad 25 °C (µs/cm)	2340
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	1660
Coliformes Totales (NMP/100mL)	< 1.8
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	< 1.8

*Nota: < "valor" significa no cuantificable inferior al valor indicado*

**Métodos de Ensayo:** Conductividad y Sólidos Totales Disueltos: Electrodo SMEWW-APHA- AWWA-WEF. 2510 B. 23rd Ed. 2017. Turbiedad: Nefelométrico: SMEWW-APHA- AWWA-WEF. 2510B. 23rd Ed. 2017. Numeración de Coliformes Totales y Fecales por el Método Estandarizado de Tubos Múltiples. SMEWW-APHA- AWWA-WEF. 9221B y 9221E. 23rd Ed. 2017.

Atentamente,





CC. USA/RSPN  
Archivo  
Laboratorio.

## **ANEXO 7. Cálculos hidráulicos.**

## 1. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

### 2.5. MEDICIÓN DEL CAUDAL

<b>UBICACIÓN DE LA FUENTE</b>	: Caserío de Tunin
<b>DISTRITO</b>	: Macate
<b>PROVINCIA</b>	: del Santa
<b>REGIÓN</b>	: Áncash
<b>TIPO DE FUENTE</b>	: Ladera y concentrada

<b>N° de veces</b>	<b>Litros</b>	<b>tiempo</b>	<b>Punto C</b>
<b>1</b>	10	10	Seg.
<b>2</b>	10	9.7	Seg.
<b>3</b>	10	10	Seg.
<b>4</b>	10	9.8	Seg.
<b>5</b>	10	9.9	Seg.
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>49.4</b>	<b>Seg.</b>

**Tipo de medición:** Método volumétrico

$$Q = \frac{v}{t_{\text{tiempo prom.}}}$$

**Fuente:** agüero R. Agua potable para poblaciones rurales

$$Q = \frac{10 \text{ lit.}}{9.88 \text{ seg.}}$$

$$Q = 1.01 \text{ lit/seg.}$$

Se llegó a medir el caudal máximo de la fuente de agua con el método volumétrico.

## 2. DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

### Datos

Gasto Máximo de la Fuente	:	<b>1.00 lit/seg.</b>
Gasto Máximo Diario	:	0.50 l/s

### 1. Calculo de la Distancia entre el Punto de afloramiento y la Cámara Húmeda (L)

#### Formula:

$$V = \left( \frac{2 \times g \times h}{1.56} \right)^{1/2}$$

#### Donde

V= Velocidad Teórica en m/seg.

h=Altura entre el Afloramiento y el orificio de entrega (0.40 - 0.50) = 0.40 m

g=Aceleración de la Gravedad = 9.81 m/seg.

#### reemplazando valores

$$V = \left( \frac{2 \times 9.81 \times 0.40}{1.56} \right)^{1/2}$$

$$V = 2.24 \text{ m/seg.}$$

*V=0.6 m/seg. Velocidad asumida*

**Nota:** Según RM- N° 192-2018-VIVIENDA recomienda una velocidad de entrada no  $\leq 0,6$  m/s, como la velocidad calculada es 2.24 m/seg. Se asumirá una velocidad de **0.6 m/seg.**

### 1.1. Pérdida de Carga en el Orificio:

**formula**

$$h_0 = 1.56 \frac{V^2}{9.81}$$

**Donde**

$V$  = Velocidad asumida **0.6 m/seg.**

**h<sub>0</sub>** es la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la Velocidad de pase.

$$h_0 = 1.56 \frac{0.6 \text{ m/seg.}^2}{9.81 \text{ m/seg.}}$$

$$h_0 = 0.03 \text{ m}$$

### 1.2. Pérdida de Carga entre el Afloramiento y la Captación (H<sub>f</sub>)

$$H_f = H - h_0$$

**Donde**

H: carga sobre el centro del orificio (m)

h<sub>0</sub>: pérdida de carga en el orificio (m)

H<sub>f</sub>: pérdida de carga afloramiento

$$H_f = 0.40 \text{ m} - 0.03 \text{ m}$$

$$H_f = 0.37 \text{ m/m}$$

### 1.3. Distancia entre el Afloramiento y la Captación (L)

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

**Donde**

L: distancia afloramiento – cámara húmeda

$$L = \frac{0.37 \text{ m}}{0.30}$$

$$L = 1.24 \text{ m}$$

$$L = 1.30 \text{ m}$$

## 2. Calculo del Ancho de la Pantalla (b)

### 2.1. Cálculo del diámetro de la Tubería de Entrada (D)

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d \times v}$$

#### **Donde**

Q<sub>max.</sub> = Caudal Máximo de la fuente **1.00 lit/seg**

V = Velocidad asumida 0.60 m/seg.

C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga (0.60 a 0.80)

$$A = \frac{1.00 \text{ lit/seg}}{0.8 \times 0.60 \text{ m/seg.}}$$

$$A = 0.0021 \text{ m}^2$$

### 2.6. Determinando el diámetro del orificio

$$D = \left[ \frac{4 \times A}{\pi} \right]^{1/2}$$

#### **Donde**

D: diámetro de la tubería de ingreso (m)

$$D = \left[ \frac{4 \times 0.0021}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$D = 0.0517 \text{ m}$$

$$D = \frac{0.0517 \text{ m} \times 100 \text{ cm}}{1 \text{ plg}}$$

$$D = 2.03 \text{ plg}$$

Como el diámetro calculado de **2.03 plg** es mayor que el diámetro máximo recomendado de **2 plg** asumiremos este valor que será utilizado para determinar el número de orificios (NA).

$$D_{\text{asumido}} = 2 \text{ plg}$$

### 2.7. Cálculo del Número de Orificios (NA)

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$NA = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

$$NA = \left(\frac{2.03}{2}\right)^2 + 1$$

$$NA = 3 \text{ orificios}$$

### 2.8. Ancho de la Pantalla (b):

$$b = 2(6Da) + NADa + 3Da(NA-1)$$

#### Donde

$$Da = \text{Diámetro asumido (cm)} = 5.08 \text{ cm}$$

$$NA = \text{Numero de Orificios} = 3$$

$$b = 2(6 \times 5.08) + 3 \times 5.08 + 3 \times 5.08(3-1)$$

$$b = 106.68 \text{ cm}$$

$$b = 1.07 \text{ m}$$

$$\text{se asume } 1.10 \text{ m} = 110 \text{ cm}$$

### 3.- Altura de la Cámara húmeda (Ht)

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

#### Donde

A = Se considera una altura mínima que permita la sedimentación de la arena 10.00 cm

B = Se considera el Diámetro de la Tubería de salida 3.81 cm = 1 ½ plg

H = Altura del agua sobre la Canastilla

D = Desnivel Mínimo entre el Nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de Agua de la Cámara Húmeda (Mínimo 5cm)

E = Borde libre de 10 a 30 cm

### 3.1. Determinar la Altura de la Captación

#### 1. Altura de captación

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

#### Velocidad

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

#### Área de tubería

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

#### Donde

Qmax. = Gasto Máximo de Diseño en Lit/seg. 0.50 lit/seg = 0.0005 m<sup>3</sup>

A = Área de la Tubería de Salida

g = Aceleración Gravitacional 9.81 m/sg

H = Carga Requerida en m

V = Velocidad Promedio en la salida de la Tubería de la Línea de Conducción

D = Diámetro de la Tubería asumida Diam: 2 plg = 5.08 cm

#### Determinando el área de tubería de salida

$$a. A = \frac{\pi \times 5.08^2}{4}$$

$$A = 20.268 \text{ cm}^2 = 0.0203 \text{ m}^2$$

$$b. V = \frac{0.0005 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.0203 \text{ m}^2}$$

$$V = 0.25 \text{ m/seg}$$

#### Altura de agua

$$H = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

$$H = 1.56 \frac{0.0005 \text{ lit/seg}^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \times 0.0203 \text{ m}^2}$$

$$H = 0.0048 \text{ m}$$

$$H = 0.4844 \text{ cm}$$

**Nota:** Según RM- N° 192-2018-VIVIENDA nos dice que para facilitar el paso del agua asumiremos una altura mínima de  $H= 30.00$  cm

*Altura total de la cámara húmeda(Ht)*

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

Reemplazando valores tenemos

$$Ht = 10cm + 3.81 cm + 5 cm + 30 cm + 0.30cm$$

$$Ht = 78.81cm = 0.7881 m$$

*Se asume por facilidad de trabajo 1.00 m*

#### **4. Dimensionamiento de la Canastilla**

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción, se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ .

El diámetro de la línea de conducción es:  $1 \frac{1}{2}$  plg.

Se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el  $D_c$

$$D_{canastilla} = 2 \times D_c$$

$$D_{canastilla} = 2 \times 1 \frac{1}{2} plg$$

$$D_{canastilla} = 3 plg$$

##### **4.1. Longitud de Canastilla (L)**

Se recomienda que la Longitud de la Canastilla sea

$$3D_a < L < 6D_a$$

$$L = 3 \times (3.81) = 11.43 cm$$

$$L = 6 \times (3.81) = 22.86 cm$$

se asumirá una Longitud de  $L = 18 \text{ cm}$

#### 4.2. Tamaño del Orificio

Ancho de la Ranura =  $5 \text{ mm}$

Largo de la Ranura =  $7 \text{ mm}$

Hallando área de ranura

$Ar = 5 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$

$Ar = 35 \text{ mm}^2$

$Ar = \frac{35 \text{ mm}^2}{10^6}$

$Ar = 0.000035 \text{ m}^2$

#### 4.3. Área Total de Ranuras

Área total de ranuras ( $At$ ) =  $2 Ac$ , considerado  $Ac$  como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

##### a. Área Transversal de la Línea de Conducción $D_{\text{conduc.}}$ ( $Ac$ )

$$Ac = \frac{\pi \times Dc^2}{4}$$

$$Ac = \frac{\pi \times (3.81)^2}{4}$$

$$Ac = 11.40 \text{ cm}^2 = 0.00114 \text{ m}^2$$

##### b. Área total de ranuras ( $At$ )

$$At = 2 \times Ac$$

$$At = 2 \times 0.00114 \text{ m}^2$$

$$At = 0.00228 \text{ m}^2$$

que el 50% del área lateral de la granada ( $Ag$ )

**Donde**

El  
valor  
de **A**  
total  
debe  
ser  
menor

Diámetro de la granada (Dg) = diámetro de canastilla: 3 plg = 7.62 cm

Longitud = 18 cm

$$A_g = 0,5 \times D_g \times L$$

$$A_g = \left( \frac{\pi \times 7.62 \times 18 \times 0.5}{10000} \right)$$

$$A_g = 0.020545 \text{ m}^2$$

At 0.00056 m<sup>2</sup> < Ag 0.020545 si cumple

#### 4.4. Numero de Ranura

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

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{0.00228 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2}$$

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 65 \text{ ranuras}$$

#### 5. Tubería de Rebose y Limpieza.

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%, considerando el Caudal Máximo de Aforo, se determina el Diámetro mediante la Ecuación de Hazen y Williams (Para C=140)

Ecuación de Hazen y Williams

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

**Donde**

**Q<sub>max</sub>** = gasto máximo de la fuente 1.00 (lit/seg)

**H<sub>f</sub>** = pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: limpia 0.015 m/m, Rebose 0.02 m/m)

**D** = diámetro de la tubería de rebose (pulg)

a. *Tubería de limpia*

$$D = \frac{0.71 \times 1.00^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D = 1.75$$

$$D_{\text{asumido}} = 2.5 \text{ plg}$$

b. *Tubería de rebose*

$$D = \frac{0.71 \times 1.00^{0.38}}{0.02^{0.21}}$$

$$D = 1.61$$

$$D_{\text{asumido}} = 2 \text{ plg}$$

**Tabla N°22:**  
**cálculo hidráulico de la cámara de captación.**

**Ficha de resumen del**

<b>FICHA N° 01</b>		<b>CALCULO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.		
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO		
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL		
<b>LUGAR:</b>	Caserío de Taquilpon	<b>DISTRITO:</b>	Macate
<b>PROVINCIA:</b>	del Santa	<b>REGIÓN:</b>	Áncash
			<b>FECHA:</b> 25/06/2021
<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN DE LADERA Y CONCENTRADA</b>			
<b>DATOS</b>	Caudal Maximo de la Fuente		Gasto Máximo diario
	<b>1.00 L/s</b>		<b>0.5 L/s</b>
<b>1.- Distancia entre el Punto de afloramiento y la Cámara Humeda (L)</b>	1. Velocidad de Pase	2. Perdida de Carga en el Orificio	3. Perdida de Carga entre el Afloramiento y la Caja de Captacion ( Hf)
	<b>0.6 m/s</b>	<b>0.03 m</b>	<b>0.37 m</b>
<b>2.- Ancho de la Pantalla (b)</b>	<b>3.- Altura de la Cámara humeda (Ht)</b>		
	A=Se considera una altura minima sedimentacion	B= Se considera el Diametro de la Tuberia de salida	D= Desnivel Mínimo
<b>1.10 cm</b>	<b>10.00 cm</b>	<b>3.81 cm</b>	<b>5.00 cm</b>
<b>4.- Dimencionamiento de la Canastilla</b>			
Calculo de la Tuberia de Salida a la Linea de Conduccion	Longitud de Canastilla (L)	Tamaño del Orificio	N° de ranuras
<b>1 1/2 plg.</b>	<b>46.00 cm</b>	<b>35.00 mm2</b>	<b>66.00</b>
			<b>2 x 2.5 plg.</b>
			<b>5.- Tuberia de Rebose y Limpieza.</b>
			Se considera el Diametro de la Tuberia de salida

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

## CALCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

N° Personas/familia		4.81 pers/ fami
Población actual	Pa =	<b>178.000</b> Habitantes
Estudiantes del C.E Taquilpon	Est=	<b>20.000</b> Estudiantes
Coficiente de crecimiento	Ccrec =	0.004 Anual
Periodo de diseño	Pdis =	20.000 Años
Dotación de agua para centros educativos	Dest =	<b>50.000</b> Lit/Hab/pers
Dotación de agua	Dot =	<b>80.000</b> Lit/Hab/pers
Coficiente de consumo máximo diario	K1 =	1.300
Coficiente de consumo máximo horario	K2 =	2.000

### 1. POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA

#### Población futura

#### Periodo de diseño

Obras de captación: 20 años.

Conducción: 10a20anos.

Reservorio: 20anos.

Redes: 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

### 2. Población futura

Determinando la población futura mediante el método aritmético

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r \times t}{1000} \right)$$
$$Pf = 178 \left( 1 + \frac{0.004 \times 20}{1000} \right)$$

$$Pf = 178.00 \text{ hab.}$$

### 3. Demanda de agua

#### a. Dotación

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

Fuente: R.M. n°176-2016-vivienda

#### b. Dotación para consumo público

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona

Fuente: R.N.E.– Instalaciones Sanitarias para Edificaciones- norma IS. 0.10.

La dotación para el diseño será de 80 l/h/d y para consumo público I.E es de 50 l/pers

### 4. Caudal de diseño

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

$$Qm = \frac{Pf \times \text{dotación (d)}}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qm = \frac{178 \times 80 (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qm = 0.165 \text{ lit/seg.}$$

**b. Consumo estatal**

$$Q_{est} = \left( \frac{N^{\circ}est \times dotacion (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$$

$$Q_{est} = \left( \frac{20 \times 50 (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$$

$$Q_{est} = 0.012$$

**c. Consumo máximo diario (Qmd)**

$$\text{Consumo máximo diario (Qmd)} = 1.3 \times Q_m \text{ (L/s)}$$

$$Q_{md} = 1.3 (0.165 + 0.012)$$

$$Q_{md} = 0.229$$

**d. Consumo máximo horario (Qmh)**

$$\text{Consumo máximo horario (Qmh)} = 2.5 \times Q_m \text{ (L/s).}$$

$$Q_{mh} = 2 (0.165 + 0.012)$$

$$Q_{mh} = 0.353 \text{ lit/seg.}$$

**Determinación del Qmd Y Qmh para diseño**

RANGO	Qmd Y Qmh (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	> de 1,0 l/s

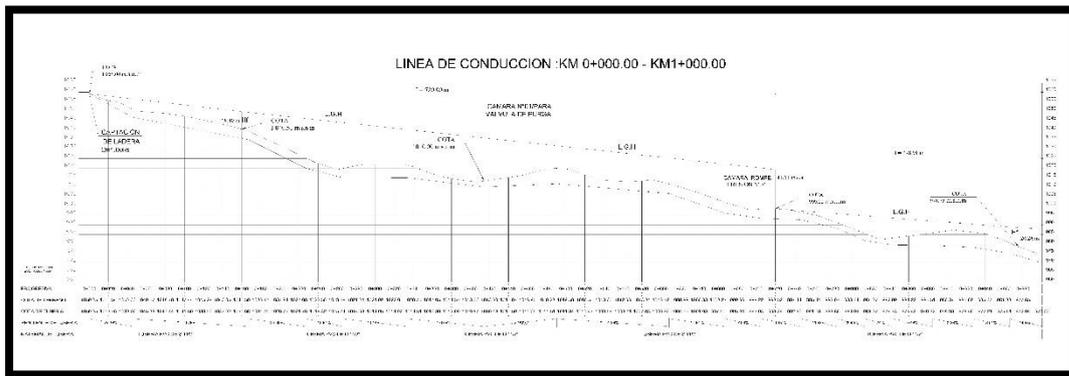
**Fuente:** RM- N° 192-2018-VIVIENDA

Como él (Qmd es 0.229 lts/seg.) y el (Qmh es 0.353 lts/seg.) son menores a 0.5 l/seg. De acuerdo a la RM- N° 192-2018-VIVIENDA se trabajará con **0.5 lit/seg.**

## Diseño hidráulico de la línea de conducción

Condición:

Velocidad mínima	0.6 m/s
Velocidad máxima admisible	3 m/s
Caudal máximo diario	0.5 lit/se.
Caudal de la fuente	1.00 Lit/seg



Fotografía 12: Perfil longitudinal de la línea de conducción

### Tramo 1: capt. Crp

**a. Caudal de la fuente**

*1.00 lit/seg*

**b. Longitud**

*720.00 m*

**c. COTA DE TERRENO**

*Inicial: 1059.00 m.s.n.m*

*Final: 999.00 m.s.n.m*

**d. DESNIVEL H (m)**

*Desnivel de terreno= Cota inicial - Cota final*

*Desnivel de terreno= 1059.00 m.s.n.m - 999.00 m.s.n.m*

*Desnivel de terreno= 60.00 m*

**e. Perdida de carga unit. Disponibl. hf (m/m)**

$$PERDIDA DE CARGA UNIT. DISP. = \left( \frac{LONGITUD}{DESNIVEL} \right)$$

*Perdida de carga unit. Disp.= 0.083 m/m*

**f. Diámetro de tubería.**

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

$$D = \frac{0.71 \times 1.00^{0.38}}{0.083^{0.21}}$$

$$D = 1.196 \text{ plg}$$

*Diámetro de tubería comercial. 1 1/2 plg.*

**g. Velocidad**

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

$$V = 1.9735 \frac{1.00 \text{ lit./seg}}{1 \frac{1}{2} \text{ plg.}}$$

$$V = 0.90 \text{ m/s}$$

**h. PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m)**

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 \times D^{2.6}} \right)^{1.85}$$

$$hf = \left( \frac{1.00 \text{ lit/seg}}{2.492 \times 1 \frac{1}{2} \text{ plg}^{2.6}} \right)^{1.85}$$

$$Hf = 0.026 \text{ m/m}$$

**i. Pérdida de carga en tramo hf (m/m)**

$$Hf = \left( \frac{\text{LONGITUD}}{hf} \right)$$

$$Hf = \left( \frac{720.00}{0.026} \right)$$

$$Hf = 18.490 \text{ m/m}$$

**j. Cota piezométrica**

*Cota piezométrica inicial*

*Cota piezométrica inicial = 1059.00 m. s. n. m*

*Cota piezométrica final*

*Cota piezométrica final = Cota piezométrica inicial - Hf*

*Cota piezométrica final = 1059.00 - 18.490 m/m*

*Cota piezométrica final = 1 040.510 m. s. n. m*

**i. Presión final (m)**

*Presión final = Cota piezométrica final - Cota de terreno final*

*Presión final = 1 040.510 - 999.00*

*Presión final = 41.510 m*

*La clase de tubería a usar será de clase 10 PVC*

Para los demás tramos se realiza de la misma forma

Tabla 23: Ficha de resumen del calculo hidráulico de la línea de conducción

FICHA N° 02		DISEÑO HIDRÁULICO						
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon con una incidencia en la condición sa							
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO							
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL							
<b>LUGAR:</b>	Caserío de Taquilpon					<b>DISTRITO:</b>		
<b>PROVINCIA:</b>	del Santa					<b>REGIÓN:</b>		
<b>DISEÑO HIDRAULICO CON T</b>								
<b>CONDICION:</b>								
- Velocidad mínima Vmín = 0.600 mt/seg La								
- Velocidad máxima admisibl Vmáx = 3.000 mt/seg cem								
- Caudal máximo diario Lits./seg= 0.5 Lit/seg								
-Caudal de la fuente Lits./seg= 1.00 Lit/seg								
TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD	COTA DE TERRENO		DIS NIVEL H (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBL. hf (m/m)	Ø DE TUBO	
		LRT	INICIAL	FINAL			CALCUL.	COM
		(m)	(msnm)	(msnm)			D (Pulgadas)	D (Pulga
CAPT. - CRP1	1.00	720.00	1059.00	999.00	60.00	0.083	1.196	1 1/2
CRP1. - CRP2.	1.00	789.00	999.00	945.00	54.00	0.068	1.247	1 1/2
CRP2. - CRP3.	1.00	1128.29	945.00	885.00	60.00	0.053	1.315	1 1/2
CRP3. - RESER.	1.00	1332.00	885.00	859.00	26.00	0.020	1.623	2

Fuente: Elaboración propia 2021.

**Tabla 24: Ficha de resumen del Diseño hidráulico de la crp 06**

<b>FICHA N° 03</b>	<b>DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN (CRP06)</b>		
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.		
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO		
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL		
<b>LUGAR:</b>	Caserío de Taquilpon	<b>DISTRITO:</b>	Macate
<b>PROVINCIA:</b>	del Santa	<b>REGIÓN:</b>	Áncash
		<b>FECHA:</b>	25/06/2021
<b>DISEÑO DE LA CAMARA ROMPE PRESION TIPO 6</b>			
<b>1. Altura de la Cámara Rompe Presión (Ht)</b>			
$HT = A + H + BL$ se presenta las alturas estandares según la RM- N° 192-2018-VIVIENDA se trabajara con <b>Datos</b> $Q_{md} = 1.00$ l/sg. $D = 1 \frac{1}{2}$ Pulg.			
<p><i>A : altura mínima (0.10 m)</i>  <i>H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir</i>  <i>BL : borde libre (0.40 m)</i>  <i>Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión</i></p>			
<b>a. Cálculo de la carga requerida (H)</b>			
$H = 1.56 \times \frac{V^2}{2g}$			
Donde:	$H =$ carga de agua (m)	Donde:	$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$
	$V =$ Velocidad de flujo (m/s)		$Q =$ Caudal máximo diario. ( $Q_{md}$ )
	$g =$ Aceleración gravitacional 9.81 n/seg <sup>2</sup>		$D =$ diámetro de tubería
	$H = 0.061$ m.		$V = 0.877$ m/seg.
			$6$ cm
<b>Nota</b>	como la altura de carga requerida es <b>6 cm</b> para que el caudal de salida pueda fluir se <b>0.40 m</b>		
<b>2. Dimensiones de altura de CRP 06</b>			
Entonces	<b>Altuta total de la CRP 06</b>		
$HT = A + H + BL$	A	H	BL
	0.10	0.40	0.40
	$HT = 0.9$ m		
Se recomienda una sección interior mínima de <b>0,60 x 0,60 m</b> , tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos. según la <b>RM- N° 192-2018-VIVIENDA</b>			

Continua.....2

**3. Cálculo de la canastilla**

$D_{\text{canastilla}} = 2xD$

Diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida "Dc"       $D_c =$  3 Plg.

**a. Longitud de diseño de la canastilla (L)**

longitud de diseño de la canastilla (cm), 3Dc y 6Dc (cm)

$3Dc < L_{\text{diseño}} < 6Dc$

<b>L =</b>	3	x	1 1/2	11.43	cm	<b>L asumido</b>	
<b>L =</b>	6	x	1 1/2	22.86	cm	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">20</span>	cm

**b. Cálculo de las ranuras**

Ancho de la ranura	5	mm
Largo de la ranura	7	mm

$A_r =$  35 mm<sup>2</sup>

**c. Area total de las ranuras  $A_t = 2xA_c$**

$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$        $A_t =$  11.40 cm<sup>2</sup>      *El valor de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada ( $A_g$ ).*

$A_g = 0.5 \times D_c \times L$

$A_g =$  76.20 cm<sup>2</sup>

**d. El número de ranuras de la canastilla (und)**

$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$        $N^\circ \text{ ranuras} =$  65

**4. Cálculo del diámetro de tubería de rebose**

La tubería de Rebose se determina mediante la Ecuación de Hazen y Williams (Para C=150)       $D = 4.63 \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$

D : diámetro del tubo de rebose y limpia (plg)

Q = Gasto Maximo de la Fuente en lit/seg

hf : pérdida de carga unitaria (m/m)

	1.00	lit/seg
	0.010	m/m

$D =$  1.81 Plg

Considerando una tubería de rebose de 2 plg.

Fuente: Elaboración propia 2021.

**Tabla 25: Ficha de resumen del diseño de población y demanda de agua.**

FICHA N° 04		DISEÑO DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA			
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Macate, provincia del Santa, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.				
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO				
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL				
<b>LUGAR:</b>	Caserío de Taquilpon	<b>DISTRITO:</b>	Macate	<b>FECHA:</b>	25/06/2021
<b>PROVINCIA:</b>	del Santa	<b>REGIÓN:</b>	Áncash		
<b>1. DATOS:</b>					
N° Promedio de Personas/familia			4.81		personas
Población actual	Pa =		<b>178.00</b>		Habitantes
Estudiantes del C.E Taquilpon	Est=		<b>20.00</b>		Estudiantes
Coefficiente de crecimiento ®	Ccrec =		0.004		Añual
Periodo de diseño	Pdis =		20.000		Años
Dotación de agua para centros educ	Dest =		<b>50.00</b>		Lit/Hab/pers
Dotación de agua (*)	Dot =		<b>80.00</b>		Lit/Hab/pers
Caudal de captación	Qcap		<b>1.00</b>		Lit/seg
<b>1.1. Coeficientes de regulación</b>					
<b>Coefficiente de consumo máximo diario (Qmd)</b>		<b>Coefficiente de consumo máximo horario (Qmh)</b>		<b>Coefficiente de regulación del reservorio</b>	
K1 =	1.300	K2 =	2.000	K3 =	0.250
Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA		Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA		Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA	
<b>2. Demanda de agua</b>					
<b>Población de diseño</b>			<b>Consumo estatal</b>		
$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r \times t}{1000} \right)$			$Qest = \left( \frac{N^{\circ} est \times dotacion (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$		
178	habitantes		0.012		Lit/seg
<b>Consumo promedio diario anual</b>			Fuente: Formulas de diseño - RM- N° 192-2018-VIVIENDA		
$Qm = \left( \frac{Pf \times dotacion (d)}{86400 \text{ s/dia}} \right)$					
0.165			Lit/seg		
<b>Consumo máximo diario</b>			<b>Consumo máximo horario</b>		
$Qmd = 1.3(Qm + Qest)$			$Qmh = 2(Qm + Qest)$		
0.229	Lit/seg		0.353	Lit/seg	
<b>Nota:</b>					
Como el (QMD es 0.229 lts/seg.) Y el (QMH es 0.353 lts/seg.) son menores a 0.5 l/seg. De acuerdo a la RM- N° 192-2018-VIVIENDA se trabajara con					
<b>Determinación del Qmd Y Qmh para diseño</b>					
<b>RANGO</b>	<b>Qmd Y Qmh (REAL)</b>	<b>SE DISEÑA CON:</b>			
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s			
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s			
3	> de 1,0 l/s	> de 1,0 l/s			
Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA					
<b>QMD</b>	<b>0.50</b>	Lit/seg			
<b>Caudal de la fuente</b>	<b>1.00</b>	Lit/seg			

Continua.....2

3. Diseño hidráulico del Reservorio y Volumen del reservorio																				
Volúmen de regulación			Volúmen de Reserva																	
$V_{reg} = 0.25 \left( \frac{PF * Dotacion}{1000} \right)$			$V_{res} = 3 \text{ horas de servicio} \left( \frac{3600 * QMD}{1000} \right)$																	
3.56	m3.		5.40	m3.																
Volúmen Contra Incendio			<i>Fuente: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS-PERÚ Para poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera volumen</i>																	
VCI = menor a 10000																				
0.00	m3.																			
Volumen de Almacenamiento calculado		Volumen util Adaptado		Tiempo de llenado del reservorio																
8.96	m3.	10.00	m3.	2.8	Hrs.															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Determinación del Volumen de almacenamiento</th> </tr> <tr> <th>Rango</th> <th>Valm (REAL)</th> <th>Se utiliza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 – Reservorio</td> <td>≤ 5 m3</td> <td>5 m3</td> </tr> <tr> <td>2 – Reservorio</td> <td>&gt; 5 m3 hasta ≤ 10 m3</td> <td>10 m3</td> </tr> <tr> <td>3 – Reservorio</td> <td>&gt; 10 m3 hasta ≤ 15 m3</td> <td>15 m3</td> </tr> </tbody> </table>			Determinación del Volumen de almacenamiento			Rango	Valm (REAL)	Se utiliza	1 – Reservorio	≤ 5 m3	5 m3	2 – Reservorio	> 5 m3 hasta ≤ 10 m3	10 m3	3 – Reservorio	> 10 m3 hasta ≤ 15 m3	15 m3	<p><b>NOTA:</b> Como el volumen calculado es <b>8.96 m3</b>, según <b>RM- N° 192-2018-VIVIENDA</b> dice que si el volumen real calculado es mayor que <b>5m3</b> se utilizara un volumen de almacenamiento de <b>10 m3</b></p>		
Determinación del Volumen de almacenamiento																				
Rango	Valm (REAL)	Se utiliza																		
1 – Reservorio	≤ 5 m3	5 m3																		
2 – Reservorio	> 5 m3 hasta ≤ 10 m3	10 m3																		
3 – Reservorio	> 10 m3 hasta ≤ 15 m3	15 m3																		
Fuente: RM- N° 192-2018-VIVIENDA																				
3.1. Dimensionamiento del reservorio																				
Ancho de la pared (b)		Largo de la pared (L)		Altura de agua (h)																
2.5	m	2.5	m	1.6	m															
Bordo libre (B.L.)		Altura total (H)																		
0.3	m	1.9	m																	

**Fuente:** Elaboración propia 2021.

## Diseño de la red de distribución

### 1. Datos de diseño

#### 1. Población futura

$$Pf = Po * (1 + r*t/1000)$$

Dotación de agua

#### 2. Consumo promedio anual (lt/seg)

$$Qpd = \text{Pob. F} * \text{Dot.}/86,400$$

#### 3. Tasa de crecimiento

Coefficiente de crecimiento %

#### 4. Periodo de diseño

#### 5. Coeficiente de consumo máximo horario (K2)

#### 6. Consumo estatal

Estudiantes del C.E Taquilpon

Dotacion (lt/hab/dia)

$$Q_{est} = \text{Estu.} * \text{dotacion}/24*60*60\text{s/d}$$

#### 7. Consumo máximo horario (lt/seg)

$$Q_{mh} = 2 * Q_m$$

#### 8. Consumo unitario (Q unit.)

$$Q_{uni} = (Q_{mh.}/(\text{población futura}))$$

178.00 Habitantes

80.00 Lit/Hab/pers

0.17 lit/seg

0.004 Anual

20.00 años

2.000

20.00 Estudiantes

50.00 Lit/Hab/pers

0.01 Lit/Hab/pers

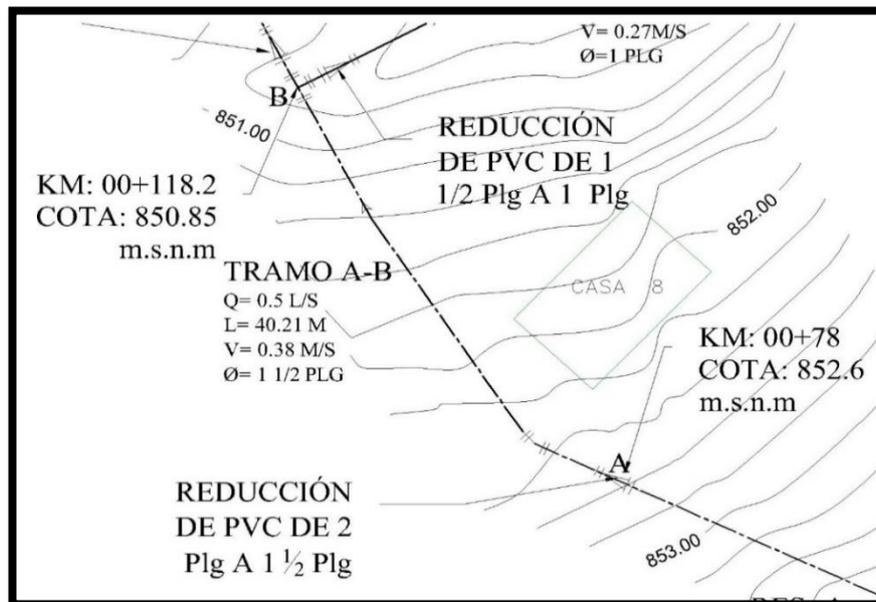
0.50 lit/seg

0.0028 Lit/Hab/pers

2.

### Calculo de gastos por tramos

#### Tramo 1: A-B



Fotografía N° 13: tramo de A-B, de la red de distribución para el diseño del caudal de gasto por tramo.

#### a. Caudal por tramo

$$Q_{tramo} = Q_{unit.} * X \text{ num. de habitantes por tramo}$$

$$Q_{\text{tramo}} = 5 \text{ hab.} \times 0.0028 \text{ Lit/Hab/pers}$$

$$Q_{\text{tramo}} = 0.014 \text{ lit/seg.}$$

**b. Caudal de diseño**

$$Q = \sum_{\text{total}} Q_{\text{tramo}}$$

$$Q = 0.5 \text{ lit/seg.}$$

**c. Longitud de tramo**

$$L = 40.21 \text{ m}$$

**d. Diámetro nominal seleccionado**

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

$$D = 1 \frac{1}{2} \text{ plg}$$

**e. velocidad**

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

$$V = 1.9735 \frac{0.5 \text{ lit/seg.}}{2^2 \text{ plg}}$$

$$V = 0.44 \text{ m/s}$$

**f. Perdida de carga unitaria (hf)**

$$hf = \frac{Q}{2.49 \times D^{2.63}}$$

$$hf = 7.0816 \text{ m/m}$$

**g. Perdida de carga tramo (Hf)**

$$Hf = \frac{\text{long} \times hf}{1000}$$

$$Hf = 0.2848 \text{ m}$$

**h. Cota piezométrica (m)**

$$Cota\ piezometrica\ inicial = 857.864\ m.\ s.\ n.\ m$$

$$Cota\ piezometrica\ final = Cota\ piezometrica\ inicial - H_f$$

$$Cota\ piezometrica\ final = 857.864 - 0.2848$$

$$Cota\ piezometrica\ final: 857.579\ m$$

**i. Cota de terreno (m.s.n.m)**

*La cota de terreno inicial y final es la cota donde inicia el punto A  
y termina en el punto B*

**j. presión (m)**

**Presión inicial (m)**

$$Presión\ inicial = Cota\ piezometrica\ inicial - Cota\ de\ terreno\ inicial$$

$$Presión\ inicial = 857.864\ m - 852.60\ m.s.n.m$$

$$Presión\ inicial = 5.26\ m.\ c.\ a$$

**k. Presión final (m)**

$$Presión\ final = Cota\ piezometrica\ final - Cota\ final\ de\ terreno$$

$$Presión\ final = 857.579 - 850.85$$

$$Presión\ final = 6.73\ m.\ c.\ a$$

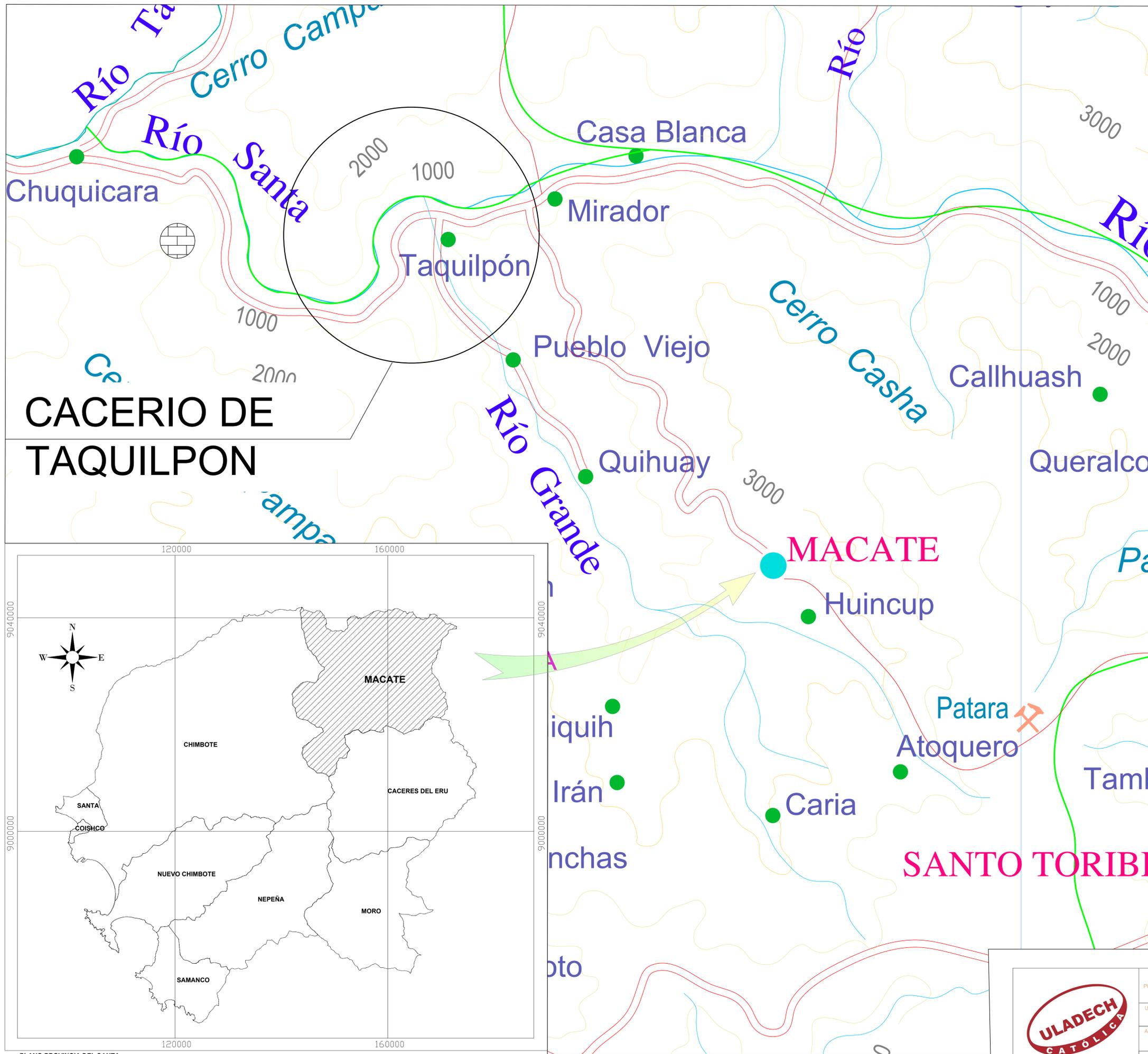
***Para los demás tramos se realiza de la misma forma***

**Tabla 26: Ficha de resumen del cálculo hidráulico de la red de distribución.**

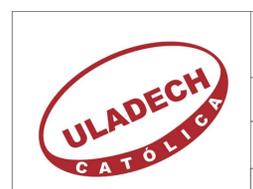
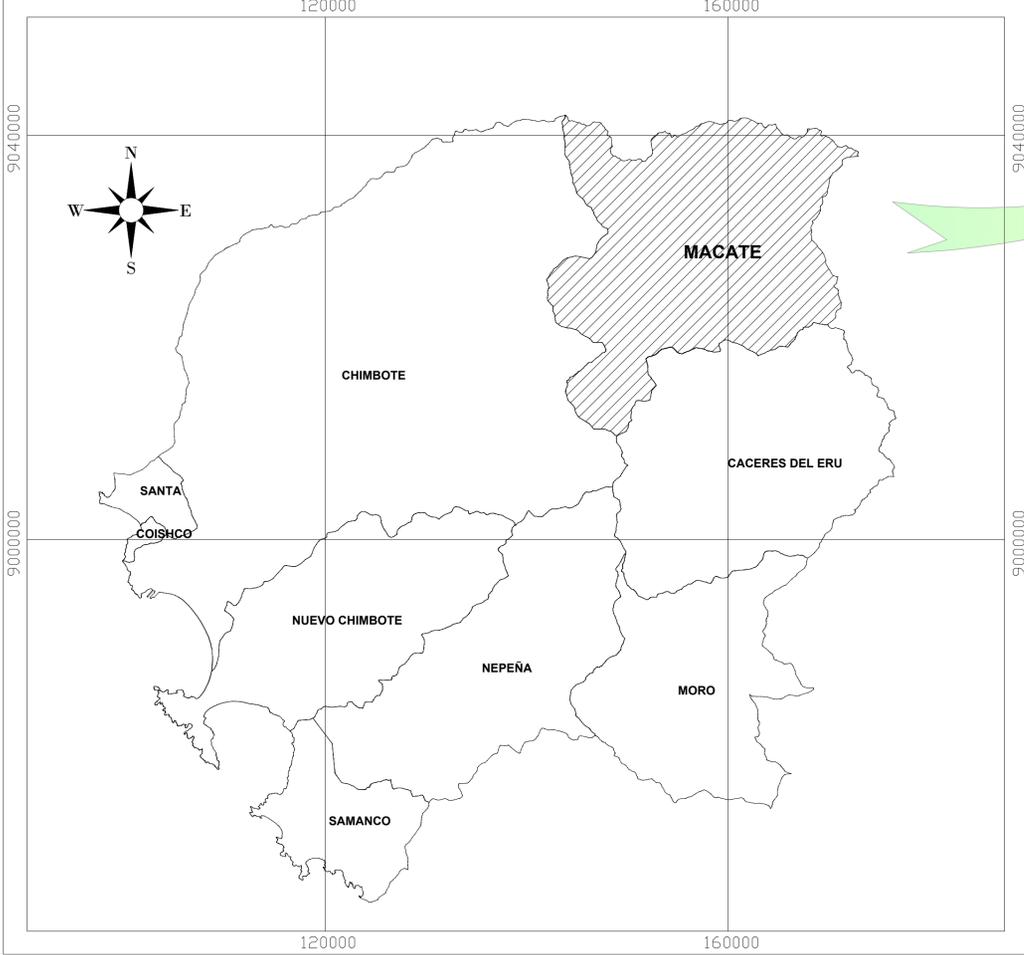
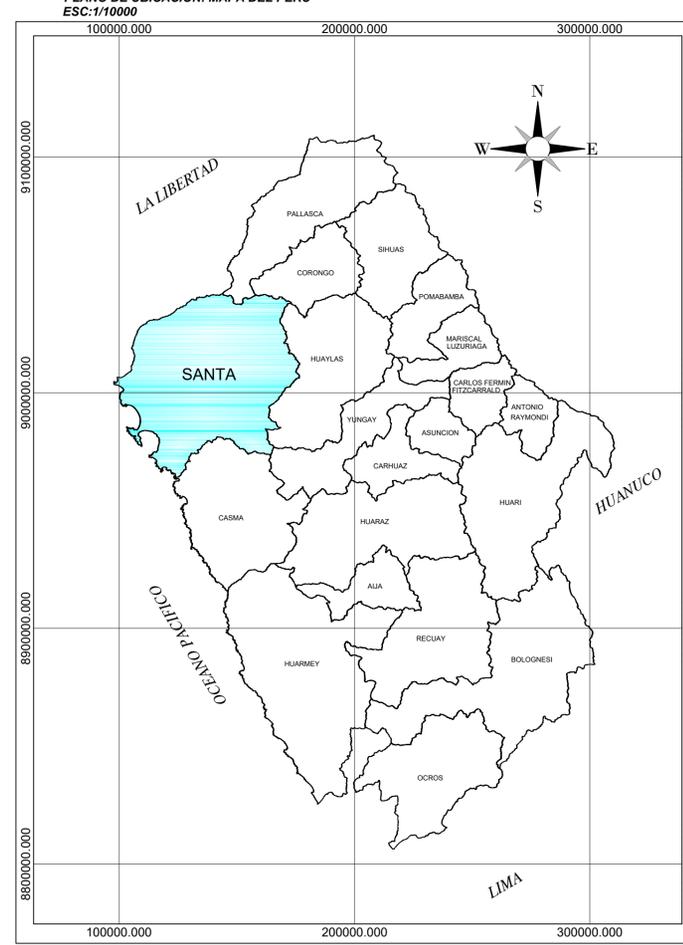
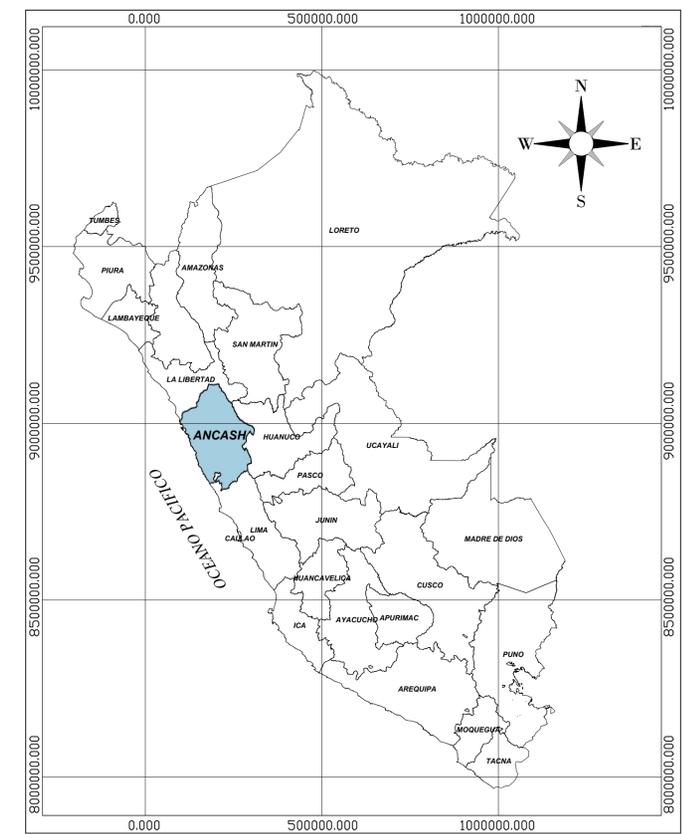
<b>FICHA N° 05</b>		<b><u>CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</u></b>					
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Taquilpon, distrito de Taquilpon, provincia del Santa, condición sanitaria de la población						
<b>TESISTA:</b>	BACH. UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO						
<b>ASESOR</b>	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL						
<b>LUGAR:</b>	Caserío de Taquilpon					<b>DISTRITO:</b>	
<b>PROVINCIA:</b>	del Santa					<b>REGIÓN:</b>	
<b>RESUMEN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>							
TRAMO (m)	GASTO (L/S)		LONG. (m)	DIÁMET. (Pulg.)	VELOCID. (m/s)	PÉRD. DE CARGA	
	TRAMO	DISEÑO				UNIT (%)	TRAMO (m)
Res. - A	---	0.50	78.00	2	0.25	1.7468	0.1363
A-B	0.014	0.50	40.21	1 1/2	0.44	7.0816	0.2848
B-C	0.0336	0.1344	49.56	1	0.27	4.5074	0.2234
C-D	0.0672	0.0672	73.56	3/4	0.24	5.0688	0.3729
C-E	0.0336	0.0336	33.01	3/4	0.12	1.4061	0.0464
B-CRP	0.0672	0.0672	294.16	1	0.13	1.2503	0.3678
CRP-F	0.0672	0.1064	790.40	1	0.21	2.9257	2.3125
F-G	0.0588	0.0588	373.62	3/4	0.21	3.9593	1.4793
F-CRP	0.0476	0.0476	1343.59	3/4	0.2	2.6782	3.5984
CRP-H	0	0.0616	110.59	3/4	0.22	4.3152	0.4772
H-CRP	0.0252	0.0616	174.35	3/4	0.22	4.3152	0.7524
CRP-I	0.0364	0.0364	254.07	3/4	0.13	1.6305	0.4143
H-CRP	0.0112	0.0476	415.41	3/4	0.17	2.6782	1.1126
CRP-J	0.0364	0.0364	632.69	3/4	0.13	1.6305	1.0316

FUENTE: Elaboración propia 2021.

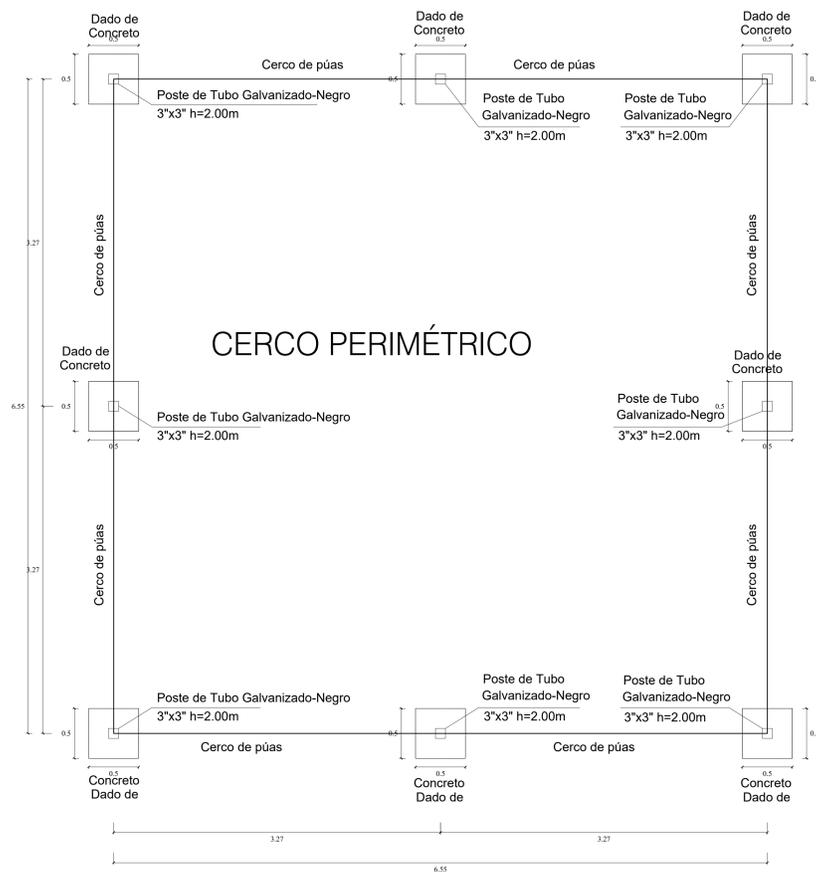
## **ANEXO 8. Planos**



**CACERIO DE TAQUILPON**



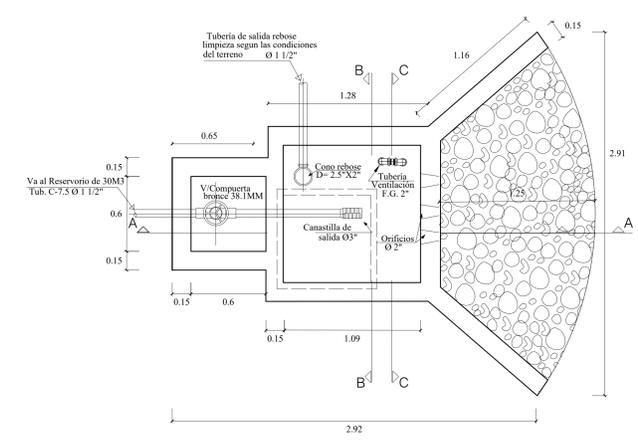
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.		PLANO: PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION	
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	DISTRITO: MACATE	FECHA: JULIO - 2021	LAMINA: U-01
ASESOR: MGTR. LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL	REGIÓN: ANCASH	ESCALA: INDICADA	
BACH: UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	PROVINCIA: SANTA CASERIO: TAQUILPON		



**CERCO PERIMÉTRICO**

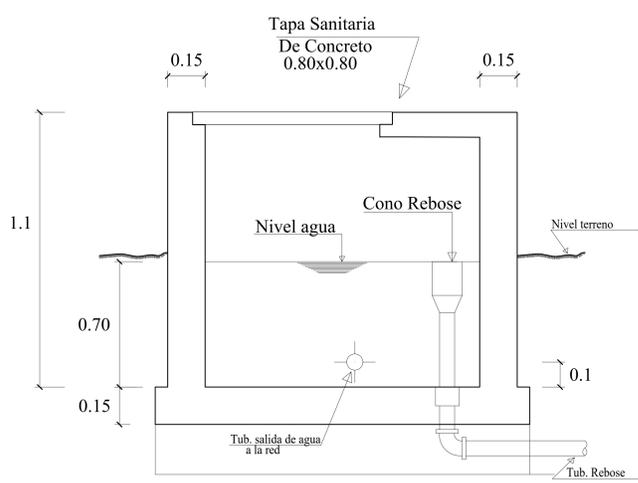
**PLANTA CERCO PERIMÉTRICO**

ESCALA: 1/25



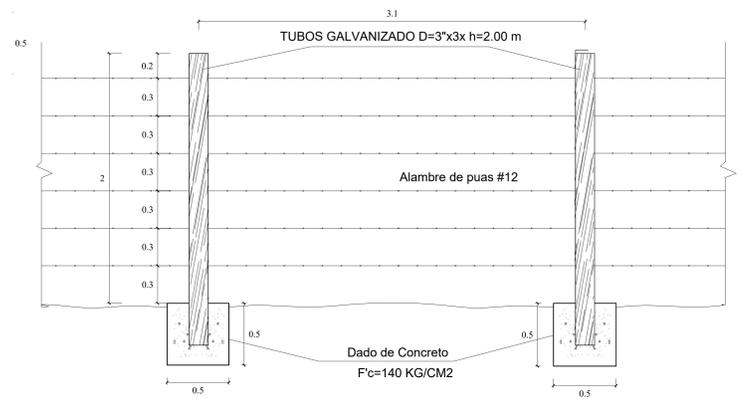
**PLANTA CAPTACIÓN DE LADERA Y CONCENTRADA**

ESCALA: 1/20



**CORTE B - B**

ESCALA: 1/10



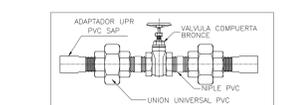
**DETALLE DE CERCO PERIMÉTRICO**

ESCALA: 1/20



**DETALLE TAPA METALICA**

SIN ESCALA



**DETALLE INSTALACIÓN DE LAS VÁLVULAS**

SIN ESCALA

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

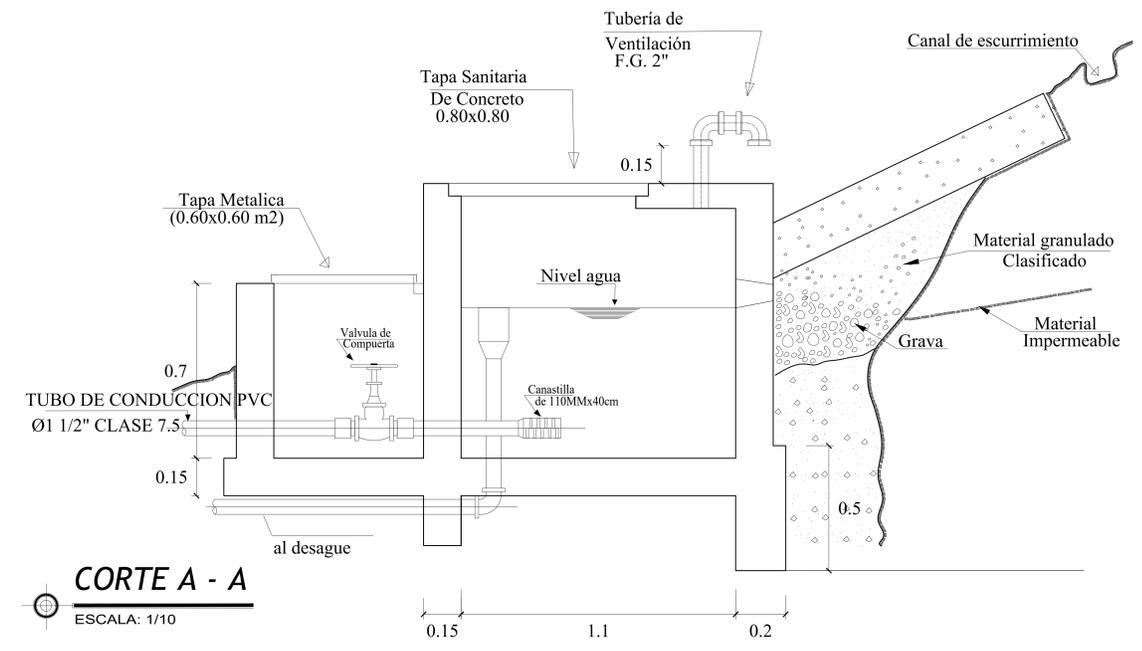
**CONCRETO SIMPLE**  
DADOS : Fc=140 kg/cm2

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**CONCRETO SIMPLE**  
SOLADO : Fc=100 kg/cm2  
**CONCRETO ARMADO**  
CONCRETO : Fc=210 kg/cm2  
: Cemento Portland Tipo I

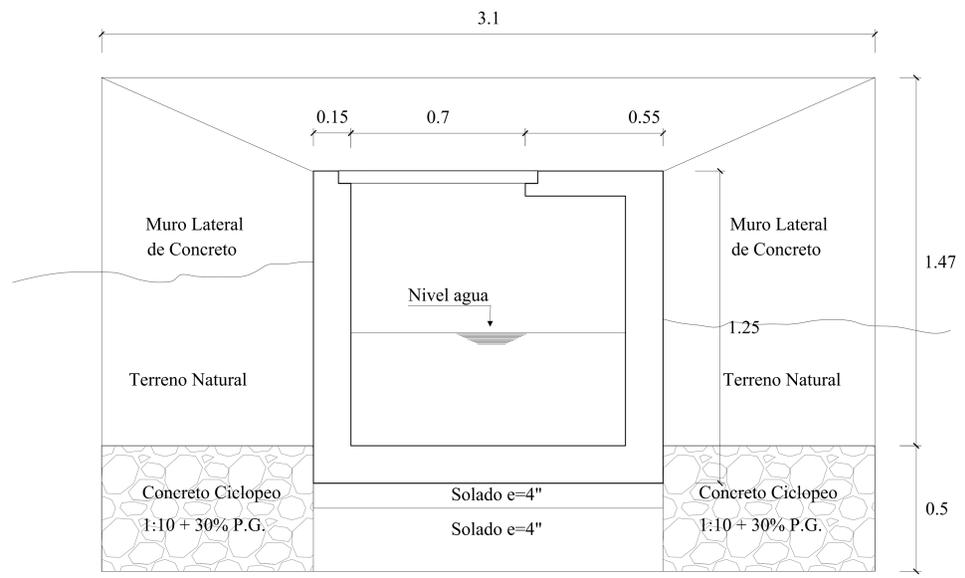
**RECUBRIMIENTOS**  
LOSA DE FONDO : 3.00 cm  
LOSA DE TECHO : 4.00 cm  
MUROS : 3.00cm

**NORMAS**  
Norma de Cargas E-020  
Norma de Suelos y Cimentaciones E-050  
Norma de Concreto Armado E-0.60



**CORTE A - A**

ESCALA: 1/10

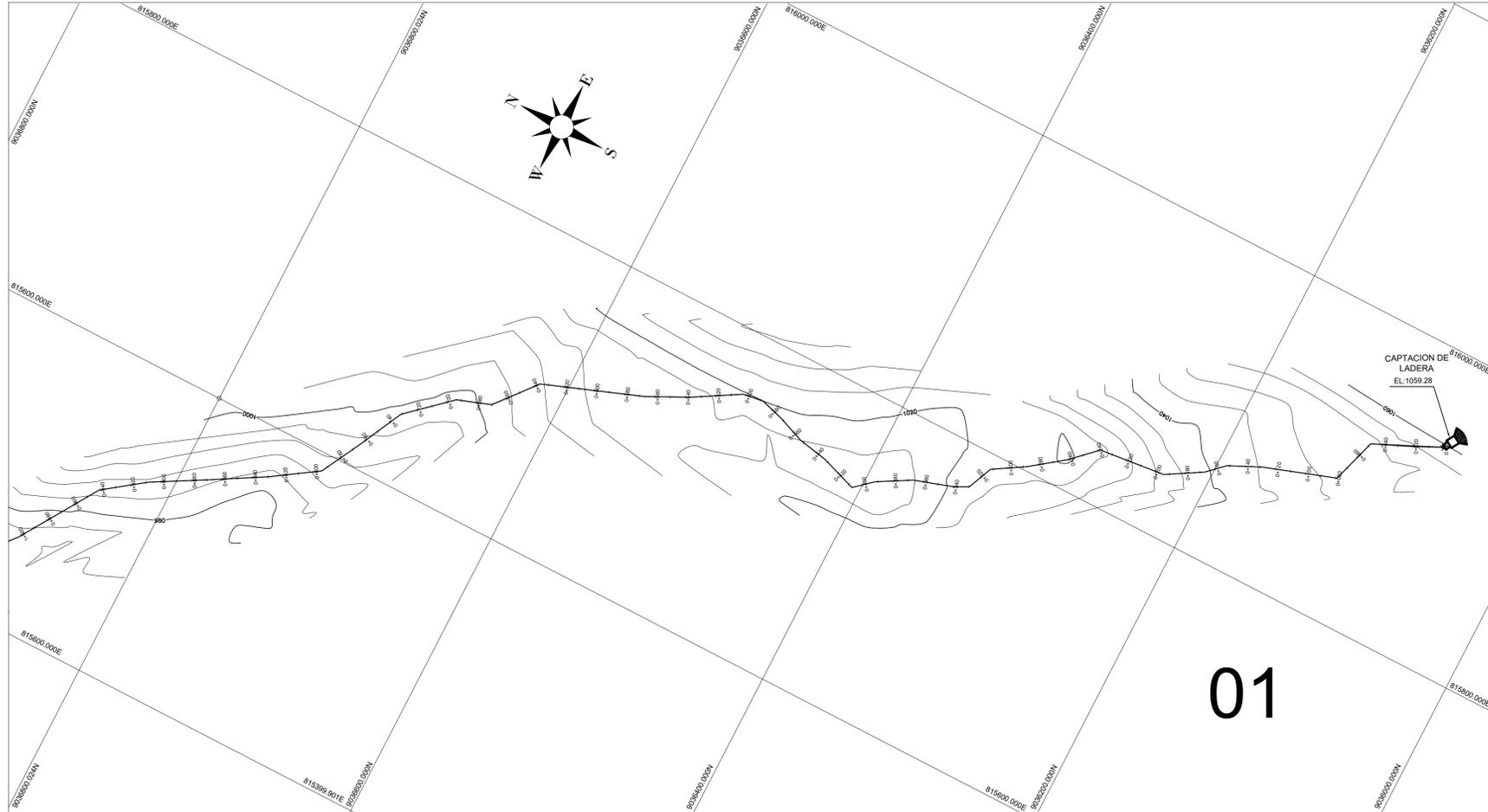


**CORTE C - C**

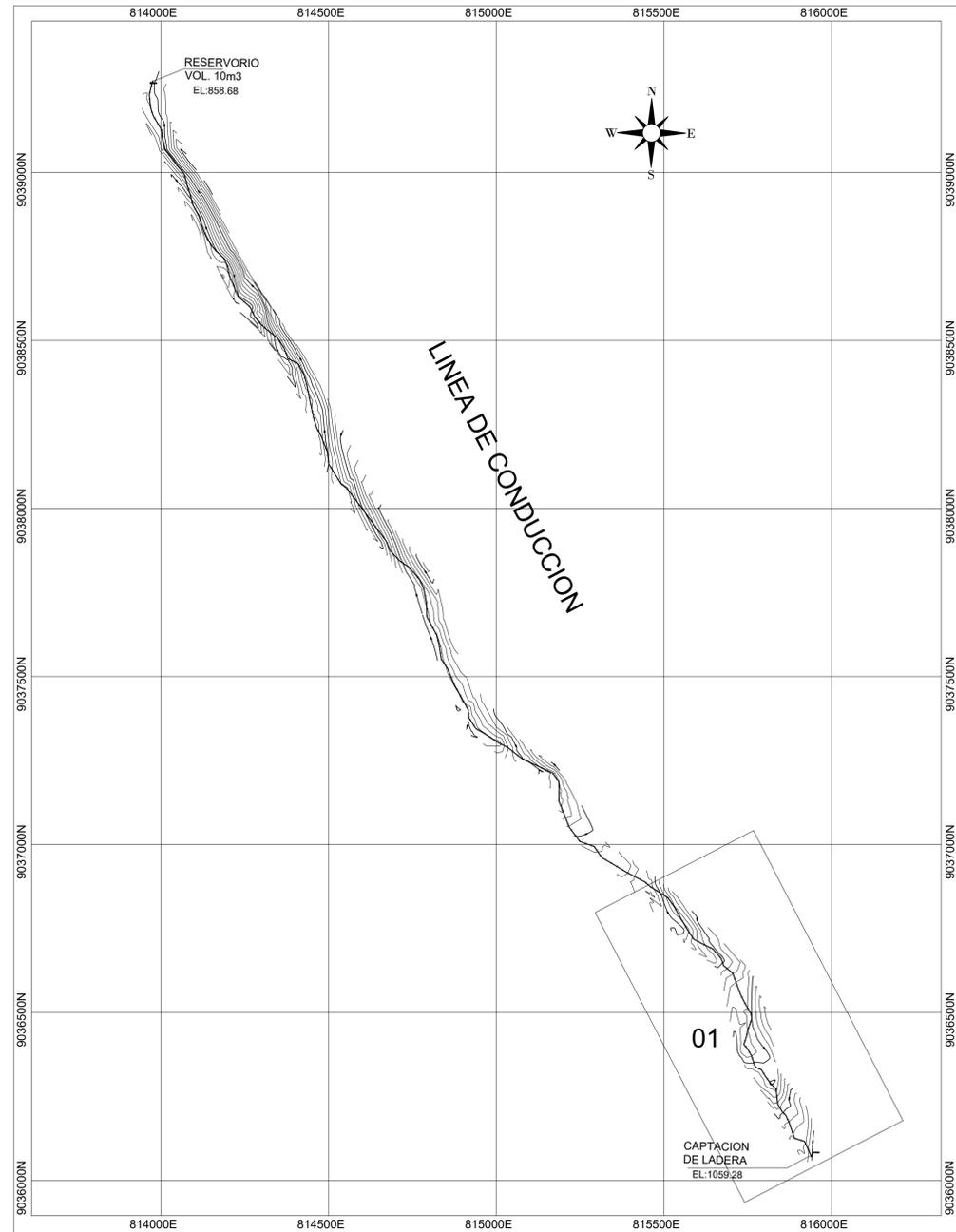
ESCALA: 1/10



<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.	<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE	<b>DISTRITO:</b> MACATE	<b>PLANO:</b> DETALLE DE CAPTACIÓN ARQUITECTURA Y CERCO PERIMÉTRICO
<b>ASESOR:</b> MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	<b>REGION:</b> ANCASH	<b>PROVINCIA:</b> SANTA	<b>FECHA:</b> JULIO - 2021
<b>BACH:</b> UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	<b>CASERÍO:</b> TAQUILPON	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> UA-01

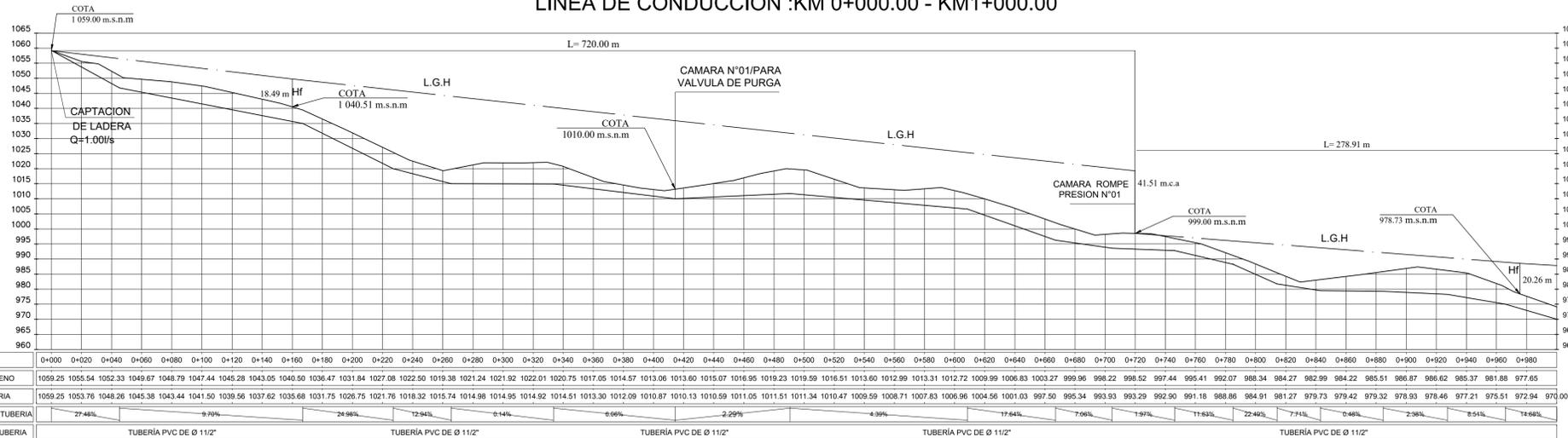


PLANTA: LINEA DE CONDUCCION TRAMO 0+000KM - 1+000KM  
ESC: 1/2000

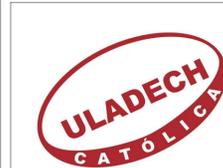


PLANO CLAVE: LINEA DE CONDUCCION  
ESC: 1/10000

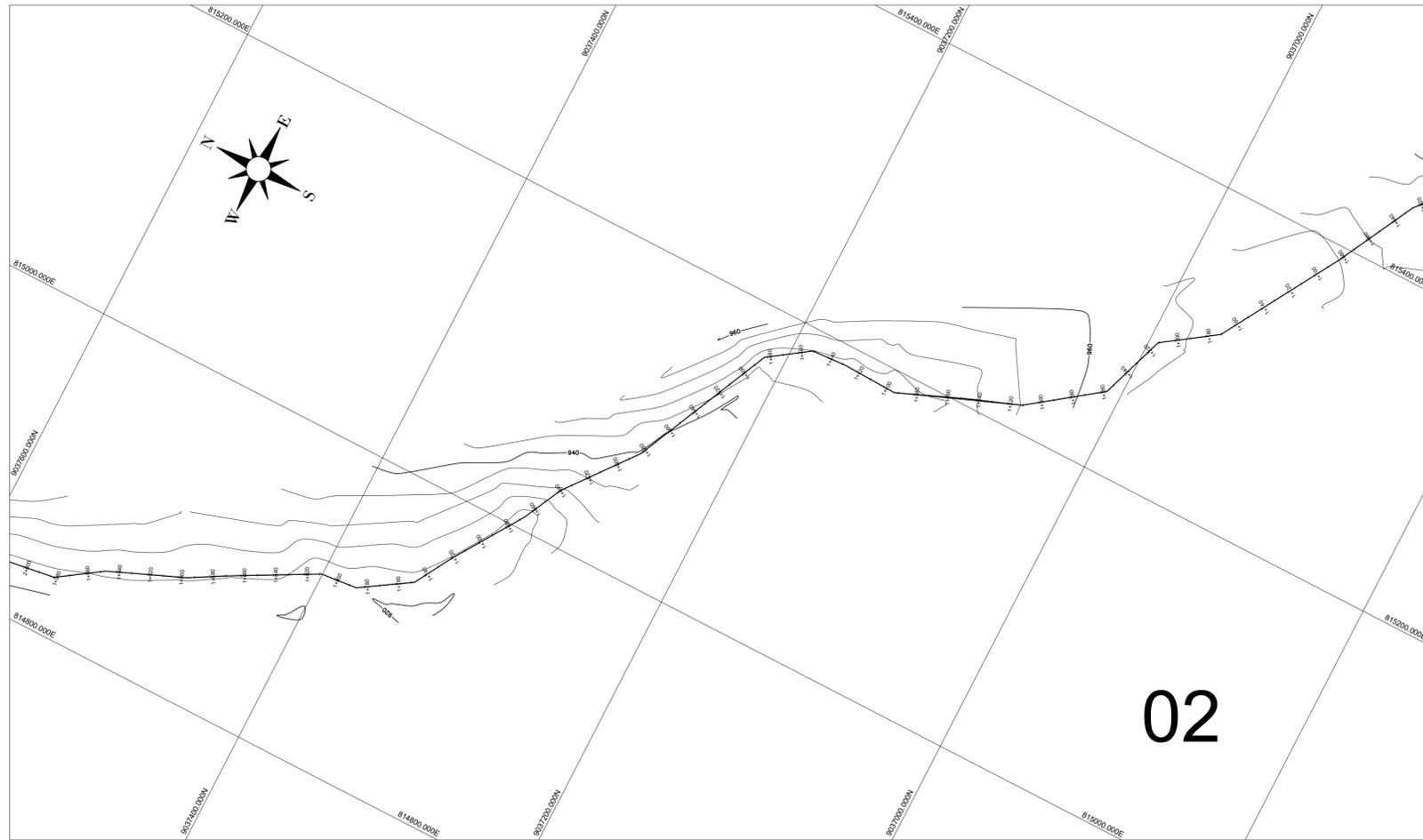
LINEA DE CONDUCCION : KM 0+000.00 - KM1+000.00



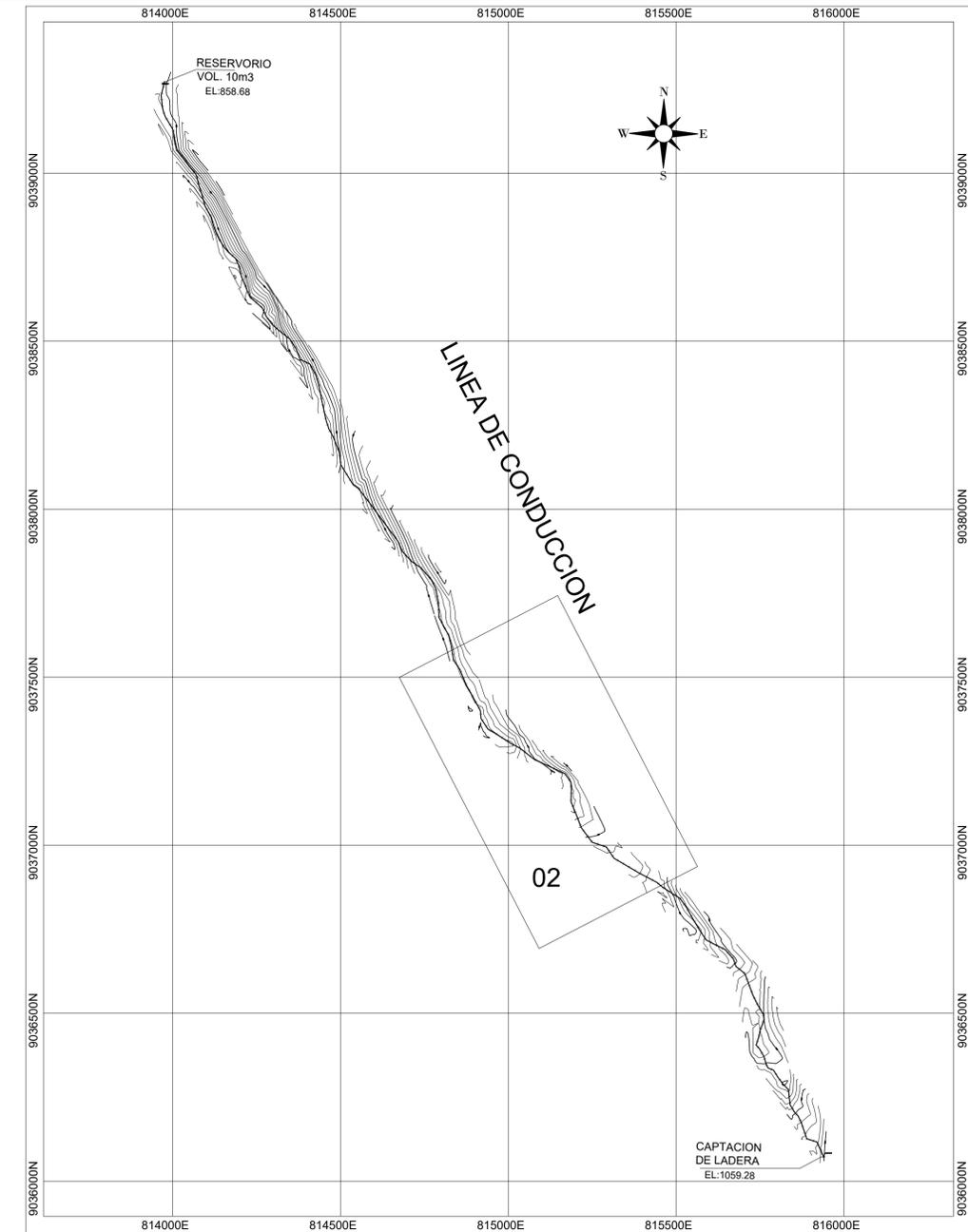
ESC: 1/2000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.			
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	DISTRITO: MACATE	PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO 1: 0+000KM-1+000KM	
ASESOR: MGR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	REGIÓN: ANCASH	FECHA: JULIO - 2021	LAMINA: LC-01
BACH: UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	PROVINCIA: SANTA	ESCALA: INDICADA	
	CASERIO: TAQUILPON		

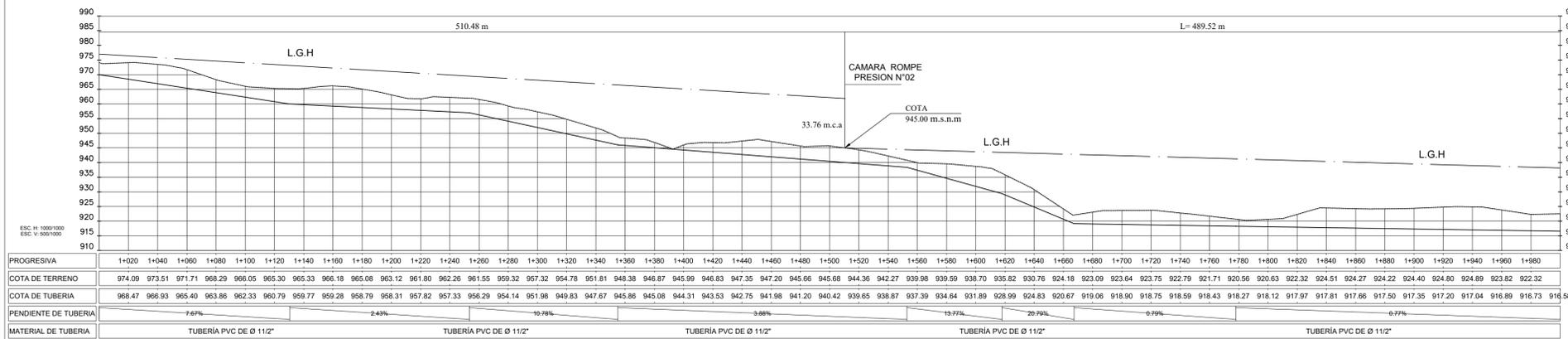


PLANTA: LINEA DE CONDUCCION TRAMO 1+000KM - 2+000KM  
ESC:1/2000



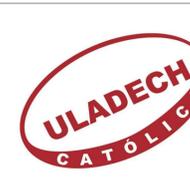
PLANO CLAVE: LINEA DE CONDUCCION  
ESC:1/10000

LINEA DE CONDUCCION :KM1+000.00 - KM2+000.00

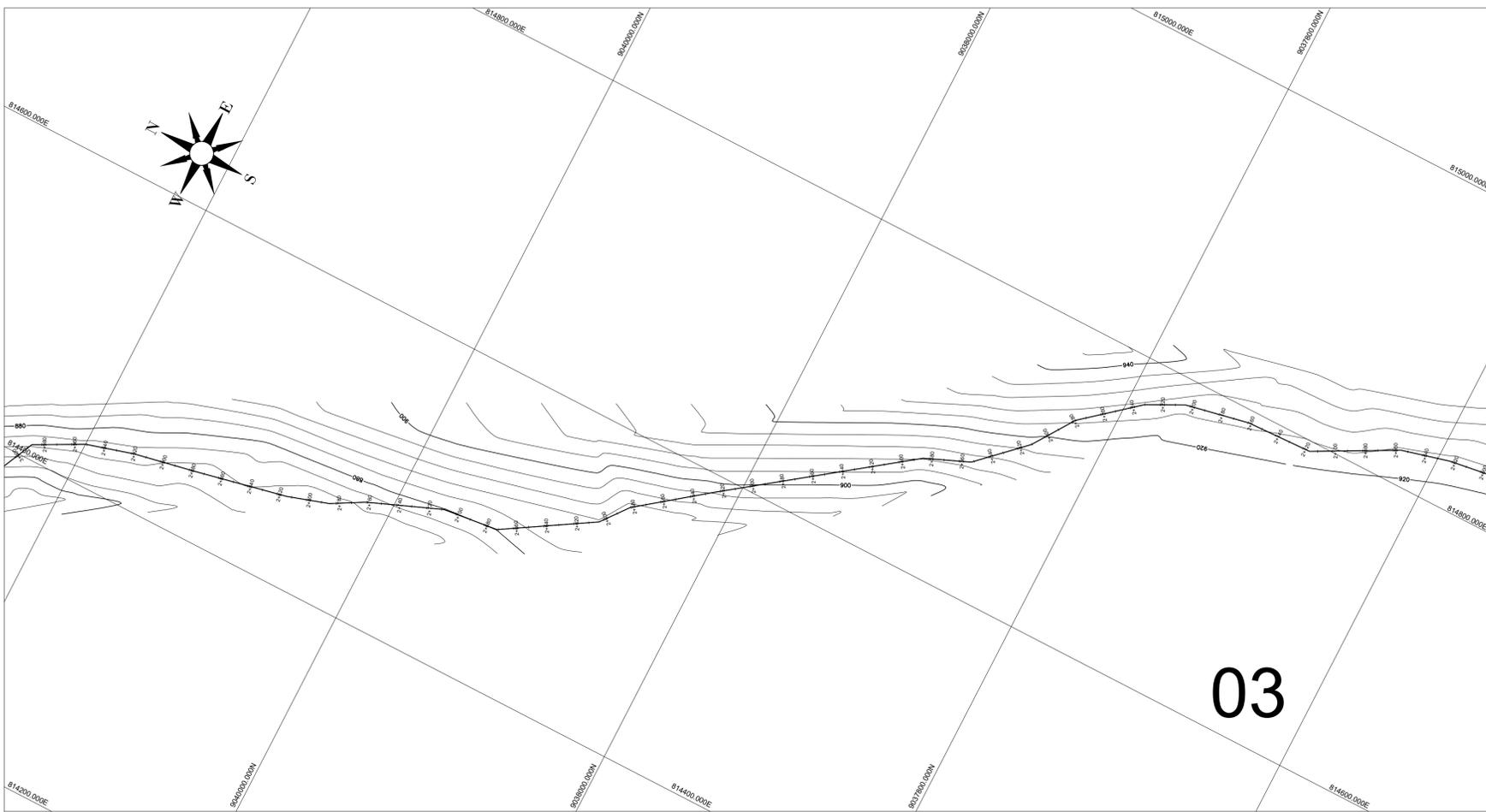


ESC:1/2000

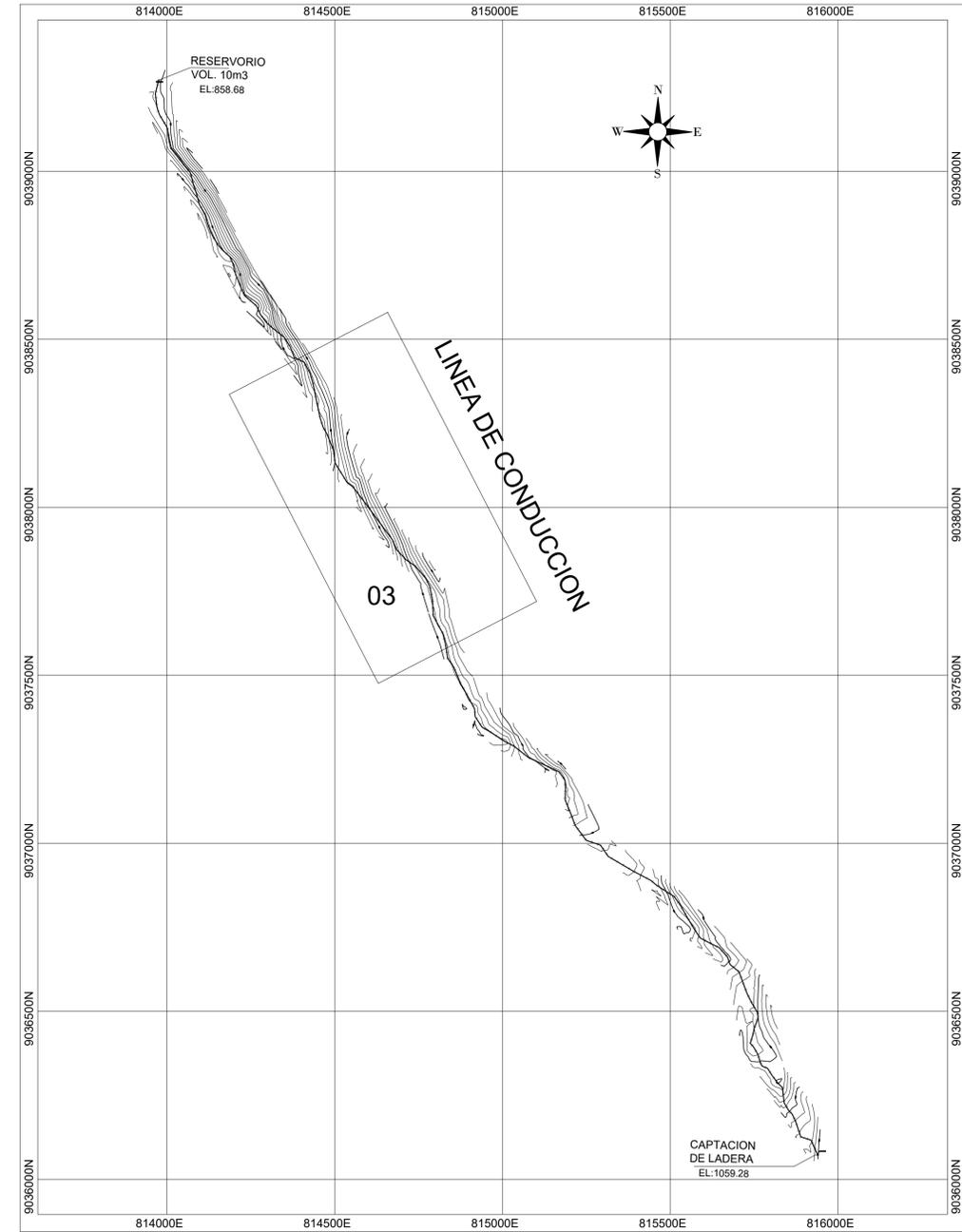
PROGRESIVA	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800	1+820	1+840	1+860	1+880	1+900	1+920	1+940	1+960	1+980													
COTA DE TERRENO	974.09	973.51	971.71	968.29	966.05	965.30	965.33	966.18	965.08	963.12	961.80	962.28	961.55	959.32	957.32	954.78	951.81	948.38	946.87	945.99	946.63	947.35	947.20	945.66	945.66	944.36	942.27	939.98	939.59	938.70	935.82	930.76	924.18	923.09	923.64	923.75	922.79	921.71	920.56	920.63	922.32	924.51	924.27	924.22	924.40	924.80	924.89	923.82	922.32													
COTA DE TUBERIA	968.47	966.93	965.40	963.86	962.33	960.79	959.77	959.28	958.79	958.31	957.82	957.33	956.29	954.14	951.98	949.83	947.67	945.86	945.08	944.31	943.53	942.75	941.98	941.20	940.42	939.65	938.87	937.39	934.64	931.89	928.99	924.83	920.67	919.06	918.90	918.75	918.59	918.43	918.27	918.12	917.97	917.81	917.66	917.50	917.35	917.20	917.04	916.89	916.73	916.58												
PENDIENTE DE TUBERIA	-7.67%		-2.43%										-10.78%										-9.88%										-13.77%										-20.74%										-0.77%									
MATERIAL DE TUBERIA	TUBERIA PVC DE Ø 11/2"										TUBERIA PVC DE Ø 11/2"										TUBERIA PVC DE Ø 11/2"										TUBERIA PVC DE Ø 11/2"										TUBERIA PVC DE Ø 11/2"																					



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.			
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	DISTRITO: MACATE	PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO 2: 1+000KM-2+000KM	
ASESOR: MGR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	REGIÓN: ÁNCASH	FECHA: JULIO - 2021	LAMINA: <b>LC-02</b>
BACH: UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	PROVINCIA: SANTA	ESCALA: INDICADA	
	CASERIO: TAQUILPON		

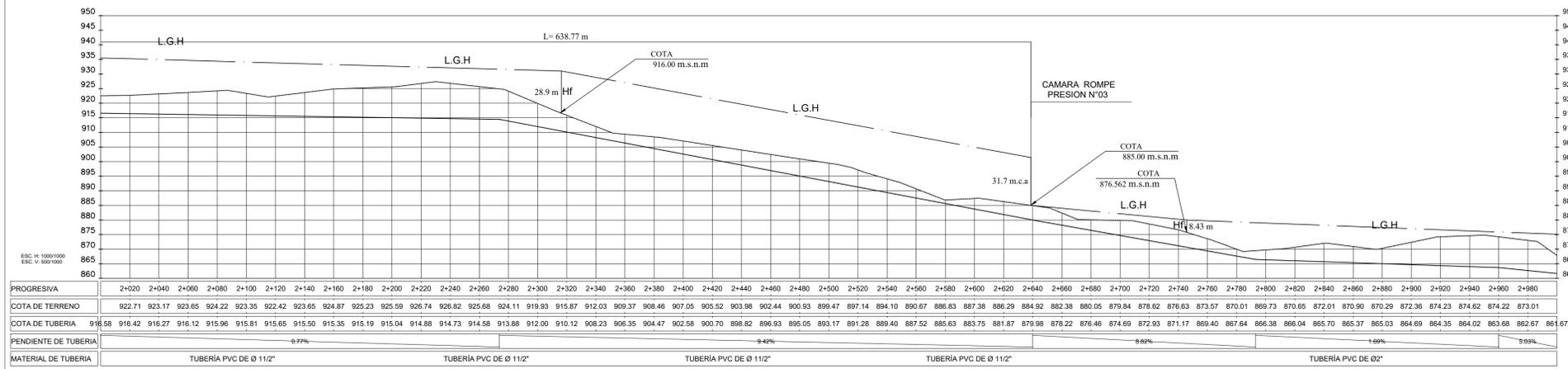


PLANTA: LINEA DE CONDUCCION TRAMO 2+000KM - 3+000KM  
ESC:1/2000

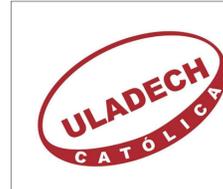


PLANO CLAVE: LINEA DE CONDUCCION  
ESC:1/10000

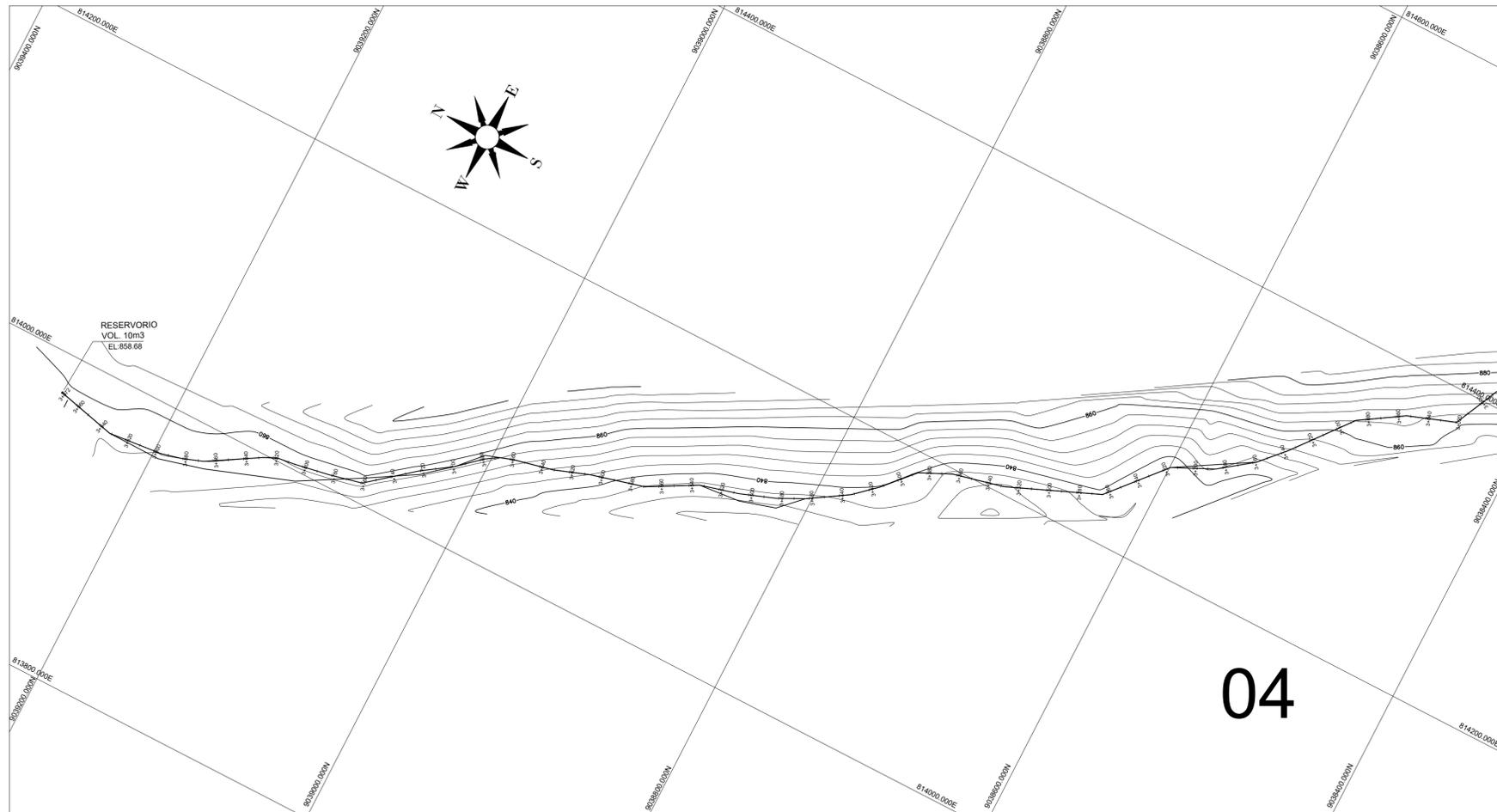
LINEA DE CONDUCCION :KM2+000.00 - KM3+000.00



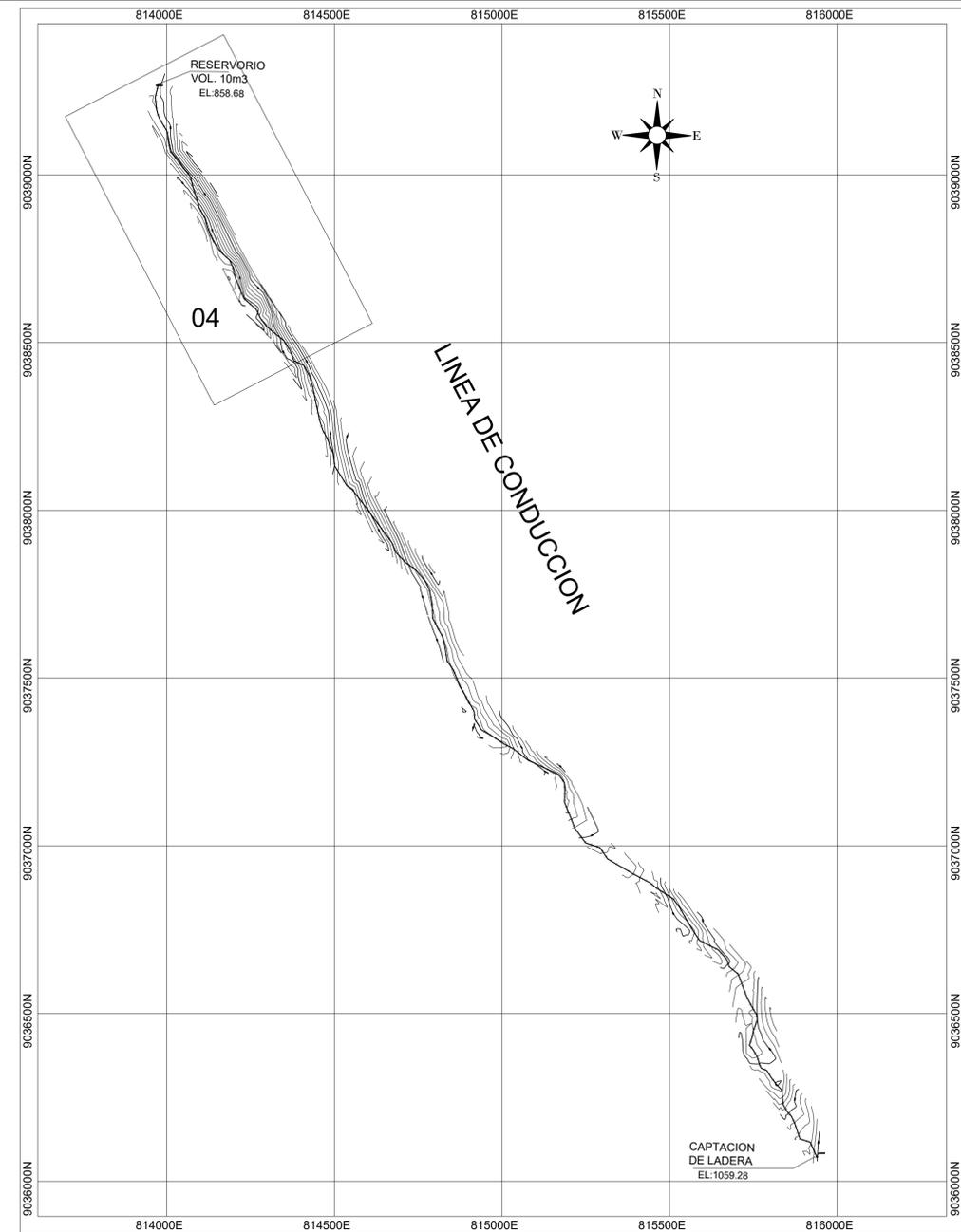
ESC:1/2000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.			
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	DISTRITO: MACATE REGIÓN: ÁNCASH	PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO 3: 2+000KM-3+000KM	
ASESOR: MGR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PROVINCIA: SANTA CASERIO: TAQUILPON	FECHA: JULIO - 2021	LAMINA: <b>LC-03</b>
BACH: UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO		ESCALA: INDICADA	

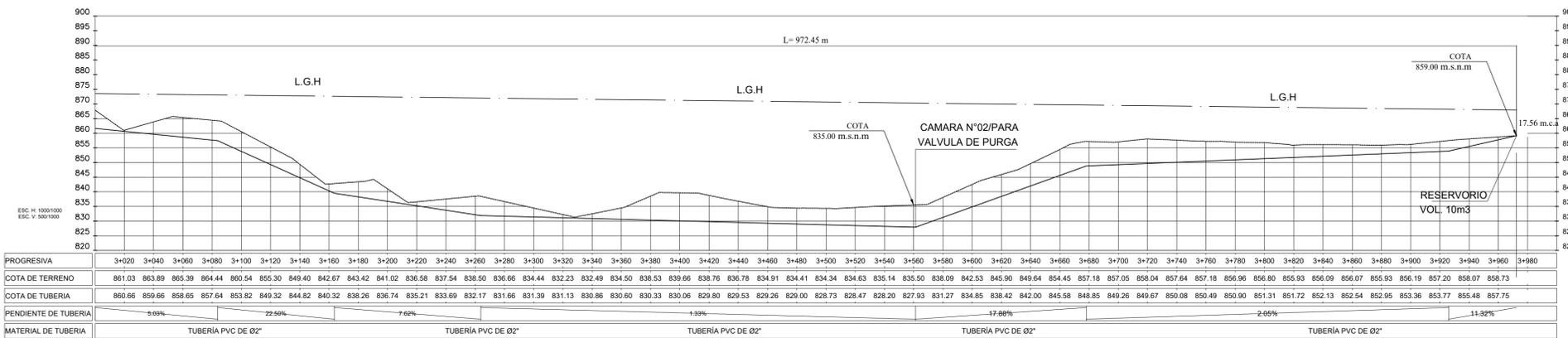


PLANTA: LINEA DE CONDUCCION TRAMO 3+000KM - 4+000KM  
ESC:1/2000

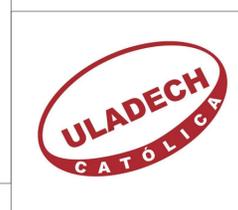


PLANO CLAVE: LINEA DE CONDUCCION  
ESC:1/10000

LINEA DE CONDUCCION :KM3+000.00 - KM4+000.00



ESC:1/2000



<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.			
<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	<b>DISTRITO:</b> MACATE	<b>PLANO:</b> PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO 4: 3+000KM-4+000KM	
<b>ASESOR:</b> MGR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	<b>REGION:</b> ANCASH	<b>FECHA:</b> JULIO - 2021	<b>LAMINA:</b> LC-04
<b>BACH:</b> UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	<b>PROVINCIA:</b> SANTA	<b>ESCALA:</b> INDICADA	
	<b>CASERIO:</b> TAQUILPON		

# ESPECIFICACIONES TECNICAS

## 1.00 CONCRETO

CONCRETO SIMPLE:

Solado

CONCRETO ARMADO: : 1:10 (Cemento : Hormigón)

Paredes :  $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$

Fondo :  $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$

Techo :  $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$

## 2.00 RECUBRIMIENTOS

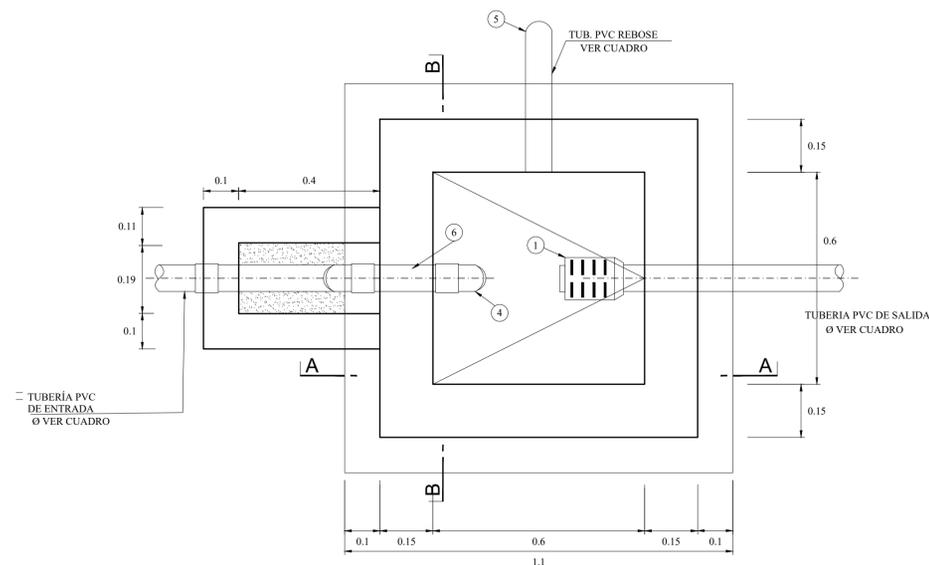
Fondo y Cimentación : 5.00 cm

Paredes : 3.00 cm

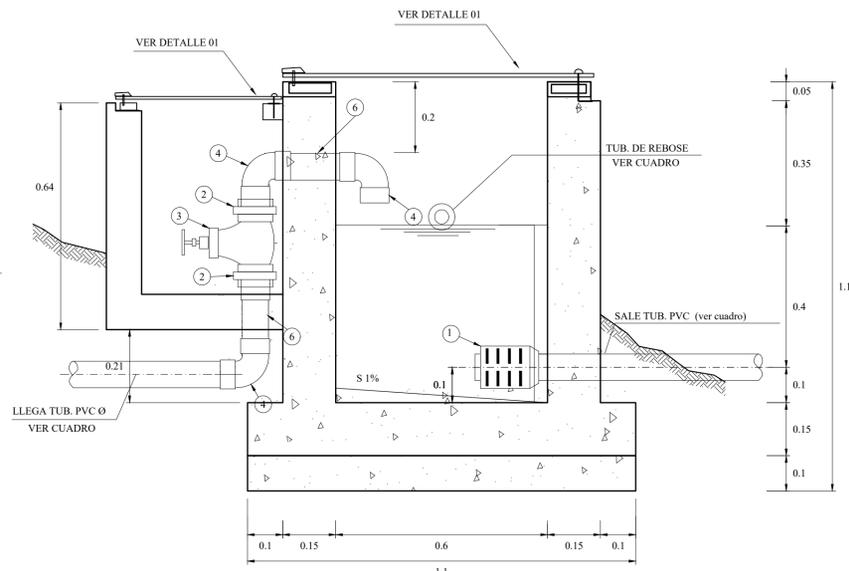
## 3.00 NORMAS

Reglamento Nacional de Edificaciones-2006 y sus Actualizaciones.

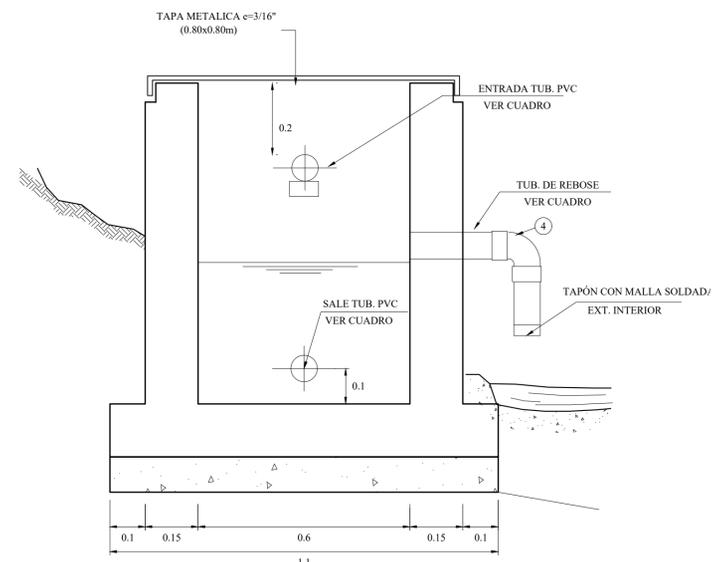
Normas Tecnicas Concreto Armado E-0.60



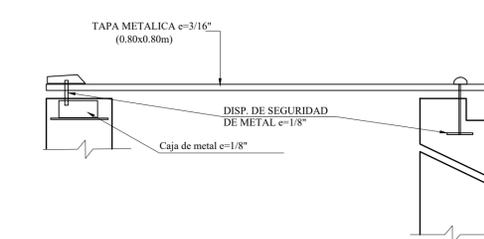
**PLANTA-CÁMARA ROMPE PRESIÓN**  
ESCALA: 1/10



**CORTE EN A-A CÁMARA ROMPE PRESIÓN**  
ESCALA: 1/10



**CORTE EN B-B CÁMARA ROMPE PRESIÓN**  
ESCALA: 1/10



**DETALLE DE TAPA METÁLICA (0.80X0.80m)**  
SIN ESCALA

## ACCESORIOS CRP

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	CANASTILLA PVC Ø=2"	1
2	UNIÓN UNIVERSAL PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1 1/2"	2
3	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE Ø=1 1/2"	1
4	CODO PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1 1/2"/90°	4
5	TUBERIA DE REBOSE NTP 399.002 C-10 Ø= 2"	1
6	NIPLE PVC NTP 399.002 C-10 Ø 1 1/2"	2

UBICACIÓN DE LAS CÁMARA ROMPE PRESIÓN N°6					
N°	TRAMO	DISTANCIA	Ø TUB. ENTRAD	Ø TUB. SALIDA	COTA TERR.
01	CAPT. - CRP1	00+720 KM	1 1/2	1 1/2	999 m.s.n.m
02	CAPT. - CRP2	00+789 KM	1 1/2	1 1/2	945 m.s.n.m
03	CAPT. - CRP3	1+128.3 KM	1 1/2	1 1/2	885 m.s.n.m



**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

**DISTRITO:** MACATE

**PLANO:** CÁMARA ROMPE PRESIÓN N°06, DETALLES, CORTES

**ASESOR:** MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

**REGIÓN:** ANCASH

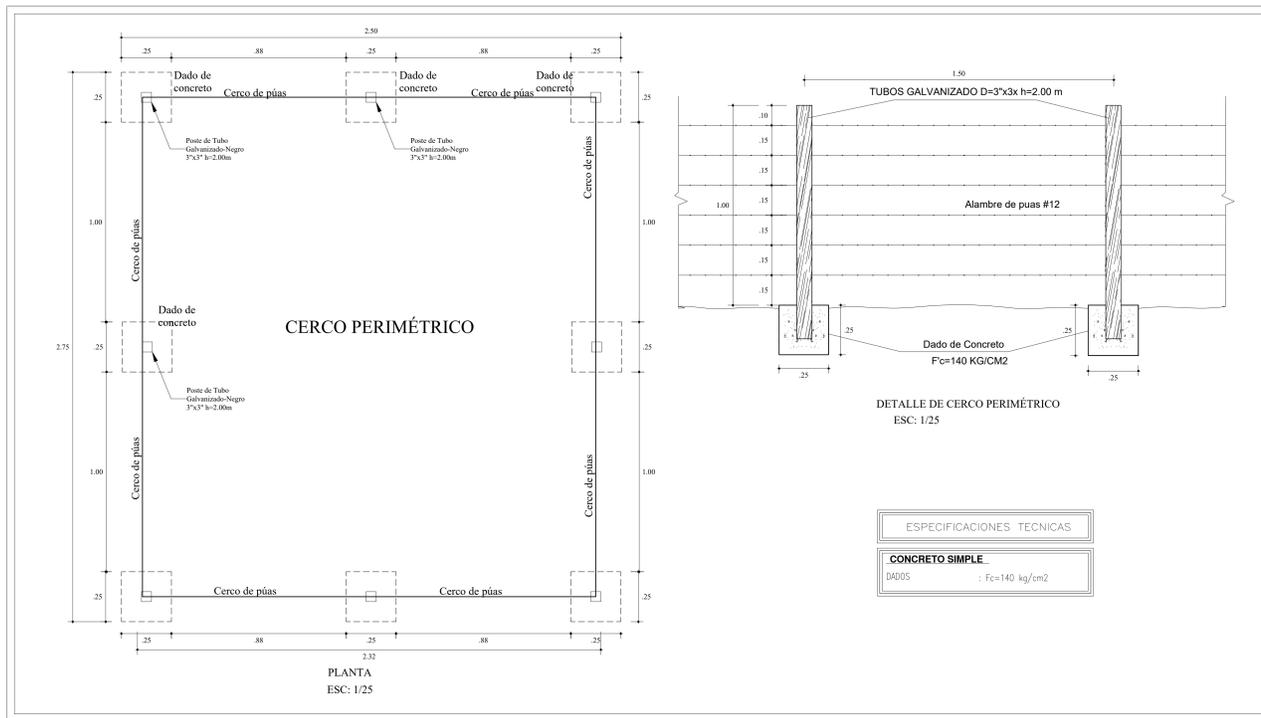
**FECHA:** JULIO - 2021  
**ESCALA:** INDICADA

**BACH:** UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO

**PROVINCIA:** SANTA

**CASERÍO:** TAQUILPON

**LAMINA:** UA-02



CUADRO DE MATERIALES

DESCRIPCION	UND.	CANT.
Cemento Portland tipo I	Blsa.	6
Arena	m <sup>3</sup>	0.50
Piedra Ø máx. 1/2"	m <sup>3</sup>	0.90

OBSERVACIONES

La conexión entre la tubería de ingreso y el cono de rebose evita la pérdida de agua clorada.

El contratista evaluará el uso de válvula flotadora en lugar de la conexión ingreso - cono de rebose

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO  
 C° ARMADO: f<sub>c</sub> = 175 Kg/cm<sup>2</sup>  
 C° SIMPLE f<sub>c</sub> = 140 Kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS MINIMOS:

Losa de techo = 2 cms.

TARRAJEOS Y DERRAMES

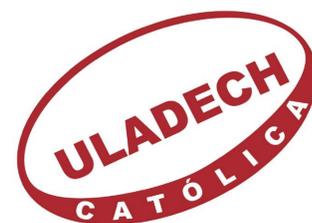
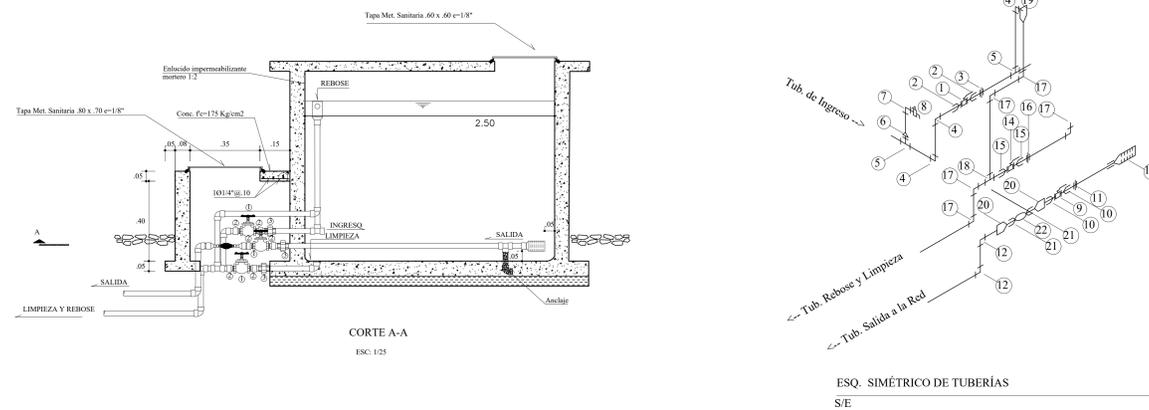
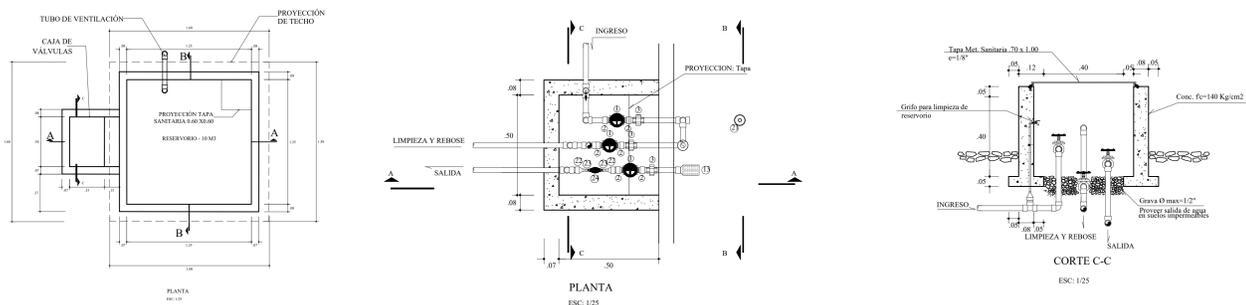
Interior 1:1 e=2.0 cms.  
 Exterior 1:5 e=1.5 cms.

TUBERIA Y ACCESORIOS

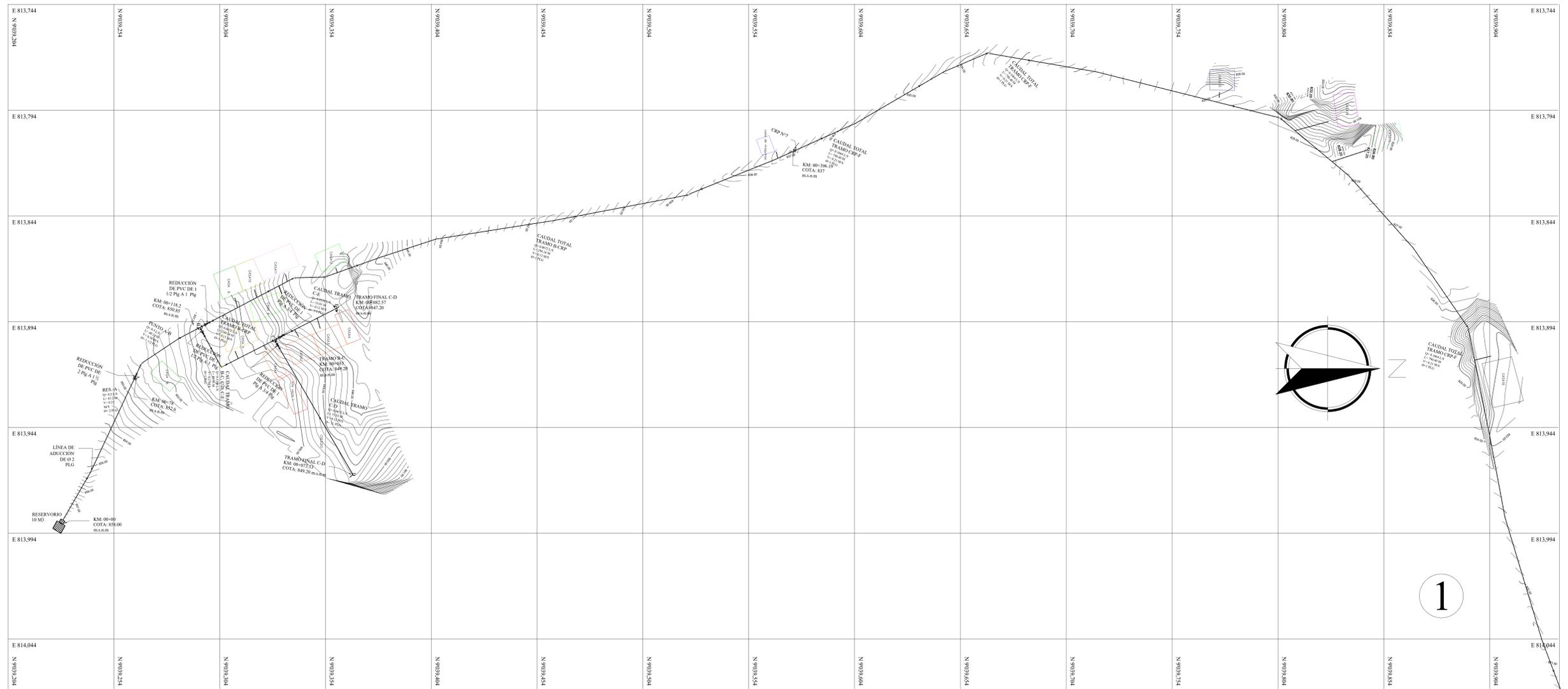
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.

CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
<b>INGRESO</b>			
1	Válvula Esférica	01	
2	Adaptadores UPR PVC	02	
3	Unión Universal PVC	01	
4	Codo PVC SAP 90°	03	
5	Tee PVC SAP Ø	02	
6	Reducción PVC Ø 1 1/2"- 1/2"	01	
7	Codo F° G° Ø 1/2"	01	
8	Grifo de botadero Ø 1/2"	01	
<b>SALIDA</b>			
9	Válvula Esférica	01	
10	Adaptadores UPR PVC	02	
11	Unión Universal PVC	01	
12	Codo PVC SAP 90°	02	
13	Canastila PVC	01	
<b>LIMPIEZA Y REBOSE</b>			
14	Válvula Esférica	01	
15	Adaptadores UPR PVC	02	
16	Unión Universal PVC	01	
17	Codo PVC SAP 90°	05	
18	Tee PVC SAP SP	01	
19	Cono de Rebose	01	
<b>CONTROL</b>			
20	Reducción PVC SAP 1 1/2"Ø a 3/4"	02	
21	Adaptador PVC SAP 3/4"	02	
22	Medidor de agua Ø 3/4"	01	

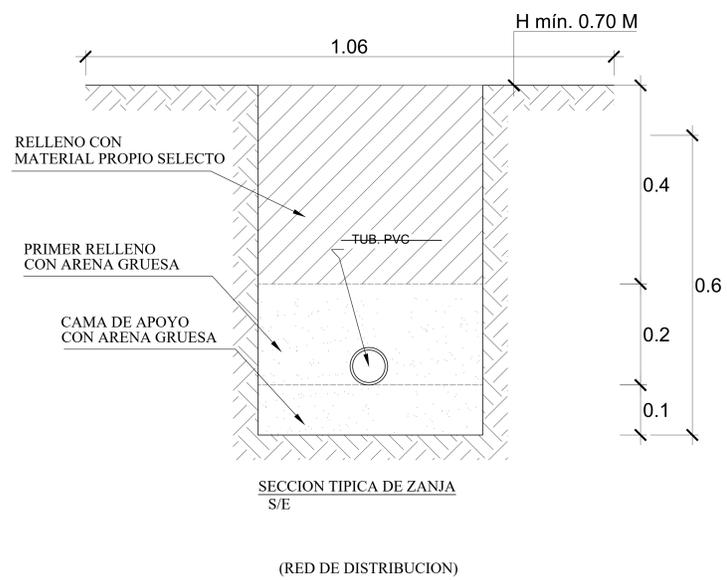


<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.	
<b>UNIVERSIDAD:</b> UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE	<b>DISTRITO:</b> MACATE
<b>ASESOR:</b> MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	<b>REGIÓN:</b> ÁNCASH
<b>BACH:</b> UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO	<b>PROVINCIA:</b> SANTA
	<b>CASERÍO:</b> TAQUILPON
<b>PLANO:</b> RESERVORIO 10 M3, PLANTA, ARQUITECTURA, COTES Y ELEVACIÓN, CERCO PERIMÉTRICO	
<b>FECHA:</b> JULIO - 2021	<b>LAMINA:</b> UA-03
<b>ESCALA:</b> INDICADA	



### LEYENDA

-  VIVIENDAS EXISTENTES
-  NORTE MAGNETICO
-  CURVAS DE NIVEL
-  RESERVOIRIO PROYECTADO DE 10.00m3
-  TUBERIA PVC PROYECTADO
-  CODO PVC 22.5°
-  CODO PVC 45°
-  CODO PVC 90°
-  TEE PVC
-  REDUCCION PVC
-  TAPON ROSCADO PVC
-  CÁMARA CRP N°07
-  DIRECCIÓN DEL FLUJO



CUADRO DE RESUMEN			
TRAMOS	DIÁMETRO COMERCIAL	VELOCIDAD	PRESION M.C.A
Res. - A	2	0.25	4.3
A-B	1 1/2	0.44	6.7
B-C	1	0.27	8.1
C-D	3/4	0.24	7.7
C-E	3/4	0.12	9.3
B-CRP	1	0.13	19.5
CRP-F	1	0.21	21.1
F-G	1	0.12	38.1
F-CRP	1	0.09	45.1
CRP-H	1	0.12	16.0
H-CRP	3/4	0.22	37.0
CRP-I	3/4	0.13	28.2
H-CRP	3/4	0.17	48.1
CRP-J	3/4	0.13	12.6



**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

**ASESOR:** MGR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

**BACH:** UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO

**DISTRITO:** MACATE

**REGIÓN:** ÁNCASH

**PROVINCIA:** SANTA

**CASERÍO:** TAQUILPON

**PLANO:** PLANTA DE LA RED DE DISTRIBUCION TRAMO-1

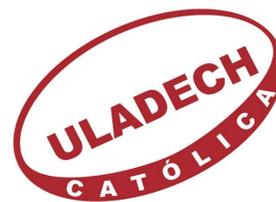
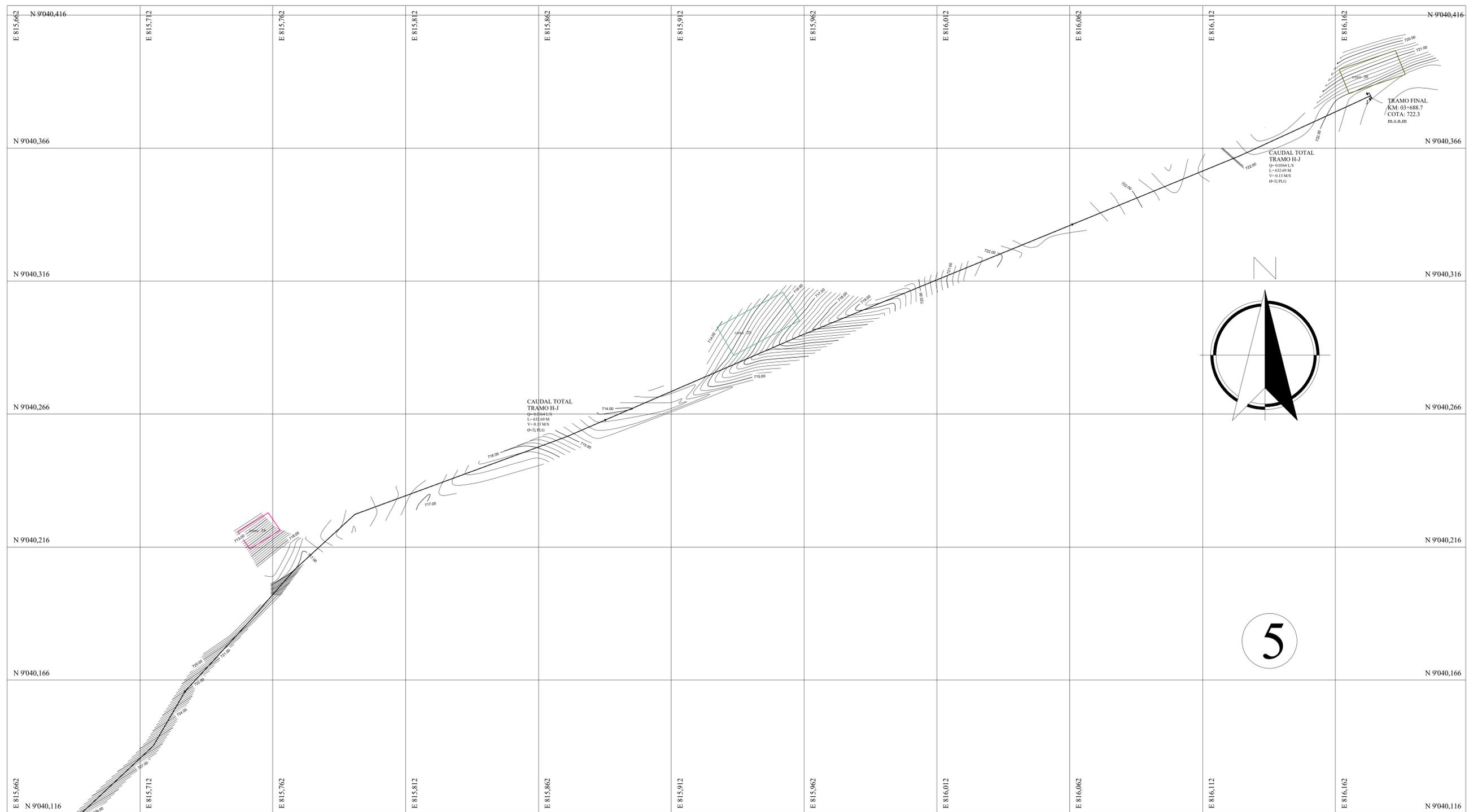
**FECHA:** JULIO - 2021

**ESCALA:** 1/750

**LAMINA:**  
**LD-01**







**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE TAQUILPON, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.

**UNIVERSIDAD:**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

**ASESOR:**  
MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

**BACH:**  
UCHALIN ALCALDE, LIONAR FLORENTINO

**DISTRITO:**  
MACATE

**REGIÓN:**  
ÁNCASH

**PROVINCIA:**  
SANTA

**CASERÍO:**  
TAQUILPON

**PLANO:**  
PLANTA DE LA RED DE DISTRIBUCION TRAMO 5

**FECHA:**  
JULIO - 2021

**ESCALA:**  
1/750

**LAMINA:**  
**LD-04**

**ANEXO 9. Normas y libro de guía de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales**

1. Resolución ministerial N°192-2018-vivienda norma técnica.

2. Agua potable para poblaciones rurales

Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

Roger Aguero Pittman

## CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### 1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### 1.1. Parámetros de diseño

##### a. Periodo de diseño

El periodo de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los periodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla N° 03.01. Periodos de diseño de Infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (armastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: Elaboración propia

##### b. Población de diseño

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente fórmula:

$$P_d = P_i * (1 + \frac{r * t}{100})$$

Donde:

- P<sub>i</sub> : Población Inicial (habitantes)
- P<sub>d</sub> : Población futura o de diseño (habitantes)
- r : Tasa de crecimiento anual (%)
- t : Periodo de diseño (años)

Es importante indicar:

- ✓ La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los periodos intercensales, de la localidad específica.
- ✓ En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural.
- ✓ En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual (r = 0), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI.

Para fines de estimación de la proyección poblacional, es necesario que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe estar debidamente legalizado, para su validez.

c. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el Capítulo IV del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

Tabla N° 03.02. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las Instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

Tabla N° 03.03. Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: Elaboración propia

Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial

Se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco.

d. Variaciones de consumo

d.1. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

$P_d$  : Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario ( $Q_{md}$ )
- ✓ Determinar el  $Q_{md}$  de diseño según el  $Q_{md}$  real

Tabla N° 03.05. Determinación del  $Q_{md}$  para diseño

RANGO	$Q_{md}$ (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

- ✓ En la Tabla N° 03.04., se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del  $Q_{md}$
- ✓ Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla N° 03.06. Determinación del Volumen de almacenamiento

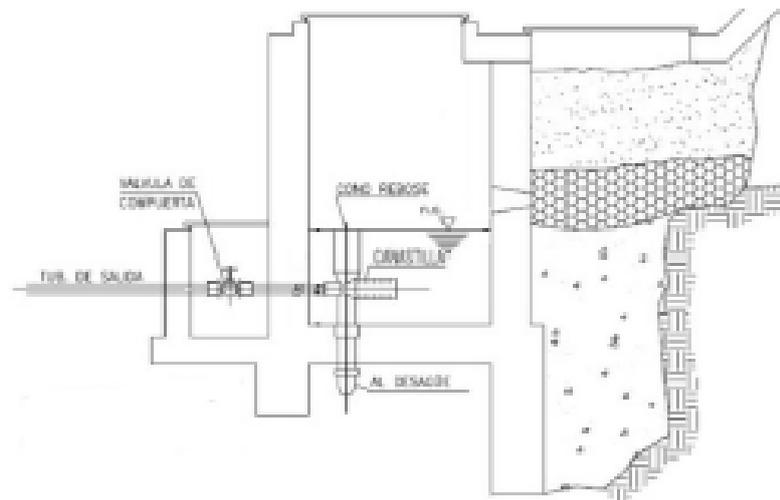
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 $\text{m}^3$
2 – Reservorio	> 5 $\text{m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 $\text{m}^3$
3 – Reservorio	> 10 $\text{m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 $\text{m}^3$
4 – Reservorio	> 15 $\text{m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 $\text{m}^3$
5 – Reservorio	> 20 $\text{m}^3$ hasta $\leq 40 \text{ m}^3$	40 $\text{m}^3$
1 – Cisterna	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 $\text{m}^3$
2 – Cisterna	> 5 $\text{m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 $\text{m}^3$
3 – Cisterna	> 10 $\text{m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 $\text{m}^3$

De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

## 2.5. MANANTIAL DE LADERA

Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse.

Ilustración N° 03.20. Manantial de ladera



### Componentes Principales

Para el diseño de las captaciones de manantiales deben considerarse los siguientes componentes:

- Cámara de protección, para las captaciones de fondo y ladera es muy importante no perturbar el flujo de agua que emerge de la vertiente. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes y permitan captar el agua necesaria para el proyecto. Debe contar con losa removible o accesible (brufido) para mantenimiento del lecho filtrante.
- Tuberías y accesorios, el material de las tuberías y accesorios deben ser inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se deben calcular en función al caudal máximo diario, salvo justificación razonada. En el diseño de las estructuras de captación, deben preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, reboso y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes. Al inicio de la tubería de conducción se debe instalar su correspondiente canastilla.
- Cámara de recolección de aguas, para las tomas de bofedal, es importante que la cámara de recolección se ubique fuera del terreno anegadizo y permita la recolección del agua de todas las tomas (pueden haber más de un dren).
- Protección perimetral, la zona de captación debe estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

### Criterios de Diseño.

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

$h_o$  : pérdida de carga en el orificio (m)

$H_f$  : pérdida de carga aforamiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el aforamiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.36}$$

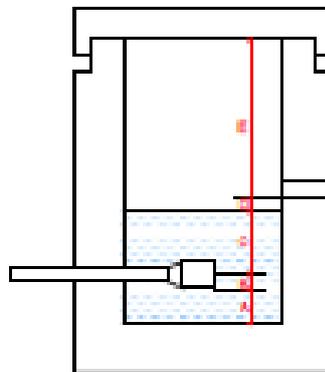
Donde:

L : distancia aforamiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara

Para determinar la altura total de la cámara húmeda ( $H_t$ ), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

Ilustración N° 03.22. Cálculo de la cámara húmeda



$$H_t = A + B + C + D + E$$

Donde:

A : altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm

B : se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

D : desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de aforamiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 5 cm).

E : borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

C : altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda una altura mínima de 30 cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

$Q_{md}$  : caudal máximo diario ( $m^3/s$ )

A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras ( $A_r$ ) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción ( $A_C$ ) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



#### Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción

#### Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a \$3D\_c\$ y menor que \$6D\_c\$:

$$3D_c < L_c < 6D_c$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (\$A\_{TOTAL}\$):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

El valor de \$A\_{TOTAL}\$ debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (\$A\_g\$)

$$A_g = 0,5 \times D_g \times L$$

Determinar el número de ranuras:

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

#### Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

- Cálculo de la tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro:

$$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,28}}{h_f^{0,21}}$$

Tubería de rebose

Donde:

\$Q\_{max}\$ : gasto máximo de la fuente (l/s)

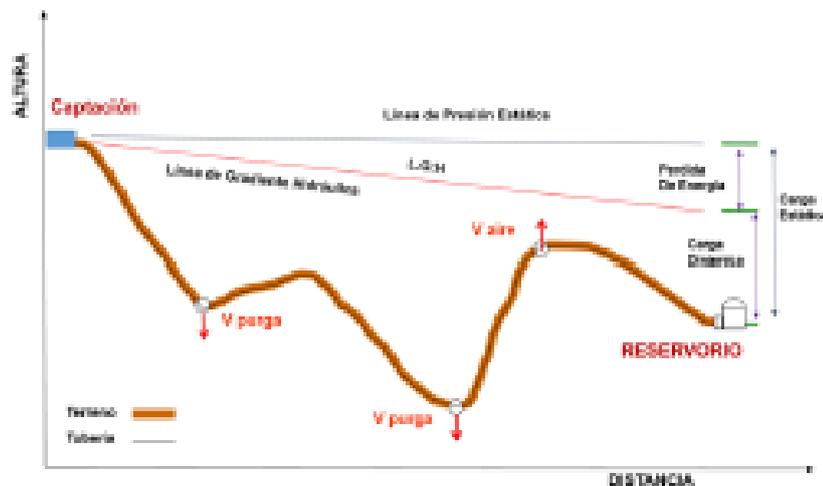
\$h\_f\$ : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

\$D\_r\$ : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

## 2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente.

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



### ✓ Caudales de Diseño

La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), si el suministro fuera discontinuo, se debe diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

La Línea de Aducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

### ✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

### ✓ Criterios de Diseño

Para las tuberías que trabajan sin presión o como canal, se aplicará la fórmula de Manning, con los coeficientes de rugosidad en función del material de la tubería.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Donde:

- V : velocidad del fluido en m/s  
n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material
- |                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| - Hierro fundido dúctil               | 0,015 |
| - Cloruro de polivinilo (PVC)         | 0,010 |
| - Polietileno de Alta Densidad (PEAD) | 0,010 |

$R_h$  : radio hidráulico  
 $I$  : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen-Williams:

$$H_f = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,865})] \cdot L$$

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en m<sup>3</sup>/s

$D$  : diámetro interior en m

$C$  : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura	C=120
- Acero soldado en espiral	C=100
- Hierro fundido dúctil con revestimiento	C=140
- Hierro galvanizado	C=100
- Polietileno	C=140
- PVC	C=150

$L$  : Longitud del tramo, en m.

Para tuberías de diámetro igual o menor a 50 mm, Fair - Whipple:

$$H_f = 676,745 \cdot [Q^{4,753} / (D^{4,753})] \cdot L$$

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en l/min

$D$  : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
  - La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.
- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + H_f$$

Donde:

$Z$  : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

$\frac{P}{\gamma}$  : Altura de carga de presión, en m, P es la presión y  $\gamma$  el peso específico del fluido

$V$  : Velocidad del fluido en m/s

$H_f$  : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

Si como es habitual,  $V_1=V_2$  y  $P_1$  está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

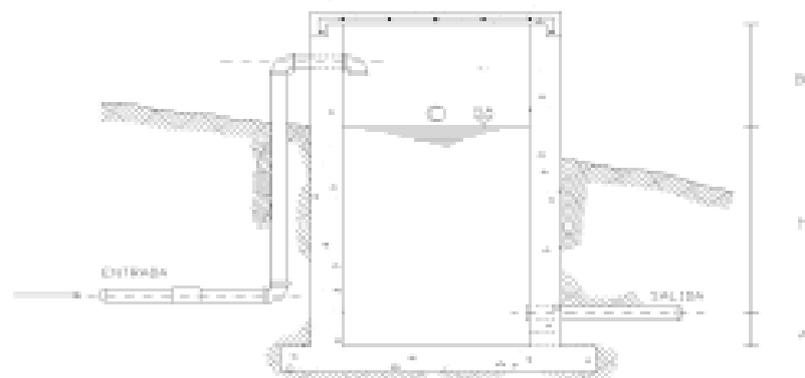
### 2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción, genera presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería a instalar. Es en estos casos, que se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

Para ello, se recomienda:

- ✓ Una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La altura de la cámara rompe presión se calcula mediante la suma de tres conceptos:
  - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm
  - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm
  - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe incluir una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara rompe presión será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

BL : borde libre (0.40 m)

Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

$$H = 1,56 \times \frac{V^2}{2g}$$

Con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar facilidad del proceso constructivo y por la

instalación de accesorios, por lo que se debe considerar una sección interna de 0,60 x 0,60 m.

✓ **Cálculo de la Canastilla**

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

$$A_r = \frac{\pi D_r^2}{4}$$

Área de  $A_r$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

El número de ranuras resulta:

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

✓ **Rebose**

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (C= 150)

$$D = 4,63 \times \frac{Q_{md}^{0,28}}{C^{0,28} \times S^{0,21}}$$

Donde:

- D : diámetro (pulg)
- Q<sub>md</sub> : caudal máximo diario (l/s)
- S : pérdida de carga unitaria (m/m)

#### 2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

- ✓ Se debe construir un total de dos (02)<sup>21</sup> tubos rompe carga. Estos deben ubicarse en lugares estratégicos para reducir las presiones en las líneas de conducción que puedan superar los 50 mca afectando así a la resistencia que tiene la tubería.
- ✓ La estructura será en base a concreto armado con un f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, con dimensiones de 1,60 x 0,25 m y 1,2 de altura (0,70 m estará sobre el nivel de terreno), el tipo de cemento a utilizar dependerá de los estudios previos.
- ✓ Por el lado del tubo de ventilación (que funciona como purga) se debe habilitar una losa con el uso de piedra asentada con concreto simple f'c=140 kg/cm<sup>2</sup>, con dimensiones de 1,0 m x 0,50 m y 0,10 m de espesor.
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso, salida y de ventilación será de 1", para la cámara de transición se utilizará una tubería de 3".



- Este tipo de estructuras se recomienda para diámetros menor igual a 1½". Para diámetros mayores se debe usar la cámara rompe presión para líneas.
- Se recomienda su instalación a 10 metros sobre el nivel del reservorio, con esto se estaría protegiendo a la red de distribución, en caso de que el operador realice un by-pass del ingreso generando sobre presión en la red de distribución.

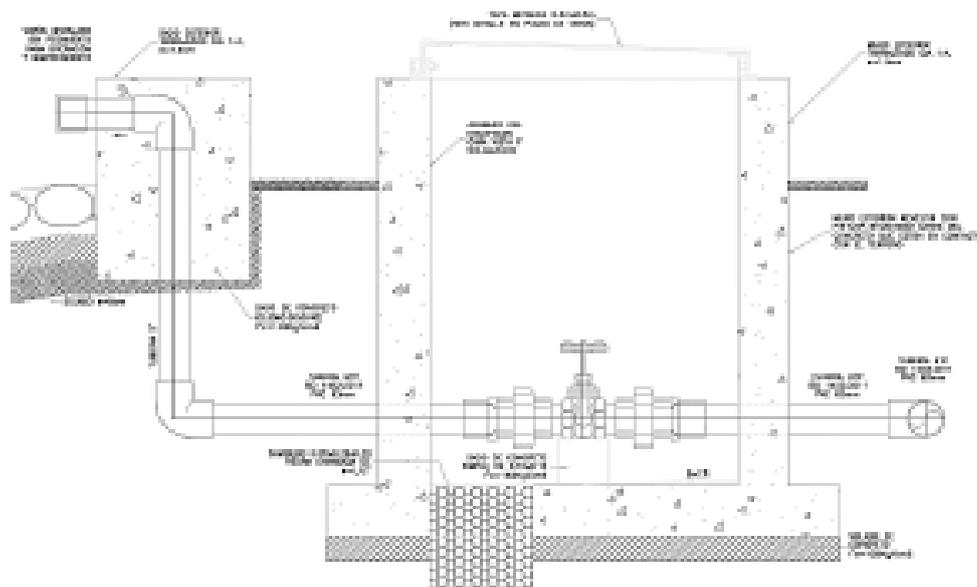
#### 2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
  - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
  - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
  - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
  - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
  - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
  - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
  - Presión normalizada: PN  $\geq$  1,0 MPa.
  - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
  - Instalación: Embrizada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.
- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
  - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
  - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
  - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
  - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
  - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
  - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
  - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.

### 2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

- Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.
- Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



- ✓ Cálculo hidráulico
  - ✓ Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
  - ✓ La estructura sea de concreto armado  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones internas son  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  y el dado de concreto simple  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
  - ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### 2.9.7. PASE AÉREO

El pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada.

- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por periodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

#### Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanqueidad del agua con el exterior, en el caso de que el reservorio sea construido en concreto.
- Para el caso de que el reservorio sea de otro material, ya sea metálico o plástico, las tuberías deben fijarse a accesorios roscados de un material resistente a la humedad y la exposición a la intemperie.
- La tubería de entrada debe disponer de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.
- Se recomienda la instalación de dispositivos medidores de volumen (contadores) para el registro de los caudales de entrada y de salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua. Como en zonas rurales es probable que no se cuente con

### 2.14.1. CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO

La caseta de válvulas es una estructura de concreto y/o mampostería que alberga el sistema hidráulico del reservorio, en el caso reservorios el ambiente es de paredes planas, salvo el reservorio de 70 m<sup>3</sup>, en este caso el reservorio es de forma cilíndrica, en este caso, una de las paredes de la caseta de válvulas es la pared curva del reservorio.

La puerta de acceso es metálica y debe incluir ventanas laterales con rejas de protección.

En el caso del reservorio de 70 m<sup>3</sup>, desde el interior de la caseta de válvulas nace una escalera tipo marinera que accede al techo mediante una ventana de Inspección y de allí se puede ingresar al reservorio por su respectiva ventana de Inspección de 0,60 x 0,60 m con tapa metálica y dispositivo de seguridad.

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- **Techos**  
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.

- **Paredes**  
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m<sup>3</sup>, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Estos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.

- **Pisos**  
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**  
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.

- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado



## 2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

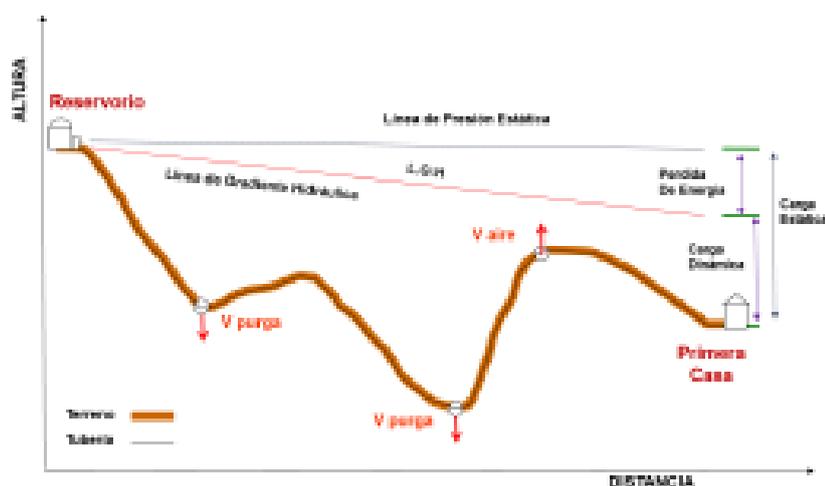
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- ✓ Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.
- ✓ En los tramos que discurren por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.
- ✓ Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- ✓ Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- ✓ Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- ✓ Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- ✓ Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- ✓ Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

### Diseño de la línea de aducción

- Caudal de diseño  
La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Carga estática y dinámica  
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

Ilustración N° 03.60. Línea gradiente hidráulica de la aducción a presión.



- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

#### Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

##### a. Redes malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que reúne dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se debe disponer a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

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

Para la determinación de los caudales en redes malladas se debe aplicar el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los "T" nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_t = Q_p \cdot P$$

Donde:

$Q_t$  : Caudal en el nudo "T" en l/s.

$Q_p$  : Caudal unitario poblacional en l/s.hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Donde:

$Q_t$  : Caudal máximo horario en l/s.

$P_t$  : Población total del proyecto en hab.

$P$  : Población de área de influencia del nudo "T" en hab.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, puede utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

- De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales. La presión de funcionamiento (OP) en cualquier punto de la red no debe descender por debajo del 75% de la presión de diseño (DP) en ese punto.

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se debe adjuntar memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- Para caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Presión mínima.
- Presión máxima.

**b. Redes ramificadas**

Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias

En redes ramificadas se debe determinar el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad. El caudal por ramal es:

$$Q_{\text{ramal}} = K \cdot \sum Q_g$$

Donde:

$Q_{\text{ramal}}$  : Caudal de cada ramal en l/s.

$K$  : Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x - 1)}}$$

Donde:

$x$  : número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

$Q_g$  : Caudal por grifo (l/s) > 0,10 l/s.

Si se optara por una red de distribución para piletas públicas, el caudal se debe calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{pp}} = N \cdot \frac{D_c}{24} \cdot C_p \cdot F_u \cdot \frac{1}{E_r}$$

Donde:

$Q_{\text{pp}}$  : Caudal máximo probable por pileta pública en l/h.

$N$  : Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).

$D_c$  : Dotación promedio por habitante en l/hab.d.

$C_p$  : Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.

$E_r$  : Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.

$F_u$  : Factor de uso, definido como  $F_u = 24/t$ . Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se debe realizar según las fórmulas del ítem 2.4 Línea de Conducción (Criterios de Diseño) del presente Capítulo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.

- La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

### 2.16.1. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y algunos sectores o puntos de la red de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de cámaras rompe presión (CRP) cada 50 m de desnivel.
- ✓ Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La altura de la cámara se calculará mediante la suma de tres conceptos:
  - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
  - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
  - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua y debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para períodos de ausencia de flujo.
- ✓ La tubería de salida dispondrá de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión ( $H_c$ )

$$H_c = A + H + BL$$

$$H = 1,56 \times \frac{Q_{mh}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

- g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- A : altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)
- BL : borde libre (se recomienda 40 cm)
- Q<sub>mh</sub> : caudal máximo horario (l/s)

$$A_o = \pi \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

- D<sub>c</sub> : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)
- A<sub>o</sub> : área de la tubería de salida a la red de distribución (m<sup>2</sup>)

- Dimensionamiento de la sección de la base de la cámara rompe presión
  - El tiempo de descarga por el orificio; el orificio es el diámetro calculado de la red de distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio.
  - El volumen de almacenamiento máximo de la CRP es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura total de agua (m<sup>3</sup>).

$$A_g = 0,5\pi \times D_c \times L_{\text{canastilla}}$$

Donde:

$A_g$  : área lateral de la canastilla (m<sup>2</sup>)

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

- Cálculo del diámetro de tubería del cono de rebose y limpieza

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia que realizar la limpieza y evacuación del agua de la cámara húmeda. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = 0,71 \times \frac{Q_{mh}^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

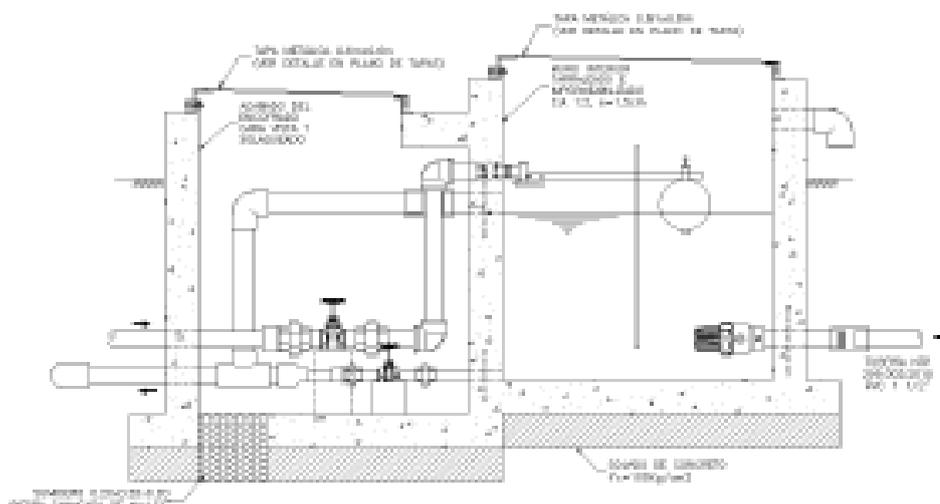
Donde:

D : diámetro del tubo de rebose y limpia (pulg)

$Q_{mh}$  : caudal de la salida de la red de distribución (caudal máximo horario) (l/s)

$h_f$  : pérdida de carga unitaria (m/m)

Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



### 2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

- ✓ Las cámaras donde se instalarán las válvulas de control deben permitir una cómoda construcción, pero además la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua, además de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución.
- ✓ La estructura que alberga será de concreto simple  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ Los accesorios serán de bronce y PVC.
- Memoria de cálculo hidráulico
  - La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.
  - En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de Ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.
  - Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
  - El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### 2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

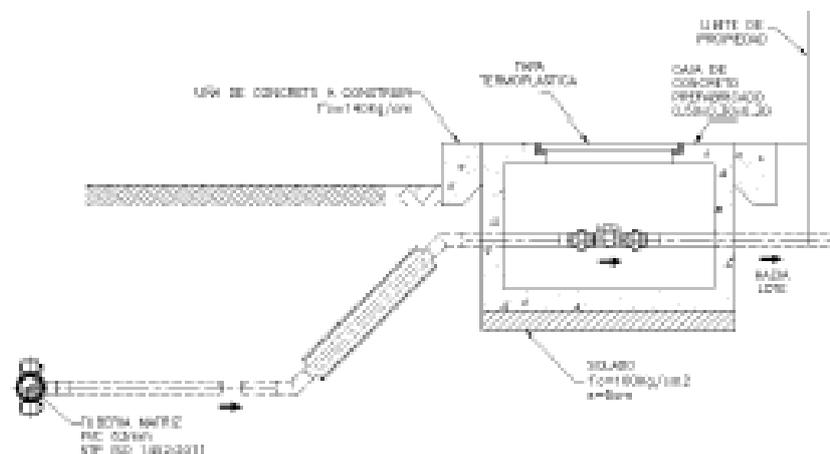
- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al Ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliar debe ser de 15 mm (1/2").
- La conexión debe contar con los siguientes elementos:
  - Elemento de toma: mediante accesorios tipo TEE y reducciones.
  - Elemento de conducción: es la tubería de conducción que empalma desde la transición del elemento de toma hasta la conexión predial, ingresando a ésta con una inclinación de 45°.

134

Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al Ingreso y dentro de su predio una llave de control.
- La conexión domiciliar se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



# **AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES**

**sistemas de  
abastecimiento  
por gravedad  
sin tratamiento**

**Roger Agüero Pittman**



agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia (Figura 4.2).

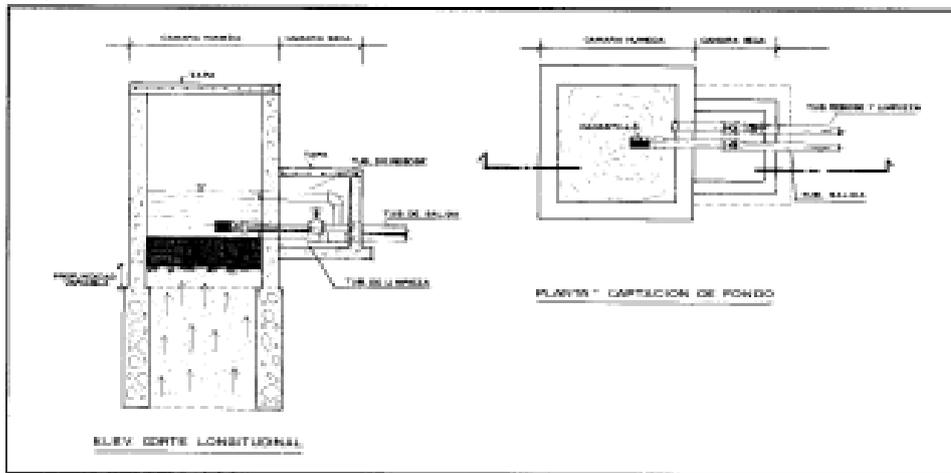


Figura 4.2 : Captación de un manantial de fondo y concentrado

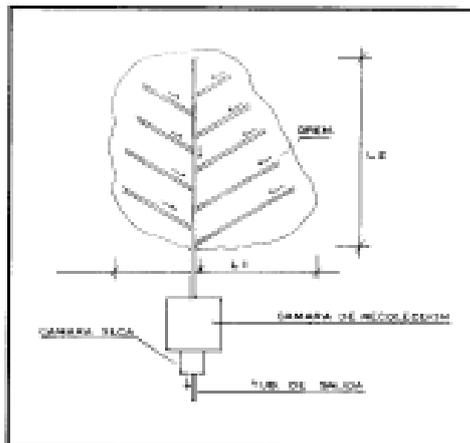


Figura 4.3 : Captación de un manantial de fondo y difuso.

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras, de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción. Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. La cámara colectora tiene una canastilla de salida, un cono de rebose y tubería de limpia (Figura 4.3).

## 4.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO

### A) PARA LA CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL DE LADERA Y CONCENTRADO

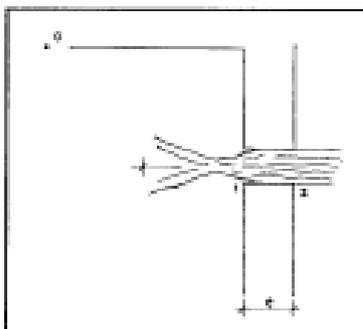


Figura 4.4 : Flujo del agua en un orificio de pared gruesa.

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

#### - Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. En la Figura 4.4, aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1, resulta:

$$\frac{P_o}{\gamma} + h_o + \frac{V_o^2}{2g} = \frac{P_i}{\gamma} + h_i + \frac{V_i^2}{2g}$$

Considerando los valores de  $P_o$ ,  $V_o$ ,  $P_i$  y  $h_i$  igual a cero, se tiene:

$$h_o = \frac{V_i^2}{2g} \quad (4.1)$$

Donde:

$h_o$  = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m.).

$V_i$  = Velocidad teórica en m/s.

$g$  = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>).

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, se tiene:

$$Q_1 = Q_2 \\ Cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo  $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd} \quad (4.2)$$

Donde:

$V_2$  = Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s).

$Cd$  = coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8).

Reemplazando el valor de  $V_1$  de la ecuación 4.2 en la ecuación 4.1, se tiene:

$$h_o = 1.56 \frac{V_2^2}{2g} \quad (4.3)$$

Para los cálculos,  $h_o$  es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase.

En la Figura 4.5 se observa:

$$H = H_1 + h_o$$

donde  $H_1$  es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_1 = H - h_o \quad (4.4)$$

$$H_1 = 0.30 \times L \quad (4.5)$$

$$L = H_1 / 0.30$$

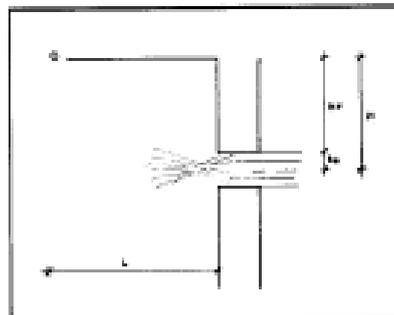


Figura 4.5 : Carga disponible y pérdida de carga

### - Ancho de la pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\text{máx.}} = V \times A \times C_d \quad (4.6)$$

$$Q_{\text{máx.}} = A C_d (2 g h)^{1/2} \quad (4.7)$$

Donde:

- Q<sub>máx.</sub> = Gasto máximo de la fuente en l/s.
- V = Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s.).
- A = Área de la tubería en m<sup>2</sup>.
- C<sub>d</sub> = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).
- g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s<sup>2</sup>).
- h = Carga sobre el centro del orificio (m).

Despejando de la ecuación 4.6 el valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{C_d \times V} = \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.8)$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio (ecuación 4.7) el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{C_d \times (2gh)^{1/2}} = \frac{\pi D^2}{4} \quad (4.9)$$

El valor de D será definido mediante :  $D = (4 A / \pi)^{1/2}$

**Número de orificios:** se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales a 2". Si se obtuvieran diámetros mayores será necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo:

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 \quad (4.10)$$

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la Figura 4.6.

Siendo: "D" el diámetro de la tubería de entrada  
"b" el ancho de la pantalla.

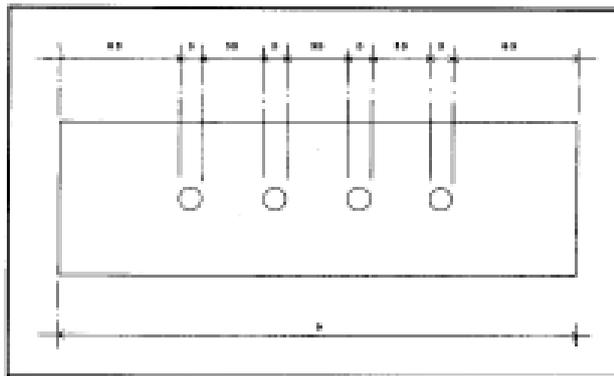


Figura 4.6 : Distribución de los orificios - Pantalla frontal

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada, se calcula el ancho de la pantalla (b) mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1) \quad (4.11)$$

Donde:

- b = Ancho de la pantalla.
- D = Diámetro del orificio.
- NA = Número de orificios.

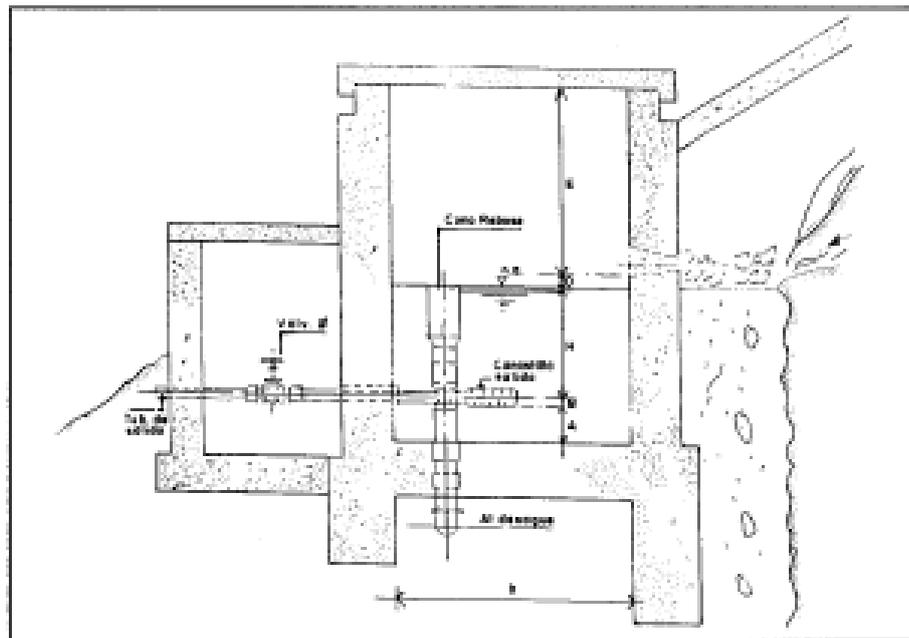


Figura 4.7 : Altura total de la cámara húmeda

#### - Altura de la cámara húmeda

En base a los elementos identificados en la Figura 4.7, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ht = A + B + H + D + E \quad (4.12)$$

Donde:

- A: Se considera una altura mínima de 10 cm. que permite la sedimentación de la arena.
- B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- H: Altura de agua.
- D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm.).
- E: Borde libre (de 10 a 30 cms.).

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la ecuación 4.3.

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- H = Carga requerida en m.
- V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.
- g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s<sup>2</sup>.

Se recomienda una altura mínima de H = 30 cm.

#### - Dimensionamiento de la canastilla

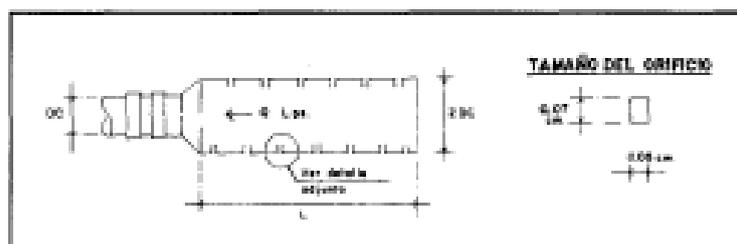


Figura 4.8 : Canastilla de salida

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc) (ver Figura 4.8); que el área total de las ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la

longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc.

$$A_t = 2 A_c \quad (4.13)$$

donde:

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

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

## - Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y de limpieza se recomiendan pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=140):

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad (4.14)$$

donde:

D = Diámetro en pulg.

Q = Gasto máximo de la fuente en l/s.

hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.

## CAPÍTULO 5

### LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevará a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares.

Todas estas consideraciones serán desarrolladas en el presente capítulo y servirán para diseñar y definir los diámetros de las tuberías y la ubicación de las cámaras rompe-presión.

#### 5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

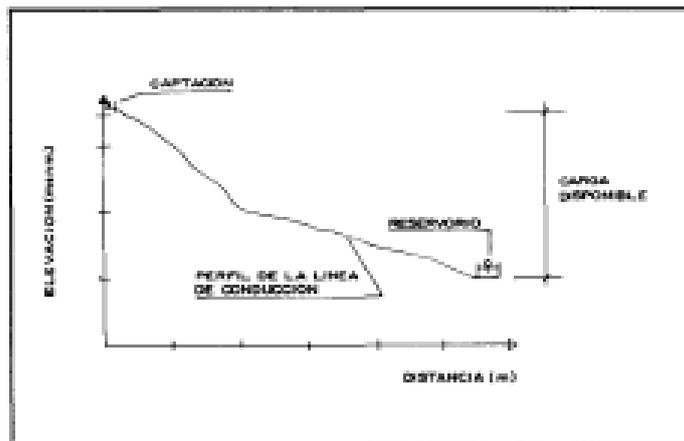


Figura 5.1 : Carga disponible en la línea de conducción

#### A) CARGA DISPONIBLE

La carga disponible (Figura 5.1) viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.

#### B) GASTO DE DISEÑO

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario ( $Q_{md}$ ), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el período de diseño seleccionado ( $Q_m$ ) y el factor  $K_1$  del día de máximo consumo (ver Capítulo 2).

### C) CLASES DE TUBERÍA

Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado.

En el Cuadro 5.1 y la Figura 5.2, se presentan las clases comerciales de tuberías PVC con sus respectivas cargas de presión.

Cuadro 5.1:

#### Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

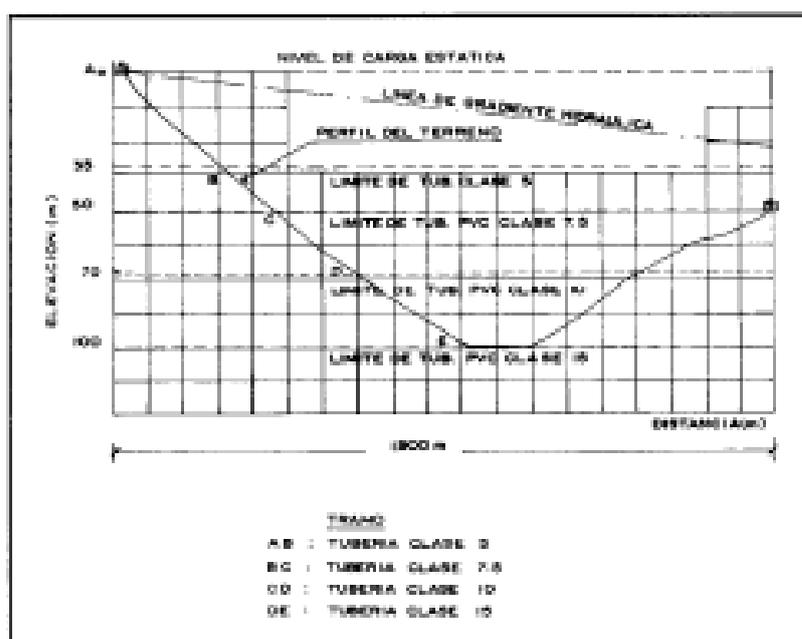


Figura 5.2 : Presiones máximas de trabajo para diferentes clases de tuberías PVC

Cuando las presiones sean mayores a las que soporta la tubería PVC, cuando la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación y donde sea necesaria la construcción de acueductos, se recomienda utilizar tubería de hierro galvanizado.

#### D) DIÁMETROS

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible.

#### E) ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

##### - Válvulas de aire

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente. (ver Figura 5.3).

##### - Válvulas de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (ver Figura 5.4).

##### - Cámaras rompe-presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.

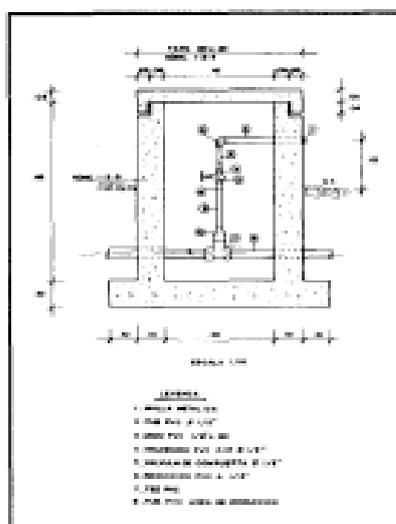


Figura 5.3 : Válvula de aire manual

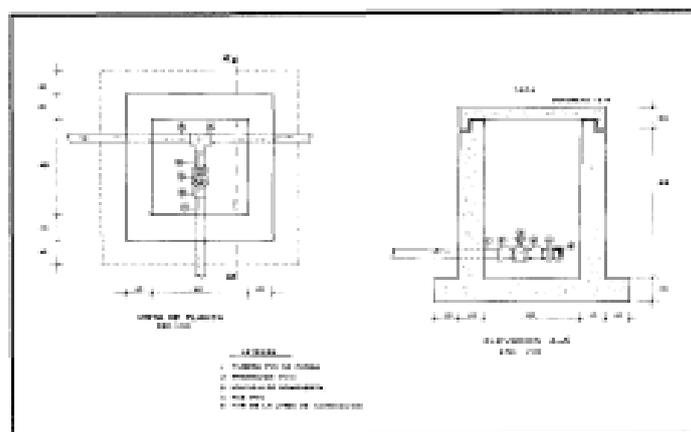


Figura 5.4 : Válvula de purga

Debido a que en la línea de conducción las pérdidas locales no superan el 10%, para realizar los cálculos hidráulicos solamente se consideran las pérdidas por fricción.

#### A) PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, pueden utilizarse muchas fórmulas, sin embargo una de las más usadas en conductos a presión, es la de Hazen y Williams. Esta fórmula es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso y con diámetros mayores a 2 pulg.

Las Normas del Ministerio de Salud, para el cálculo hidráulico recomiendan el empleo de la fórmula de Fair-Whipple para diámetros menores a 2 pulg.; sin embargo se puede utilizar la fórmula de Hazen y Williams, con cuya ecuación los fabricantes de nuestro país elaboran sus nomogramas en los que incluyen diámetros menores a 2 pulg. (ver Figura 5.7).

Para los propósitos de diseño se considera:

#### Ecuación de Hazen y Williams

$$Q = 0.0004264 C D^{2.63} hf^{0.54} \quad (5.1)$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería (pulg).

Q = Caudal (l/s).

hf = Pérdida de carga unitaria (m/Km).

C = Coeficiente de Hazen - Williams expresado en (pie)<sup>1.49</sup>/seg.

En caso de usar:

MATERIAL	C
Hierro fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto Cemento/P.V.C	140

Para una tubería de PVC o asbesto-cemento, donde el valor de C=140; el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.492 \times D^{2.63} \times hf^{0.54} \quad (5.2)$$

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (5.3)$$

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.22}} \quad (5.4)$$

Donde:

- Q = Caudal (l/s).
- hf = Pérdida de carga unitaria (m/m).
- D = Diámetro de la tubería (pulg).

### Ecuación de Fair-Whipple

Para una tubería donde el valor de C=140, el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.8639 \times D^{2.71} \times hf^{0.57} \quad (5.5)$$

$$hf = \left( \frac{Q}{2.8639 \times D^{2.71}} \right)^{1.75} \quad (5.6)$$

$$D = \left( \frac{Q}{2.8639 \times hf^{0.57}} \right)^{0.37} \quad (5.7)$$

Donde:

- Q = Caudal en l/s.
- hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.
- D = Diámetro en pulg.

### B) PÉRDIDA DE CARGA POR TRAMO

La pérdida de carga por tramo (Hf) se define como:

$$Hf = hf \times L \quad (5.8)$$

Siendo L la longitud del tramo de tubería (m).

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, el gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería. Con dicha información y con el uso de nomogramas o la aplicación de fórmulas se determina el diámetro de tubería. En caso de que el diámetro calculado se encuentre entre los rangos de dos diámetros comerciales se selecciona el rango superior o se desarrolla la combinación de tuberías. Con el diámetro o los diámetros seleccionados se calculan las pérdidas de carga unitaria para finalmente estimar la pérdida de carga por tramo.

### EJEMPLO:

Determinar los cálculos hidráulicos de la línea de conducción para la siguiente condición:

Datos:

- Gasto de diseño(Qmd) = 2.1 l/s.
- Longitud de tubería (L) = 380 m.
- Cota captación (cota cap.)= 2500 msnm.
- Cota reservorio(R) = 2450 msnm.

## RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el  $Q_{mh}$  no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

En algunos proyectos resulta más económico usar tuberías de menor diámetro en la línea de conducción y construir un reservorio de almacenamiento.

En el desarrollo del capítulo se presentan las consideraciones básicas que permiten definir metodológicamente el diseño hidráulico y además se muestra un ejemplo de cálculo estructural de un reservorio de almacenamiento típico para poblaciones rurales.

### 6.1 CONSIDERACIONES BÁSICAS

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

#### A) CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que dé oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

## B) TIPOS DE RESERVORIOS

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc ; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

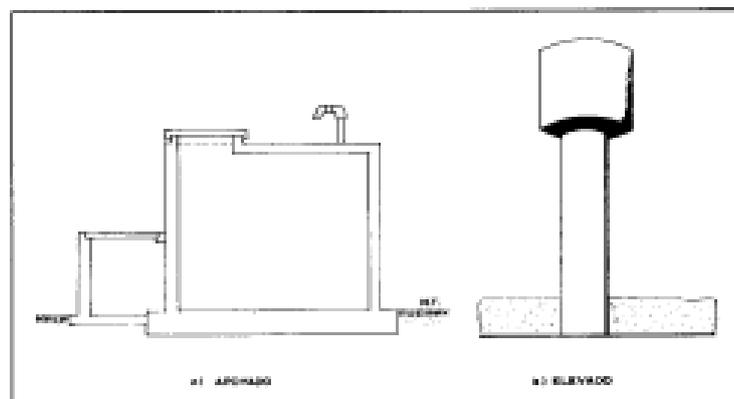


Figura 6.1 : Tipos de reservorios: apoyado y elevado

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada.

## C) UBICACIÓN DEL RESERVORIO

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hace por el mismo tubo.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

## 6.2 CASETA DE VÁLVULAS

### A) TUBERÍA DE LLEGADA

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada

al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

#### B) TUBERÍA DE SALIDA

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

#### C) TUBERÍA DE LIMPIA

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

#### D) TUBERÍA DE REBOSE

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

#### E) BY - PASS

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constará de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

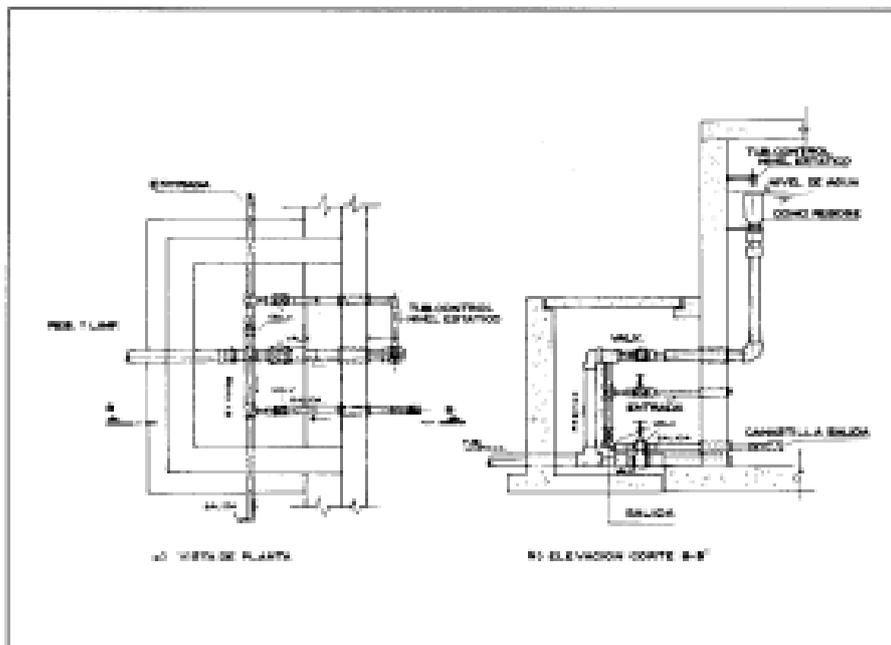


Figura 6.2 : Caseta de válvulas del reservorio

# CAPÍTULO 7

## RED DE DISTRIBUCIÓN

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

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja).

En el capítulo se presentan las consideraciones básicas de diseño y tipos de redes con algunos detalles específicos de cálculo.

### 7.1 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías.

Se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarán fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m, y que la presión estática no exceda de 50 m.

En las Normas del Ministerio de Salud se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo

Las válvulas, según las Normas mencionadas, se deben ubicar para aislar tramos no mayores de 300 m, o en lugares que garanticen el buen funcionamiento del sistema y permitan interrupciones para realizar las ampliaciones y reparaciones en la red.

En base a estas consideraciones se efectúa el diseño hidráulico, de la red de distribución, siendo la tubería de PVC la más utilizada en los proyectos de agua potable en zonas rurales. Para el cálculo hidráulico, las Normas del Ministerio de Salud recomiendan el empleo de las ecuaciones de Hazen-Williams y Fair-Whipple (ver capítulo 5).

## 7.2 TIPOS DE REDES

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parilla, etc (Figura 7.1).

### A) SISTEMA ABIERTO O RAMIFICADO

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino.

La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas. En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua.

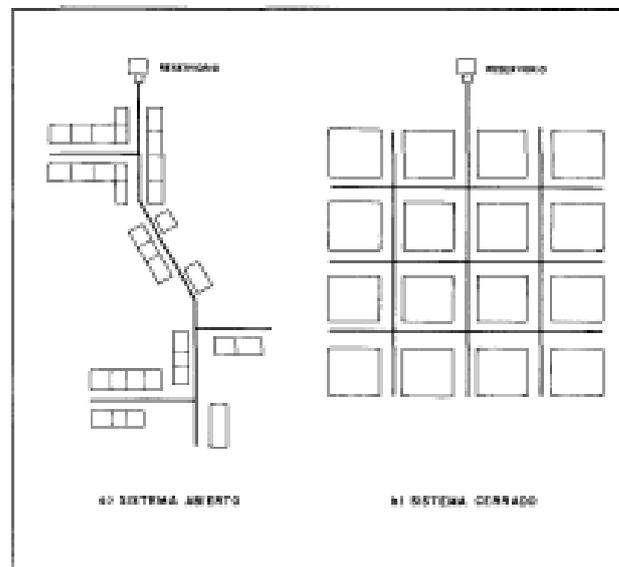


Figura 7.1 : Tipos de redes de distribución

Cálculos:

$$\text{Consumo medio (Qm)} = \frac{\text{Pf} \times \text{dot.}}{86,400} = 1.172 \text{ l/s.}$$

$$\text{Consumo máximo horario (Qmh): } 1.5 \text{ Qm} = 1.758 \text{ l/s.}$$

$$\text{Consumo unitario (Q unit.)} = (\text{Qmh})/(\text{población futura}).$$

$$\text{Q unit.} = 0.0015627 \text{ l/s/hab.}$$

Identificados los tramos en la Figura 7.2 y conocidos los valores del gasto unitario (Q unit.) y los habitantes de cada tramo, se determinan los valores del gasto por tramo mediante la siguiente relación:

$$Q_{\text{tramo}} = \text{Q unit.} \times \text{nro de habitantes por tramo}$$

Los resultados se presentan en el Cuadro 7.1

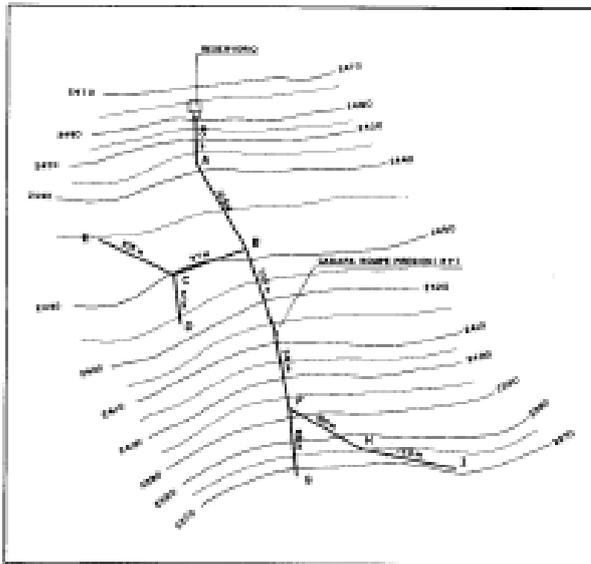


Figura 7.2 : Esquema de red ramificada

CUADRO 7.1

**Cálculo de los gastos por tramo**

TRAMO	Nro HABITANTES POBLACIÓN FUTURA POR TRAMO	GASTOS POR TRAMO (l/s)
A - B	122	0.191
B - C	161	0.252
C - D	160	0.250
C - E	157	0.245
B - Rp	100	0.156
Rp - F	103	0.161
F - G	119	0.186
F - H	105	0.164
H - I	98	0.153
TOTAL	1,125	1.758