



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

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

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO  
SHUMPILLAN, DISTRITO DE PAROBAMBA, PROVINCIA  
DE POMABAMBA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU  
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA  
POBLACIÓN – 2021

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

**AUTOR:**

ITA BAYONA, WALTER LUIS

ORCID 0000-0002-6778-7907

**ASESOR:**

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2021**

## **1. Título del informe**

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTOR**

Ita Bayona, Walter Luis

ORCID 0000-0002-6778-7907

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

Presidente

Mgtr. Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Miembro

Mgtr. Bada Alayo, Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

### **3. Hoja de firma del jurado y asesor**

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidente

Mgtr. Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Miembro

Mgtr. Bada Alayo, Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

ORCID: 0000-0002-1666-830X

Asesor

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

##### **Agradecimiento**

A mis padres por no rendirse ante la adversidad y seguir luchando, dándome el mejor ejemplo que un hijo podría pedir.

A mi asesor por apoyarme en las distintas etapas de la investigación, laboratoristas y cada profesional que aportó experiencia para que pudiera realizar con éxito el definitivo.

##### **Dedicatoria**

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A los habitantes del caserío Shumpillan por contribuir en todo momento con el estudio realizado en la zona.

## 5. Resumen y Abstract

### Resumen

Todo sistema de agua potable es diseñado para un tiempo de funcionamiento generalmente es de 20 años, influyen diversos factores para que este empiece a presentar fallas antes de este tiempo causando así alteraciones al sistema dejando sin agua a los moradores por ello la investigación tuvo como **objetivo** desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Se planteó como el **enunciado del problema**, ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan; mejorará la condición sanitaria de la población? Se usó la **metodología** cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. Los **resultados** de la evaluación nos dieron a conocer un sistema con una cámara de captación en estado malo el cual se mejoró con el modelamiento hidráulico aplicando criterios de estandarización, así mismo también la línea de conducción se encontró parcialmente expuesta por lo que se realizó el cálculo hidráulico para determinar las presiones y velocidades se mejora el reservorio de almacenamiento implementando un sistema de cloración por goteo, para la red de distribución y aducción se determinaron las presiones y velocidades existentes. Al finalizar se **concluye** que la evaluación y mejoramiento incidirá de manera positiva en a la condición sanitaria cumpliendo con continuidad, calidad, cantidad y continuidad de servicio.

**Palabras clave:** Condición Sanitaria, Evaluación, Mejoramiento, Sistema de abastecimiento de agua potable.

## **Abstract**

All drinking water system is designed for an operating time is generally 20 years, various factors influence it so that it begins to present failures before this time thus causing alterations to the system leaving the residents without water, therefore the investigation was aimed develop the evaluation and improvement of the drinking water supply system of the Shumpillan village and its impact on the sanitary condition of the population. The problem statement was raised as: ¿The evaluation and improvement of the drinking water supply system of the Shumpillan village; will improve the health condition of the population? The qualitative, non-experimental design, descriptive methodology was used. The results of the evaluation revealed a system with a catchment chamber in bad condition, which was improved with hydraulic modeling applying standardization criteria, likewise the conduction line was found to be partially exposed, so the calculation was carried out. To determine the pressures and speeds, the storage reservoir is improved by implementing a drip chlorination system. For the distribution and adduction network, the existing pressures and speeds were determined. At the end, it is concluded that the evaluation and treatment will have a positive impact on the sanitary condition, complying with continuity, quality, quantity and continuity of service.

**Keywords:** Sanitary Condition, Evaluation, Improvement, Drinking water supply system.

## 6. Contenido

1. Título del informe.....	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 .....	vi
6. Contenido.....	viii
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros. ....	xii
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la literatura .....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	6
2.1.3. Antecedentes locales.....	10
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	13
2.2.1. Población.....	13
A. Población de diseño.....	13
2.2.2. Agua.....	14
2.2.2.1. Agua potable.....	14
2.2.2.2. Calidad de agua potable.....	15
A. Estudios para la calidad del agua.....	15

a.	Análisis físico .....	15
b.	Análisis químico .....	15
c.	Análisis bacteriológico .....	16
B.	Nivel de cloración para el agua potable .....	16
2.2.3.	Manantial.....	17
2.2.4.	Sistema de abastecimiento de agua potable .....	17
□	Criterios de diseño.....	18
a)	dotaciones.....	18
b)	Variaciones periódicas.....	19
A.	Consumo Promedio Diario Anual.....	19
B.	Consumo Máximo Diario (Qmd).....	20
C.	Consumo Máximo Horario (Qmh).....	21
2.2.4.1.	Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable .....	22
□	Sistema de captación .....	22
i.	Captación por gravedad .....	22
ii.	Captación por bombeo .....	22
A.	Captación en ladera concentrado .....	22
c)	Partes de una captación.....	24
B.	Línea de conducción.....	28
-	Cámaras rompe presión .....	28
C.	Reservorio .....	29
a.	Reservorio de almacenamiento .....	29

b.	Reservorio cabecero.....	30
c.	Reservorio semienterrado .....	30
d.	Reservorio flotante.....	31
e.	Capacidad de almacenaje.....	31
a)	Caseta de válvulas de reservorio.....	31
b)	Sistema de desinfección.....	32
D.	Línea de aducción.....	33
E.	Red de distribución.....	33
a.	Red ramificada o abierta .....	33
b.	Conexiones domiciliarias.....	34
2.2.5.	Condición sanitaria de la población.....	34
a)	calidad del agua potable.....	35
b)	Continuidad del servicio .....	35
c)	Cantidad de agua ofertada .....	36
d)	Cobertura del sistema de agua potable.....	36
2.2.6.	Evaluación.....	37
2.2.7.	Mejoramiento .....	38
<b>2.3.</b>	<b>Hipótesis .....</b>	<b>39</b>
<b>III.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>40</b>
3.2.	Diseño de la investigación.....	40
3.3.	Población y muestra .....	41
3.4.	Definición y operacionalización de variables e indicadores .....	42

3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45
3.1.1.	Técnica de recolección de datos .....	45
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos .....	45
3.6.	Plan de análisis. ....	46
3.7.	Matriz de consistencia .....	47
3.8.	Principios éticos .....	48
<b>IV.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>49</b>
4.1.	Resultados .....	49
4.2.	Análisis de resultados .....	66
<b>V.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>70</b>
5.1.	Conclusiones .....	70
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>72</b>
	<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>73</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>80</b>

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

### Tablas

Tabla 1 Límites máximos permisibles para la calidad del agua .....	16
Tabla 2 Dotación por número de habitantes .....	18
Tabla 3 Dotación de agua para centros educativos .....	19
Tabla 4 Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d) .....	19
Tabla 5 Referencia para los puntajes .....	38
Tabla 6 Definición y operalización de variable dependiente .....	44
Tabla 7 Matriz de consistencia.....	47
<b>Tabla 8 Evaluación de la captación</b> .....	<b>49</b>
Tabla 9 Evaluación de la línea de conducción .....	51
Tabla 10 Evaluación del reservorio .....	53
Tabla 11 Evaluación de la línea de aducción y red de distribución .....	55
Tabla 12 Mejoramiento de la cámara de captación.....	56
Tabla 13 modelamiento hidráulico de la línea de conducción .....	57
Tabla 14 pre dimensionamiento hidráulico del reservorio de almacenamiento .....	58
Tabla 15 resultados del estudio de agua de la fuente del caserío Shumpillan	59
Tabla 16 cálculo del sistema de cloración por goteo .....	60
Tabla 17 modelamiento hidráulico de la red de distribución .....	61

## **Gráficos**

Gráfico 1 evaluación de la cámara de captación.....	50
Gráfico 2 Evaluación de la línea de conducción.....	52
Gráfico 3 estado del reservorio de almacenamiento de agua potable .....	54
Gráfico 4 evaluación de la red de distribución y aducción .....	55
Gráfico 5 Evaluación de la cobertura del servicio .....	62
Gráfico 6 Evaluación de la cantidad de agua.....	63
Gráfico 7 Evaluación de la continuidad del servicio .....	64
Gráfico 8 Evaluación de la calidad del agua.....	65

## Imágenes

imagen 1 agua potable embotellada.....	14
imagen 2 manantial de agua en zonas rurales .....	17
imagen 3 sistema de agua potable.....	18
Imagen 4 Variación diaria de consumo K1.....	21
Imagen 5 Variación de consumo K2.....	21
Imagen 6 Cámara de captación en ladera concentrado .....	23
Imagen 7 Medición del caudal por el método volumétrico .....	24
Imagen 8 Orificios de la cámara de captación .....	25
Imagen 9 Canastilla de salida.....	26
imagen 10 Línea de conducción por gravedad.....	28
Imagen 11 Cámara rompe presión .....	29
imagen 12 reservorio de almacenamiento de agua potable.....	30
Imagen 13 Caseta de válvulas de reservorio .....	32
imagen 14 sistema de desinfección de agua potable.....	32
imagen 15 Línea de aducción.....	33
imagen 16 Red ramificada o abierta .....	34
Imagen 17 Calidad del agua potable según sectores.....	35
Imagen 18 Continuidad del servicio .....	36
<b>Imagen 19</b> Población rural sin acceso a agua por red pública, por tipos de abastecimiento Año móvil: Febrero 2017 - Enero 2018. ....	37

## I. Introducción

“Todo sistema de agua potable es diseñado para un tiempo de funcionamiento generalmente es de 20 años, influyen diversos factores para que este empiece a presentar fallas antes de este tiempo causando así alteraciones al sistema dejando sin agua a los moradores y alterando la continuidad del servicio”(1).

El caserío Shumpillan se encuentra ubicado a una altura promedio de 3420 m.s.n.m. es una zona con una topografía accidentada su acceso es mediante una trocha carrozable, cuenta con un sistema por gravedad con un tiempo de 14 años aproximadamente, en la actualidad a presentado algunas fallas como fugas en las tuberías de conducción, falta de presión en las conexiones domiciliarias entre otros por ello se propuso el siguiente **enunciado del problema**: ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población?

Para dar solución a la problemática se planteó como **objetivo general**: desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, y su incidencia en la condición sanitaria de la población. A su vez se plantearán dos **objetivos específicos**: El primero es evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población. El segundo es elaborar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash,

para la mejora de la condición sanitaria de la población. El tercer objetivo de la investigación es determinar la incidencia de la condición sanitaria de la población del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash. Asumiendo todos estos casos, la presente investigación se **justificó** académicamente, porque es de suma importancia como próximos ingenieros civiles, aplicar procedimientos y métodos matemáticos establecidos en hidráulica. La **metodología** empleó las siguientes características. El tipo es descriptivo. El nivel de la investigación es cualitativo. La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y la **muestra** en esta investigación estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el caserío Shumpillan, abril 2020 – diciembre 2021. Cabe decir que la **técnica e instrumento**, fue de observación directa lo cual se realizó recopilación de información mediante encuestas, cuestionarios y guía de observación para después procesarlos en gabinete, alcanzando una cadena metodológica convencional. **Los Resultados** de la evaluación nos arrojaron un sistema medianamente sostenible, de esta manera al proponer un mejoramiento en su sistema de abastecimiento de agua potable actual, se cubrieron falencias y de manera positiva incidió en su condición sanitaria de la población.

## II. Revisión de la literatura

### 2.1. Antecedentes

Haciendo uso de la tecnología, se utilizó el internet para determinar los trabajos previos sobre el diseño de abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales.

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Según Batres et al <sup>2</sup>, en su tesis, 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. Tuvo como objetivo general el siguiente: Contribuir al desarrollo del municipio de San Luis del Carmen, del departamento de Chalatenango, efectuando los estudios necesarios para el diseño de la red de abastecimiento de agua potable, de la red de alcantarillado sanitario y aguas lluvias de la zona urbana del municipio de San Luis del Carmen. Se empleó la siguiente metodología de la investigación: el tipo fue exploratorio, el nivel de la investigación fue de carácter cualitativo. Teniendo como resultados los siguientes: la Norma Técnica Para Abastecimiento de Agua Potable de ANDA, establece que las presiones estáticas máximas no deben de ser superiores a 50 metros de columna de agua, pero acepta excepciones donde las presiones se salgan de los límites, como es el caso del presente diseño. Debido a

que San Luis Del Carmen es un municipio no desarrollado proponer válvulas reguladoras de presión elevaría los costos del sistema, tanto de construcción como los costos de mantenimiento, siendo una solución inviable debido a los niveles de desarrollo del municipio. Llegando a la siguiente conclusión: Con el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de San Luis Del Carmen se resuelve satisfactoriamente el desabastecimiento existente en la zona alta del municipio; ya que por medio de los resultados obtenidos en la simulación realizada en EPANET (programa utilizado como herramienta de diseño), podemos garantizar que la red podrá dar cumplimiento a la demanda proyectada, para un periodo de diseño de 20 años.

b) Según Alvarado<sup>3</sup>, en su tesis, Estudios y diseños del Sistema de Agua Potable del Barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Tuvo como objetivo general el siguiente: Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja. Se empleó la siguiente metodología de la investigación: el tipo fue exploratorio, el nivel de la investigación fue de carácter cualitativo. Teniendo como resultados los siguientes: En el análisis de calidad del agua, se observa

que el límite permisible de los gérmenes totales y los coliformes totales según la normativa ecuatoriana NTE INEN 1 108:2006 se encuentra fuera de rango, muy superior al límite permisible, por lo tanto se prevé realizar a diseñar una unidad de desinfección adecuada. La filtración lenta se la realizará para reducir los microorganismos patógenos que están presentes en el agua, por consiguiente, el sistema de abastecimiento diseñado para el barrio San Vicente estará formado por las siguientes unidades: captación, desarenador, filtro lento descendente, desinfección, tanque de reserva. Llegando a las siguientes conclusiones: La realización de este tipo de proyectos, favorece a la formación profesional del futuro Ingeniero Civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que padecen las comunidades de nuestro país; el presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Según Huarancca<sup>4</sup>, en su tesis, Evaluación y mejoramiento del Sistema de Saneamiento Básico en la localidad de Pichiurara, Distrito de Luricocha, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tuvo como objetivo general el siguiente: Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la localidad de Pichiurara, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho para la mejora de la condición sanitaria de la población. Se empleó la siguiente metodología de la investigación: El tipo fue exploratorio, el nivel de la investigación fue de carácter cualitativo, el diseño de la investigación se priorizó en elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de saneamiento básico en la localidad de Pichiurara, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Teniendo como resultados los siguientes: La población se encuentra satisfecha de haber logrado la ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, donde se tiene; un adecuado servicio de agua potable a la población, se cuenta con un sistema de recolección de aguas servidas y su tratamiento adecuado y mediante las capacitaciones se logró mejorar los niveles de conocimiento en educación sanitaria. Y por ende la reducción de enfermedades hídricas con ello población más saludable. Llegando a las siguientes conclusiones: La comunidad

de localidad de Pichiurara, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho cuenta con serias deficiencias en los sistemas de saneamiento básico y alcantarillado; los arreglos propuestos a lo largo de todo el sistema de saneamiento básico en la localidad de Pichiurara, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho cumplen al 100 % en abastecer de agua y alcantarillado a toda la población; la condición sanitaria de los pobladores es óptima, ya que se ha satisfecho todas las necesidades de agua y saneamiento especificadas por la OMS.

- b) Según Pasapera <sup>5</sup>, en su tesis Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable del caserío de ranchería Ex Cooperativa Carlos Mariátegui Distrito De Lambayeque, Provincia De Lambayeque – Lambayeque. Tuvo como objetivo general el siguiente: Determinar y evaluar el diseño técnico ingenieril de un sistema de agua potable para la zona rural del Caserío de Ranchería Ex cooperativa Carlos Mariátegui – Lambayeque. Se empleó la siguiente metodología: Fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal. Teniendo como resultados los siguientes: La calidad de agua a tratar, como el dimensionamiento del sistema de agua potable de acuerdo a la población a 20 años. Llegando a las siguientes conclusiones: la conformación geo eléctrica del subsuelo en toda la zona tiene características similares, en todos los casos se encuentran intercaladas capas geo eléctricas de baja y alta mineralización (agua dulce y agua salobre - salada), que se encuentran separadas

por capas impermeables naturales; la conformación geo eléctrica del subsuelo en toda la zona tiene características similares, en todos los casos se encuentran intercaladas capas geo eléctricas de baja y alta mineralización (agua dulce y agua salobre - salada), que se encuentran separadas por capas impermeables naturales.

- c) Según Berrocal <sup>6</sup>, en su tesis, Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Saneamiento Básico en la comunidad de Palcas, distrito de Ccoachaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tuvo como objetivo general el siguiente: Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico en la comunidad de Palcas, distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica para la mejora de la condición sanitaria de la población. Se empleó la siguiente metodología de la investigación: el tipo fue exploratorio, el nivel de la investigación fue de carácter cualitativo, el diseño de la investigación se priorizó en elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para elaborar el mejoramiento de saneamiento básico en la comunidad de Palcas, distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Teniendo como resultados los siguientes: La población se encuentra satisfecha de haber logrado la ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, donde se tiene; un adecuado servicio de agua potable a la población, se cuenta con un sistema de recolección de aguas

servidas y su tratamiento adecuado y mediante las capacitaciones se logró mejorar los niveles de conocimiento en educación sanitaria. Y por ende la reducción de enfermedades hídricas con ello población más saludable. Llegando a las siguientes conclusiones: La comunidad de Palcas, distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica cuenta con serias deficiencias en los sistemas de saneamiento básico como vienen a ser los tres sistemas de captación de agua, la línea de conducción hacia el reservorio, la poca capacidad del reservorio y la falta de mantenimiento en las tuberías que van y salen del reservorio; los arreglos propuestos a lo largo de todo el sistema de saneamiento básico en la comunidad de Palcas, distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica cumplen al 100 % en abastecer de agua y alcantarillado a toda la población; la condición sanitaria de los pobladores es óptima, ya que se ha satisfecho todas las necesidades de agua y saneamiento especificadas por la OMS.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- a) Según Revilla <sup>7</sup>, en su tesis, El Sistema de Abastecimiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano Los Conquistadores, Nuevo Chimbote. Tuvo como objetivo general el siguiente: Determinar la incidencia del sistema de abastecimiento de agua potable en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano Los Conquistadores, Nuevo Chimbote. Se empleó la siguiente metodología: No Experimental. – Descriptivo. Teniendo como resultados los siguientes: Los habitantes están sumamente preocupados por lo que actualmente está ocurriendo y no hay alguna solución para que tengan una mejor vida como en bienestar social, en la salud que está afectado mayormente a los niños en pleno desarrollo. Llegando a las siguientes conclusiones: La incidencia del sistema de agua potable, se diseñó un servicio de saneamiento donde los pobladores no tengan malas condiciones de higiene y enfermedades respiratorias, digestivas y parasitarias, y cuenten con un buen servicio y una buena calidad de vida; de las encuestas aplicadas a los pobladores se pudo detectar en ellos, que respecto a los conocimientos sobre la utilización adecuada del recurso sus conocimientos son escasos, es así que la población

deben conocer los hábitos sobre el uso adecuado del agua, siendo así lavar sus recipientes de almacenamiento de agua, porque hay familias con bajos recursos que almacenan el agua varios días si ningún cubrimiento que pueda tapar los recipientes de agua que consumen diariamente, es por ello que luego viene seguidamente las enfermedades.

- b) Según Flores <sup>8</sup>, en su tesis, Propuesta de Diseño del Sistema de Agua Potable y alcantarillado del Asentamiento Humano Los Constructores Distrito Nuevo Chimbote-2017. Tuvo como objetivo general el siguiente: Realizar una propuesta de diseño de sistema de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano los constructores del distrito de Nuevo Chimbote. Se empleó la siguiente metodología: No Experimental. – Descriptivo. Teniendo como resultados los siguientes: los diámetros de la tubería del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Los Constructores se tiene que son de 90mm, 110mm,160mm,200mm lo cual garantiza la llegada del fluido hacia los puntos más altos de las viviendas; la velocidad máxima a utilizar en el diseño del abastecimiento del agua potable , la elección del diámetro de la tubería se encuentra relacionada de forma directa a la velocidad que se produzca en los conductos teniendo

como resultado una velocidad máxima de 0.815. Llegando a las siguientes conclusiones: Los diámetros de la tubería en el diseño Sistema de Abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano Los Constructores son diámetros comerciales de 90mm,110mm,160mm,200mm tomándose en cuenta el diámetro mínimo de 70mm como parámetro que establece la Norma OS.050; las presiones en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano los Constructores se ha optado por lo establecido del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS-050 sobre las presiones tienen que estar entre el rango de 10 a 50 m.c.a obteniendo como presión mínima 15.16mca y presión máxima 39.55 mca las cuales cumplen con la normativa.

## 2.2. Bases teóricas de la investigación

### 2.2.1. Población

Según Carrión <sup>9</sup>, a causas del incremento en la población en las zonas rurales del país y el mundo estas se ven directamente afectadas por el bajo servicio de calidad de vida que cuenta actualmente, solamente tomando en cuenta al agua potable como lo primordial estímulo de vida de las personas que cada año está en descenso.

#### A. Población de diseño

La población de diseño o población futura a 20 años es el dato de mayor importancia para poder calcular los caudales de diseño para los componentes del proyecto del sistema de agua potable basados como datos la cantidad de población actual que se presenta en la actualidad mediante el padrón de usuarios.

$$P_f = P_a \left( 1 + t * \frac{r}{100} \right)$$

Donde:

**P<sub>f</sub>**: Población futura.

**P<sub>a</sub>**: Población actual.

**r**: coeficiente de crecimiento por departamento.

**t**: Periodo de diseño.

### 2.2.2. Agua

Como indico Rojas. et al. <sup>10</sup>, cual vital es cuidar el agua que forma parte del medio ambiente, hoy en día en la tierra se tiene un aproximado de 2.53% de agua dulce provenientes de glaciares, ríos, lagos y teniendo 1386 m<sup>3</sup> en el subsuelo, teniendo en américa una gaste de 20% consumo humano y 70% en agricultura por ello él se constituye como una materia prima para subsistir.



imagen 1 agua potable embotellada

#### 2.2.2.1. Agua potable

Según Rojas. et al. <sup>10</sup>, el agua potable que se emplea en captaciones que ayudan a la subsistencia de la vida humana la gran mayoría son adquiridas de fuentes naturales y en algunos casos se adquiere el agua de los ríos sin medir la consecuencia de que puedes generar enfermedades provenientes de microorganismos sustanciales o patógenos y el agua presente dos terceras partes sobresalen de su cauce y lo siguiente lo absorbe el

suelo y subsuelo.

#### 2.2.2.2. Calidad de agua potable

Según Organización Panamericana de la Salud <sup>11</sup>, la calidad de agua no es algo permanente esto puede ser temporal que no se sabe cuándo puede haber un aluvión quien a su vez contaminaría el agua con microorganismos y generar enfermedades gastrointestinales para estos casos hay que saber interpretar los resultados de los análisis realizados al agua.

##### A. Estudios para la calidad del agua

###### a. Análisis físico

“el análisis físico evalúa las características, relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad, la calidad del agua modificada por sustancias puede no ser tóxica, pero cambia el aspecto del agua, entre ellas la temperatura, turbidez, color y conductividad” (12).

###### b. Análisis químico

“por medio de este análisis se determina el contenido de sales minerales y materia orgánica, el que se compara con los estándares para poder determinar su calidad, usos y cualquier proceso que deba ser sometida, la actividad agrícola contamina el agua en gran manera”(12).

c. Análisis bacteriológico

“existen un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, debido a que su vía de transmisión es la ingestión del agua contaminada, es entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico”(12).

Tabla 1 Límites máximos permisibles para la calidad del agua

PARÁMETRO	LMP
Coliformes totales, UFC/100 mL	0 (ausencia)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0 (ausencia)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500
pH	6,5 – 8,5
Turbiedad, UNT	5
Conductividad, 25°C uS/cm	1500
Color, UCV – Pt-Co	20
Cloruros, mg/L	250
Sulfatos, mg/L	250
Dureza, mg/L	500
Nitratos, mg NO <sub>3</sub> /L (*)	50
Hierro, mg/L	0,3
Manganeso, mg/L	0,2
Aluminio, mg/L	0,2
Cobre, mg/L	3
Plomo, mg/L (*)	0,1
Cadmio, mg/L (*)	0,003
Arsénico, mg/L (*)	0,1
Mercurio, mg/L (*)	0,001
Cromo, mg/L (*)	0,05
Flúor, mg/L	2
Selenio, mg/L	0,05

Fuente: Sunnas normas de calidad del agua

B. Nivel de cloración para el agua potable

Para La norma técnica de diseño<sup>13</sup>, el cloro dentro del agua nos va a permitir que la calidad del agua se mantenga más tiempo y este protegido durante el flujo por las tuberías hasta llegar a las viviendas mediante las conexiones domiciliarias.

- Criterios para su aplicación

- Se debe instalar lo más cerca del reservorio donde la iluminación solar no afecte la solución de cloro contenido en el reservorio.
- Se recomienda un nivel de cloro como mínimo de 0,3 mg/l y como máximo 0,8 mg/l si se excede este nivel son detectables por el olor y sabor.

### 2.2.3. Manantial

Como indicó Sandoval <sup>14</sup>, es el agua que se genera por un aforamiento natural, donde el agua que brota transcurre por terreno natural donde se encuentra grava y arena finura, donde el flujo subterráneo de agua aflora a la superficie.



imagen 2 manantial de agua en zonas rurales

### 2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable

Según Pacheco et al <sup>15</sup>, el estudio del agua en bien de la salud de las personas, Para este estudio del agua en las localidades de Cajamarca con el propósito de mejorar la salud de los moradores de los caseríos, para ello se hará una respectiva investigación del agua y as uves a los moradores uncheque para

ver cuál es sus estados tanto del agua como de las personas y así poner sacar un análisis y a su vez la búsqueda de la solución en unabuena calidad de servicio de agua potable.

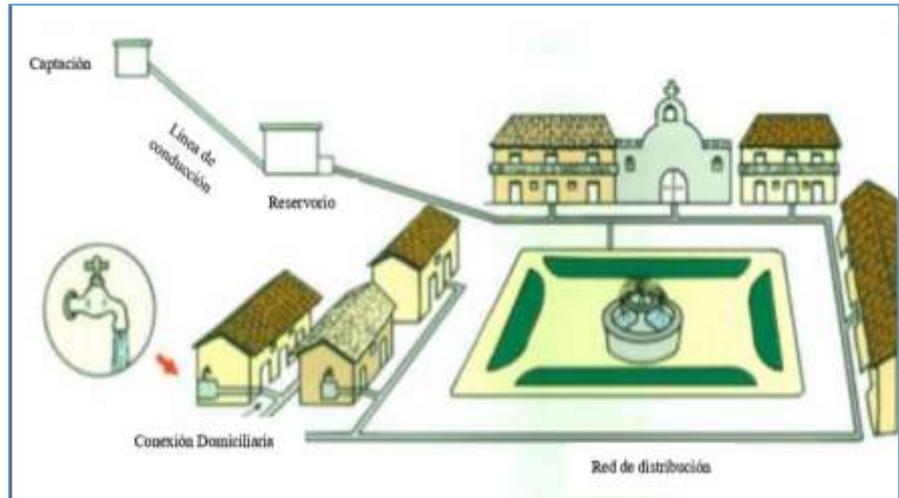


imagen 3 sistema de agua potable

- Criterios de diseño
  - a) dotaciones

Para las Naciones Unidas <sup>16</sup>, Una vez que se consideran los factores que van a determinar la variación de la demanda de consumo de agua potable en las distintas localidades rurales, se asignarán las dotaciones para el cálculo hidráulico como se aprecia en el (Tabla 4) y las diferentes regiones del país (Tabla 4).

Tabla 2 Dotación por número de habitantes

Población (Habitantes)	Dotación (l/Hab/día)
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Tabla 3 Dotación de agua para centros educativos

Descripción	Dotación (l/alumno/día)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

Tabla 4 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: Ministerio de Salud (1984)

#### b) Variaciones periódicas

“Para abastecer un lugar o comunidad, va hacer necesario que cada componente del sistema contribuyan para la satisfacción de la comunidad, de tal modo que se diseñe una estructura con la forma de las cifras de consumo y variaciones de las mismas”(16).

##### A. Consumo Promedio Diario Anual

“Es el caudal promedio de un año para un habitante al día. Este caudal es la demanda que requiere la población futura”(16).

$$Qpd = \frac{D * P f}{86400}$$

Donde:

Qpd: Consumo promedio diario Lt/s.

Pf: Población futura.

D: Dotación en Lt./hab/día.

#### B. Consumo Máximo Diario (Qmd)

Corresponde al caudal máximo consumido al día y que es registrado durante un año, se considera para su cálculo un valor  $K1=1.3$ .

$$Qmd=K1*Qpd$$

Donde:

Qmd: Consumo máximo diario.

Qpd: Consumo promedio diario.

K1: Coeficiente.

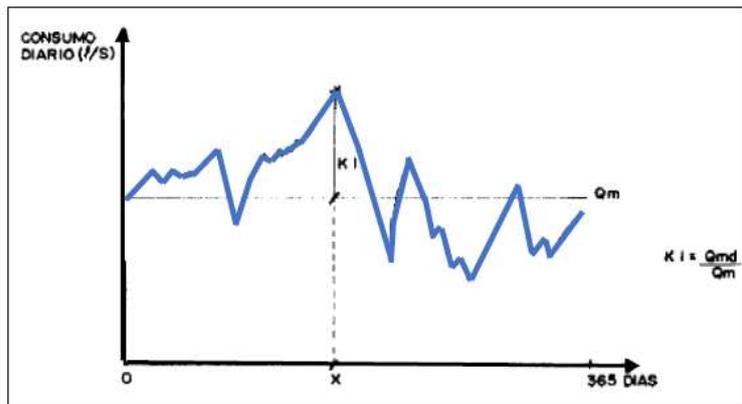


Imagen 4 Variación diaria de consumo K1

Fuente: Manual de agua potable Para poblaciones rurales

### C. Consumo Máximo Horario (Qmh)

Este caudal máximo se registra en variaciones de consumo en una hora durante todo el año la norma OS.100 considera valores entre 1.8 a 2.5 el valor del K2 para su cálculo.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{pd}$$

Donde:

Qmh: Consumo máximo horario.

Qpd: Consumo promedio diario.

K2: Coeficiente.

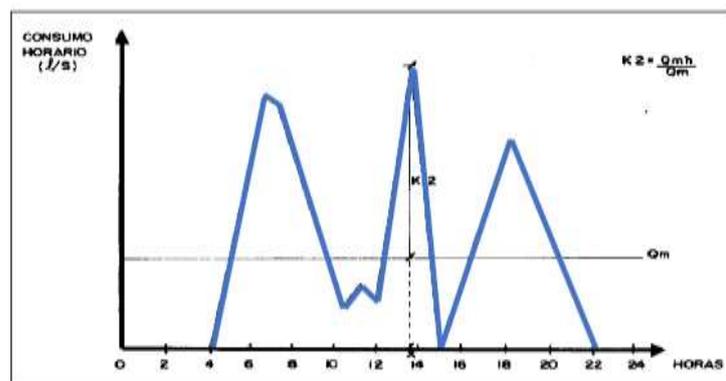


Imagen 5 Variación de consumo K2

#### 2.2.4.1. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

##### ❖ Sistema de captación

###### i. Captación por gravedad

Según Gil <sup>17</sup>, esto se determina de acuerdo las cotas obtenidas de la topografía, donde se verá los desniveles que esta el terreno en su recorrido de la captación hacia el reservorio, hasta darle el mayor aprovechamiento a las deficiencia para que el recorrido se si pérdida de caudal.

###### ii. Captación por bombeo

Según Rey et al <sup>18</sup>, se expulsa agua a través de bombas desde los lagos ríos manantiales y demás hacia el reservorio donde se empleara un y tratamiento, se emplea cada vez que la captación este por debajo del reservorio.

##### A. Captación en ladera concentrado

una captación en ladera concentrado pertenece a una captación de agua subterránea sus partes son la cámara húmeda, la caseta de válvulas, las aletas, su diseño tendrá que incluirse un cerco perimétrico ya sea artesanal o de concreto esto permitirá aislar este componente del sistema de agua y evitará daños por acciones extrañas o de manera imprevista. En cuanto a la protección para un manantial

en ladera se tomará se tomarán 3 puntos importantes como: la protección del afloramiento, cámara húmeda, cámara seca.

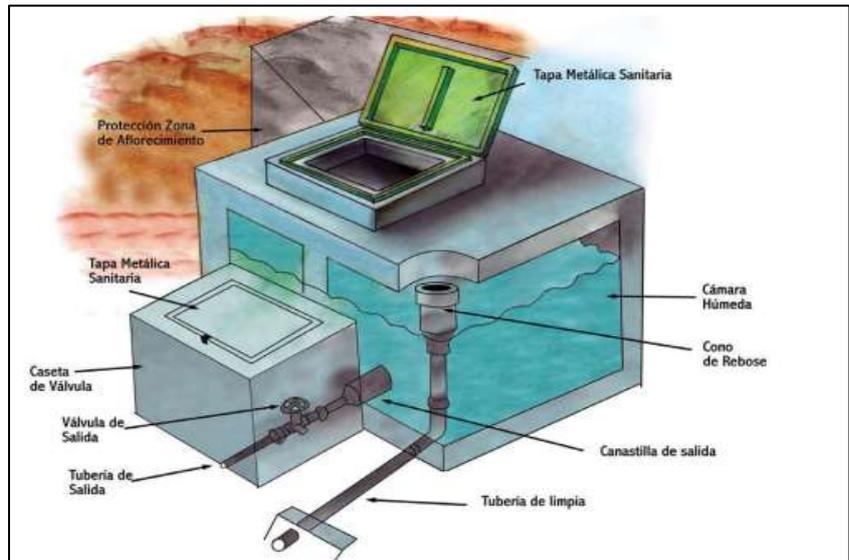


Imagen 6 Cámara de captación en ladera concentrado

Fuente: Manual de operación y mantenimiento estructuras de captación en manantiales

- Aforo para la cámara de captación en ladera

Según Rodríguez <sup>19</sup>, nos dice el aforo, son conjunto de operaciones para calcular el caudal de las diversas captaciones que se presentan, consiste en calcular el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, realizando varias la pruebas y sacándole su promedio, el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación.

$$Q=V/t$$

- Q: Caudal de la fuente de abastecimiento (Lt/s).

- V: Volumen de un recipiente (Lt).
- T: Tiempo de llenado en el recipiente (s)



Imagen 7 Medición del caudal por el método volumétrico

Fuente: Manual de operación y mantenimiento

#### c) Partes de una captación

##### c.1. Filtro

Es la agrupación de piedras seleccionadas del río, esto sirve para filtrar el agua, impidiendo el paso de materiales en suspensión, El filtro ayuda a facilitar el paso del agua hacia la cámara húmeda.

##### c.2. Capa impermeable

es la capa que se coloca para evitar que el agua se filtre en el suelo, esta puede estar compuesta de arcilla o un solado de concreto.

### c.3. Orificios de salida

son aberturas de forma circular que permitirán el paso a la cámara húmeda.

Para el número de orificios es recomendable utilizar diámetros (D) menores o iguales de 2", si en el caso el diámetro fuera mayor a lo especificado sería necesario aumentar el número de orificios (NA):

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

$$NA = \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 + 1$$

Donde:

NA: Numero de orificios de la captación.

D<sub>1</sub>: Diámetro calculado.

D<sub>2</sub>: Diámetro asumido.

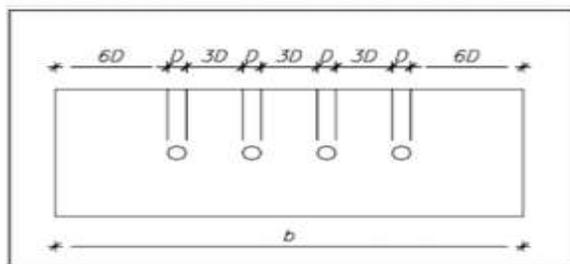


Imagen 8 Orificios de la cámara de captación

Fuente: Manual de manantiales en ladera

#### c.4.Canastilla de salida

“es un accesorio generalmente de PVC que permite el paso a la cámara de recolección su principal función es el de evitar el paso de extraños elementos como puede ser arenas piedras basuras, entre otros”(20).

Según Agüero<sup>21</sup>, Para el dimensionamiento se considera el diámetro de la canastilla deba ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción ( $D_c$ ); la longitud de canastilla ( $L$ ) será mayor a  $3D_c$  y menos de  $6D_c$ .

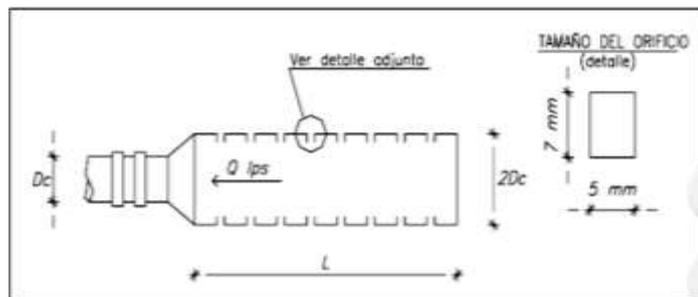


Imagen 9 Canastilla de salida

**Fuente:** Manual de manantiales en ladera

$$A_t = 2 A_c$$

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Donde:

$A_t$ : Área de la canastilla.

$A_c$ : Área de la tubería de línea de conducción.

Dc: Diámetro de la tubería de línea de conducción

**Numero de ranuras:**

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

c.5. Cono de rebose

“es un elemento que se instala en la cámara húmeda para eliminar el agua excedente, es muy importante que este accesorio sea movable para que se realice una limpieza”(22).

c.6. Válvula de control o de salida

“este accesorio sirve para controlar el paso del agua hacia el reservorio de tal manera que se pueda abrir y cerrar para su mantenimiento”(22).

c.7. Tubería de rebose y limpieza

“Sirve para eliminar toda el agua excedente, de tal manera que se pueda acceder a la cámara de recolección para su limpieza”(22).

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

Donde:

D: Diámetro de la tubería de rebose y limpieza.

Q: caudal de máximo de aforo.

S: pendiente.

## B. Línea de conducción

Según Casas <sup>23</sup>, es la suma de una cierta cantidad de tuberías que se unen para formar la línea de conducción con respecto a accesorios y componentes para que el agua se transporte desde la captación hacia el reservorio o una planta de tratamiento en acepciones directamente con línea de aducción esta se toma en cuenta cuando el nivel topográfico de la captación está por encima del reservorio caso contrario se emplea de manera mecánica.



imagen 10 Línea de conducción por gravedad

### - Cámaras rompe presión

Al encontrar un gran desnivel entre la captación y el reservorio se pueden encontrar presiones que sobrepasan el límite que pueden soportar las tuberías, por esta razón se instalan cámaras rompe presión del tipo 7, estas se instalan generalmente cada 50 m de

desnivel. Para que el sistema no colapse o sufra alguna rotura de la tubería. Estas contarán con una tapa sanitaria de tal modo que impida el paso a elementos extraños, y no esté en contacto con el ambiente.

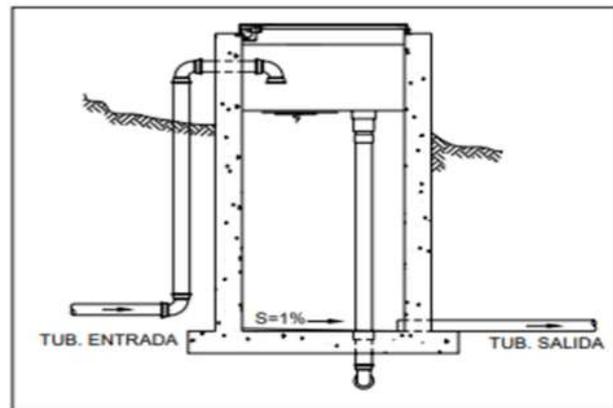


Imagen 11 Cámara rompe presión

Fuente: norma técnica de diseño

### C. Reservorio

Según De La Cruz<sup>24</sup>, es el lugar donde se guarda y se trata el agua, teniendo una serie de componentes como redes de distribución, expulsión, e la realización de una se puede emplear la ayuda de un software como SAP 2000 quien brindara el comportamiento sísmico tanta como el análisis dinámico y estático del reservorio con el método de Houser con su noción de la masa impulsiva.

#### a. Reservorio de almacenamiento

Según Angulo <sup>25</sup>, lugar donde se almacena el agua en algunos casos se emplea en forma circular, rectangular, se ubica en un lugar que brinde la mejor presión por gravedad a la población, se estaciona de acuerdo lo estipulado en el reglamento y su tiempo de limpieza o tratamiento del mismo.



imagen 12 reservorio de almacenamiento de agua potable

b. Reservorio cabecero

“este tipo de reservorio de encuentran en lo más comoladeras cerca habilitaciones urbanas en caso contrario seprocede con un reservorio elevado” (25).

c. Reservorio semienterrado

este tipo de reservorio tiene un parte por debajo del suelo y la otra parte al exterior, definido por la topografía o por razones geotécnicas para una

ejecución de este tipo de reservorio puesto que el costoso de este tipo de ejecución es elevado, con facilidad de instancian a diferencia a diferencia los tanques totalmente enterrados.

d. Reservorio flotante

Según Angulo <sup>25</sup>, Siendo casi parecido al os tanques elevados su funcionamiento es algo diferente, pero con la mimas misión siendo que el nivel del agua contante durante todo el tiempo. Conde en la mayoría de las captaciones es un pozo tubular de donde se bombea agua contante hacia un lugarde estudio hidrológico y su ves la demanda de agua de toda la población.

e. Capacidad de almacenaje

su almacenaje constara de un 25% del volumen medio diario tomando en cuenta las horas de 10 p.m. a 4 a.m. Un 15% para proyectos a gravedad y 20% para proyectos conbombeo establecido por DIGESA.

a) 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” (25).

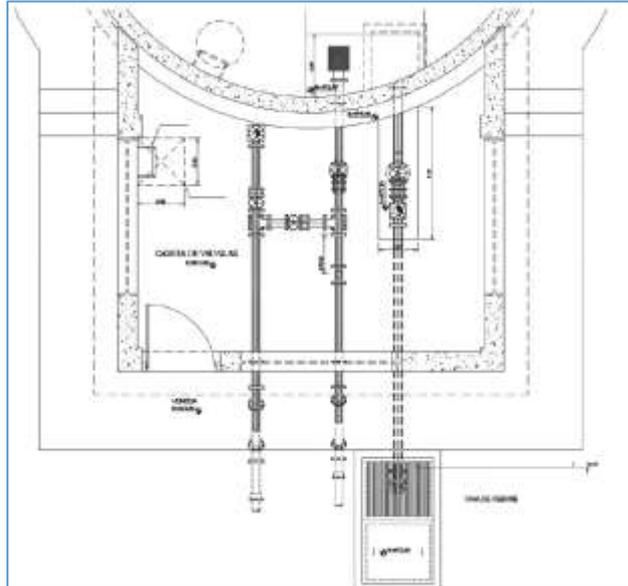


Imagen 13 Caseta de válvulas de reservorio

Fuente: Norma técnica de diseño:

b) Sistema de desinfección

“Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias” (25).

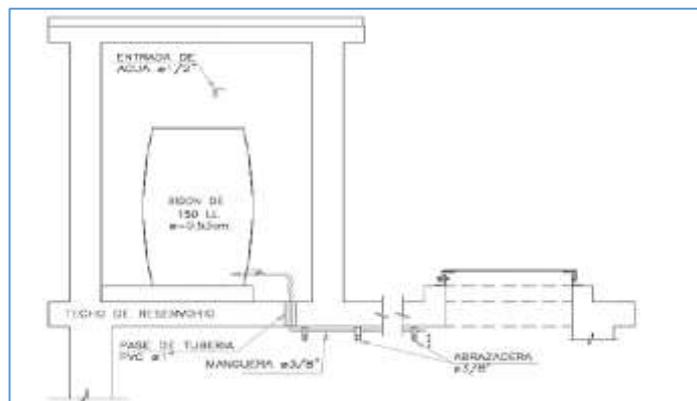


imagen 14 sistema de desinfección de agua potable

#### D. Línea de aducción

Según Montalvo <sup>26</sup>, es la línea en la cual hace la función de unir el agua por medio de tubería desde el reservorio hacia donde empieza la red de distribución con el fin de garantizar un buen abastecimiento de agua potable.



imagen 15 Línea de aducción

Fuente: Norma técnica de diseño:

#### E. Red de distribución

Según Montalvo <sup>26</sup>, es un conjunto de tuberías ensambladas unas de otra que hacen la función de trasladar el agua en todos los ramales de la población de donde proviene del reservorio por toda la línea de aducción, red de distribución y finalmente en las conexiones domiciliarias el uso puede ser vario del agua tanto como consumo también en algunos casos como contracción de encendidos.

##### a. Red ramificada o abierta

Según Montalvo <sup>26</sup>, son diversos ramales que apuntan en distintas direcciones esto se debe a las distintas ubicaciones que se encuentran las viviendas, en caso de ruptura de una de las tuberías puede dejar sin agua a una familia.

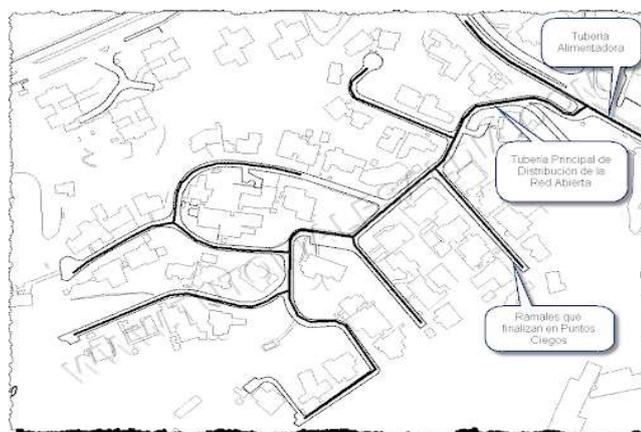


imagen 16 Red ramificada o abierta

#### b. Conexiones domiciliarias

Según Montalvo <sup>26</sup>, esta da desde la red de distribución donde conllevará a una matriz quien se encargará de regular agua que entrará a la respectiva vivienda a su vez agregada la batea.

#### 2.2.5. Condición sanitaria de la población

Como indico Sunass <sup>27</sup>, en el artículo 48 está estipulado que los componentes sanitarios de un sistema de abastecimiento de agua potable regida en por las autoridades y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de todo el país poniendo a cargo de la salud de la población a las autoridades regionales con el fin que rinden una condición sanitaria en las

instalaciones de agua potable tanto interna como externa, como la desinsectación de los componentes de cada uno de ellos todo lo estipulado en el artículo de carácter sanitario.

a) calidad del agua potable

Para la Comisión Nacional del Agua<sup>28</sup>, El agua que abastece a la población tiene que garantizar el cumplimiento de los requisitos y disposiciones dadas por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, La imagen 16, muestra que en las zonas rurales no se clora o no se cuenta con un sistema de cloración en el reservorio en un 94 % o se cuenta con una inadecuada dosificación de cloro, 4% y con agua segura de 2%.



Imagen 17 Calidad del agua potable según sectores

Fuente: Institutos de estudios peruanos

b) Continuidad del servicio

Se define a continuidad del servicio a la cantidad de horas que se cuenta con agua potable en las viviendas, esto depende de factores como la lluvia que sin ella los caudales bajan en épocas de estiaje y puede que no garantice el agua a todas las viviendas.



Imagen 18 Continuidad del servicio

Fuente: Internet agua

c) Cantidad de agua ofertada

Para determinar si el agua abastecerá a la población futura esta debe ser mayor o igual que el caudal máximo diario según la norma técnica de diseño, para esto es necesario aforar la fuente de agua potable en épocas de estiaje ya que es el caudal mínimo que va a tener la fuente, entonces se realiza la comparación entre el agua que oferta la fuente y la demanda diaria de la población.

d) Cobertura del sistema de agua potable

La cobertura del sistema de agua potable se da por el número de viviendas que cuentan con agua potable y las que no cuentan con agua potable, determinando así hasta donde cubre la demanda de la población el sistema de agua potable, puede darse

por diversos factores como crecimiento de la población  
disminución de caudales, etc.

Año móvil	Total	Camión - cisterna u otro similar	Pozo	Río, acequia, manantial o similar	Otro	
<b>Indicadores anuales</b>						
Ene 2016 - Dic 2016	28,8	0,7	a/	5,1	18,3	4,7
Feb 2016 - Ene 2017	28,6	0,8	a/	5,2	18,1	4,6
Mar 2016 - Feb 2017	28,2	0,8	a/	5,1	17,7	4,6
Abr 2016 - Mar 2017	28,0	0,7	a/	5,0	17,6	4,7
May 2016 - Abr 2017	27,6	0,8	a/	4,9	17,1	4,8
Jun 2016 - May 2017	27,7	0,7	a/	4,8	17,5	4,8
Jul 2016 - Jun 2017	27,6	1,0	a/	4,7	16,9	4,9
Ago 2016 - Jul 2017	27,6	1,0	a/	4,8	16,9	5,0
Sep 2016 - Ago 2017	27,6	1,0	a/	4,7	17,1	4,8
Oct 2016 - Sep 2017	27,8	1,0	a/	4,8	17,0	5,0
Nov 2016 - Oct 2017	28,1	1,0	a/	5,0	17,1	5,0
Dic 2016 - Nov 2017	28,2	1,0	a/	5,0	17,1	5,0
Ene 2017 - Dic 2017	27,8	1,0	a/	4,9	17,0	4,9
Feb 2017 - Ene 2018 P/	28,1	1,2	a/	5,1	16,9	5,0
<b>Diferencia con similar año anterior (puntos porcentuales)</b>						
Feb 2016 - Ene 2017/						
Feb 2017 - Ene 2018	-0,5	0,4	-0,1	-1,2	0,4	

**Imagen 19** Población rural sin acceso a agua por red pública, por tipos de abastecimiento Año móvil: Febrero 2017 - Enero 2018.

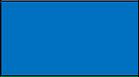
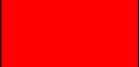
**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (2018).

#### 2.2.6. Evaluación

“Significa la acción de dar un juicio de valor para determinar sus características requeridas, en este sentido la evaluación se establece, en conjunto de criterios y normas”(29).

Para la evaluación del sistema de agua potable se utilizará el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRA) donde se utilizarán las siguientes cualificaciones.

Tabla 5 Referencia para los puntajes

Referencias para los puntajes					
Estado	Cualificación	Puntaje			Color
Bueno	Sostenible	3.51	-	4	
Regular	Medianamente sostenible	2.51		3.5	
Malo	No sostenible	1.51		2.5	
Muy malo	Colapsado	1		1.5	

Fuente: Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRA).

#### 2.2.7. Mejoramiento

“se refiere como la acción y resultado de mejorar o mejorarse, en hacer que una cosa puede perfeccionar o que sea mejor que otro, en acrecentar, incrementar o aumentar sus cualidades o funciones” (30).

### **2.3. Hipótesis**

No corresponde por ser investigación descriptiva.

### III. Metodología

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

##### Tipo de investigación

El tipo de investigación propuesta será el que corresponde a un estudio correlacional; ya que ofrece predicciones mediante la explicación de la relación entre variables y las cuantifica, a su vez si se realiza un cambio en una variable no influye en que la otra pueda variar.

##### Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la tesis será cuantitativo y de corte transversal.

Cuantitativo: Es la técnica descriptiva de recopilación de datos concretos, como cifras, brindando el respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación.

Transversal: Las variables son medidas en una sola ocasión; y por ello se realiza comparaciones, tratando a cada muestra como independientes.

#### 3.2. Diseño de la investigación

- Se emplea el siguiente esquema para trabajar las variables



Leyenda del diseño

**Mi:** caserío Shumpillan

**Xi:** Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el caserío Shumpillan

**Yi:** Condición sanitaria.

**Oi:** Resultados.

### 3.3. Población y muestra

Para el siguiente proyecto de investigación la población y la muestra es el diseño del sistema de Abastecimiento de agua potable.

3.4. Definición y operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
<b>EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Un Sistema de abastecimiento de agua potable se realiza para satisfacer la necesidad primaria que presenta la población, por ende, en todo momento se ve el beneficio de los pobladores, evitando así que los problemas de salud sigan empeorando.	Se realizará la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable desde la captación hasta el almacenamiento y las líneas de aducción y red de distribución de agua potable. Se logrará con la recolección de datos a través de fichas técnicas, encuestas y estudios.	Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable	Cámara de captación	- Tipo captación - Caudal máximo de la fuente. - Antigüedad. - Clase de tubería. - Cerco perimétrico - Cámara húmeda - Accesorios.	- Material de construcción. - Caudal máximo diario. - Tipo de tubería. - Diámetro de tubería. - Cámara seca.	Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal Nominal	Ordinal Intervalo Nominal Ordinal Nominal Nominal
					Línea de conducción	-Tipo de línea de conducción. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Nominal Nominal	Intervalo Nominal Nominal
					Reservorio de almacenamiento	-Tipo reservorio. -Material de construcción. -Accesorios. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería. -Cerco perimétrico.	- Forma de reservorio. - Antigüedad. - Volumen. - Clase de tubería. - Caseta de cloración - Caseta de válvulas	Nominal -Ordinal Nominal -Nominal Nominal Nominal	- Nominal - Intervalo - Ordinal - Nominal - Ordinal - Nominal
					Línea de aducción	-Tipo de línea de Aducción -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Nominal Nominal	Intervalo Nominal Nominal

	Red de distribución	-Tipo de red de distribución - presión de la tubería -Clase de tubería	-Diámetro de tubería -Antigüedad -tipo de tubería	Nominal -Nominal Nominal	Ordinal Nominal -Nominal
	Cámara de captación	- Tipo captación - Caudal máximo de la fuente. -Antigüedad. -Clase de tubería. - Cerco perimétrico - Cámara húmeda . - Accesorios.	- Material de construcción. -Caudal máximo diario. - Tipo de tubería. - Diámetro de tubería. - Cámara seca.	Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal Nominal	Ordinal Intervalo Nominal Ordinal Nominal Nominal
Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable	Línea de conducción	-Tipo de línea de conducción. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Nominal Nominal	Intervalo Nominal Nominal
	Reservorio de almacenamiento	-Tipo reservorio. -Material de construcción. -Accesorios. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería. -Cerco perimétrico.	- Forma de reservorio. - Antigüedad. - Volumen. - Clase de tubería. - Caseta de cloración - Caseta de válvulas	Nominal -Ordinal Nominal -Nominal Nominal Nominal	- Nominal - Intervalo - Ordinal - Nominal - Ordinal - Nominal
	Línea de aducción	-Tipo de línea de Aducción -Tipo de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería.	Nominal	Intervalo

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INCIDENCIA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN	DEPENDIENTE	El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa garantizar el acceso al agua y las instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.	Se realizará los estudios de la calidad del agua que abastece a los pobladores del caserío y se compara con los datos que se obtendrán de los estudios.		Red de distribución	-Diámetro de tubería.	Nominal
						- Válvulas.	Nominal
						-Tipo de red de distribución	Nominal
						-Diámetro de tubería	Nominal
						- presión de la tubería	Nominal
						-Antigüedad	Nominal
						-Clase de tubería	-Nominal
						- tipo de tubería	-Nominal
						- Viviendas conectadas a la red	- Intervalo
				Cobertura		- Dotación de agua potable	- Ordinal
						- Caudal mínimo	- Intervalo
				Cantidad		- Caudal en época de sequia	- Intervalo
						- Conexión domiciliaria	- Nominal
						- Piletas	- Intervalo
				Continuidad		Determinación del estado de la fuente	- Intervalo
						- Tiempo de trabajo de la fuente	- Intervalo
						- Colocan cloro	- Intervalo
						- Nivel de cloro residual	- Intervalo
				Calidad del agua		- Como es el agua consumida	- Nominal
						- Análisis, químico y bacteriológico del agua	- Intervalo
						- Supervisión del agua	- Nominal

Tabla 6 Definición y operalización de variable dependiente

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

#### **3.1.1. Técnica de recolección de datos**

##### **a) Encuestas**

Se realizó encuestas respecto a las condiciones de agua y condiciones excretas en la que se encuentra el caserío.

##### **b) Observación no experimental**

Se realizaron visitas a campo para tomar muestras de fuentes de agua para el análisis de laboratorio y se realizó el levantamiento topográfico para la evaluación y mejoramiento de nuestro sistema de agua potable.

#### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Se utilizó como instrumentos fichas técnicas de inspección, protocolos y cuestionarios para la evaluación de cada variable en el caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncashd

- Ficha técnica de campo
- Entrevistas a las autoridades locales
- Encuestas socioeconómicas a la población.
- Análisis documental.

##### **a) Materiales:**

- Cuaderno de campo
- Wincha
- Balde de 20 lt.
- Flexómetro

- Imágenes satelitales

**b) Equipos:**

- Cámara fotográfica
- GPS, estación total
- Cronometro
- Culer, reactivos y equipo de muestreo de agua

**c) Documentos:**

- Reporte de análisis de agua del laboratorio
- Padrón de habitantes
- Acta de constatación

**3.6. Plan de análisis.**

El análisis de resultados se sostuvo en la caracterización de las condiciones sanitarias actual de la población, con la encuesta socio económica.

Se evaluó el nivel de la necesidad del sistema de saneamiento básico, la cual es un elemento esencial para la vida, por lo que los pobladores están vulnerables a contraer diversos casos de enfermedades de origen hídrico.

Se realizó la recopilación de información, aforo de captación, topografía y demás criterios, cumpliendo los parámetros de diseño del sistema de saneamiento básico (Qmd, Qmh, Volumen de almacenamiento), en donde se trabajó in situ y en gabinete con la ayuda de software (Microsoft Office, AutoCAD Civil, Google Earth) que se elaboró de acuerdo a la resolución Ministerial N° 192 – 2018 .

### 3.7. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO SHUMPELLAN, DISTRITO DE PAROBAMBA, PROVINCIA DE POMABAMBA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
<p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población - 2020?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Elaborar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash.</p>	<p>Bases teóricas de la investigación } Evaluación Agua Calidad del agua: Demanda del agua Factores que afectan el consumo Demanda de dotaciones Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento: Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable Captación Línea de conducción Tipos de conducción: Reservorio Tipos de reservorio: Línea de aducción Tipos de aducción: Caudal: Red de distribución Tipos de redes de distribución Tomas domiciliarias condición sanitaria</p>	<p>La investigación es de tipo descriptivo correlacional El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque inicia con un proceso, que comienza con el análisis de los hechos, lo empírico, y en el proceso desarrolla una teoría que la afiance, su enfoque se basa en métodos de recolección y no manipula la investigación sobre la evaluación del sistema de agua potable en caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash, es no experimental. El universo y muestra de la investigación estuvo compuesta Por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash. Definición y Operacionalización de las Variables Técnicas e Instrumentos Plan de Análisis Matriz de consistencia Principios éticos.</p>	<p>Souza J. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del centro poblado Monte Alegre Irazola - Padre Abad - Ucayali [Tesis de título profesional]. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma; 2011.</p> <p>Cusquisbàn R. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito el Prado, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca [Tesis de título profesional].Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; 2013.</p>

Tabla 7 Matriz de consistencia

### **3.8. Principios éticos**

La investigación de mi autoría está basada en los principios que rigen la actividad investigadora dados en el código de ética de la Universidad católica los ángeles de Chimbote (29) específicamente en el principio de protección a las personas que indica el respeto por la dignidad del ser humano, la identidad y su diversidad, beneficencia y no maleficencia que exige que los beneficios sean maximizados en comparación a los efectos adversos, justicia para evitar malas prácticas por limitaciones personales además del trato equitativo a todos los participantes de la investigación, integridad científica para evitar conflictos que puedan afectar la investigación y, por último; consentimiento informado y expreso para garantizar la protección total de los datos del titular a usar para fines específicos.

## IV. Resultados

### 4.1. Resultados

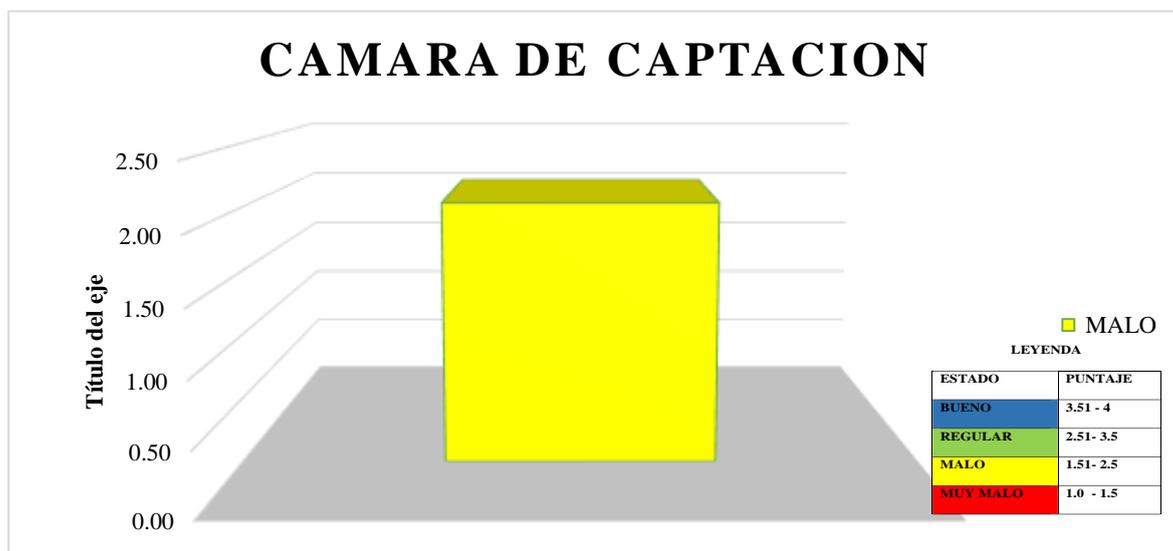
- a) **Dando respuesta al primer objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash.**

**Tabla 8 Evaluación de la captación**

CAPTACIÓN	
INDICADOR	EVALUACIÓN
Evaluación estructural	<ul style="list-style-type: none"><li>- La captación es del tipo artesanal por lo que no cuenta con criterios técnicos</li><li>- Cuenta con una cámara húmeda mas no con su caseta de válvulas</li><li>-la tapa de protección también es concreto armado simple no es apropiado ya que se encuentra en deterioro.</li><li>- No cuenta con cerco perímetro.</li><li>- Tipo de tubería para reboce y limpia es PVC de <math>\varnothing</math> 2”.</li></ul>
Evaluación hidráulica	<p>- su caudal de salida es de 1.52 L/s. Para abastecer a toda la población estos aforos se han realizado en la captación para saber su valor de entrada en tiempos de estiaje, lo cual el funcionamiento es regular.</p>
Evaluación operativa	<p>No realizan ningún tipo de mantenimiento en el punto de captación lo cual se encuentra con escombros, moho y está en un estado malo pero cumple su función de captar todo el caudal.</p>

Fuente: elaboración propia 2021

Gráfico 1 evaluación de la cámara de captación



#### **Interpretación:**

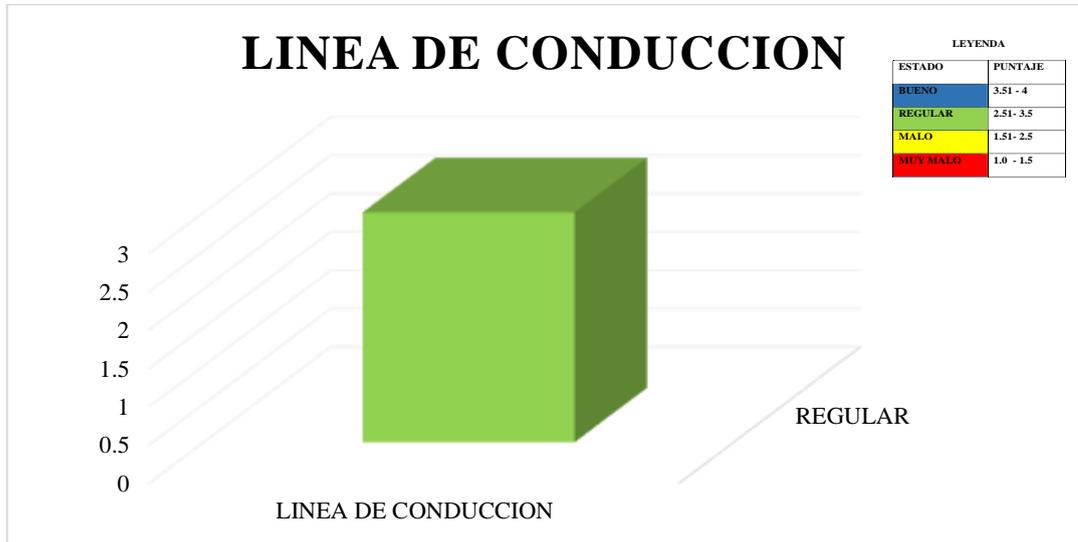
La cámara de captación obtuvo un puntaje de 2 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Malo” (1.51 – 2.50). Esto se debe a que la estructura es del tipo artesanal y no cuenta con cerco perimétrico lo cual causa que el componente no este asilado de su entorno, sus accesorios se encuentran en estado regular como se aprecia en el anexo 3.

Tabla 9 Evaluación de la línea de conducción

<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	
<b>INDICADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
Evaluación estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Está compuesto por tubería PVC <math>\varnothing = 1 \frac{1}{2}</math>" con una longitud de aproximación de 980 m.</li> <li>◆ Clase de tubería 7.5 soporta hasta 50 m.c.a.</li> <li>◆ Existen tuberías expuestas a la intemperie, no presenta fugas.</li> <li>◆ No presenta válvulas de purga, válvulas de aire, presenta una CRP tipo 6 en un estado regular.</li> </ul>
Evaluación hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ El caudal de la línea de conducción es de 0.5 L/s.</li> <li>◆ La línea de conducción está compuesta por tubería de <math>\varnothing = 1 \frac{1}{2}</math>"</li> </ul>
Evaluación operativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La línea de conducción presenta algunos tramos expuestos y parcialmente enterrada.</li> <li>● El sistema se encuentra operativo</li> </ul>
Imagen 01	

Fuente: elaboración propia 2021

Gráfico 2 Evaluación de la línea de conducción



**Interpretación:**

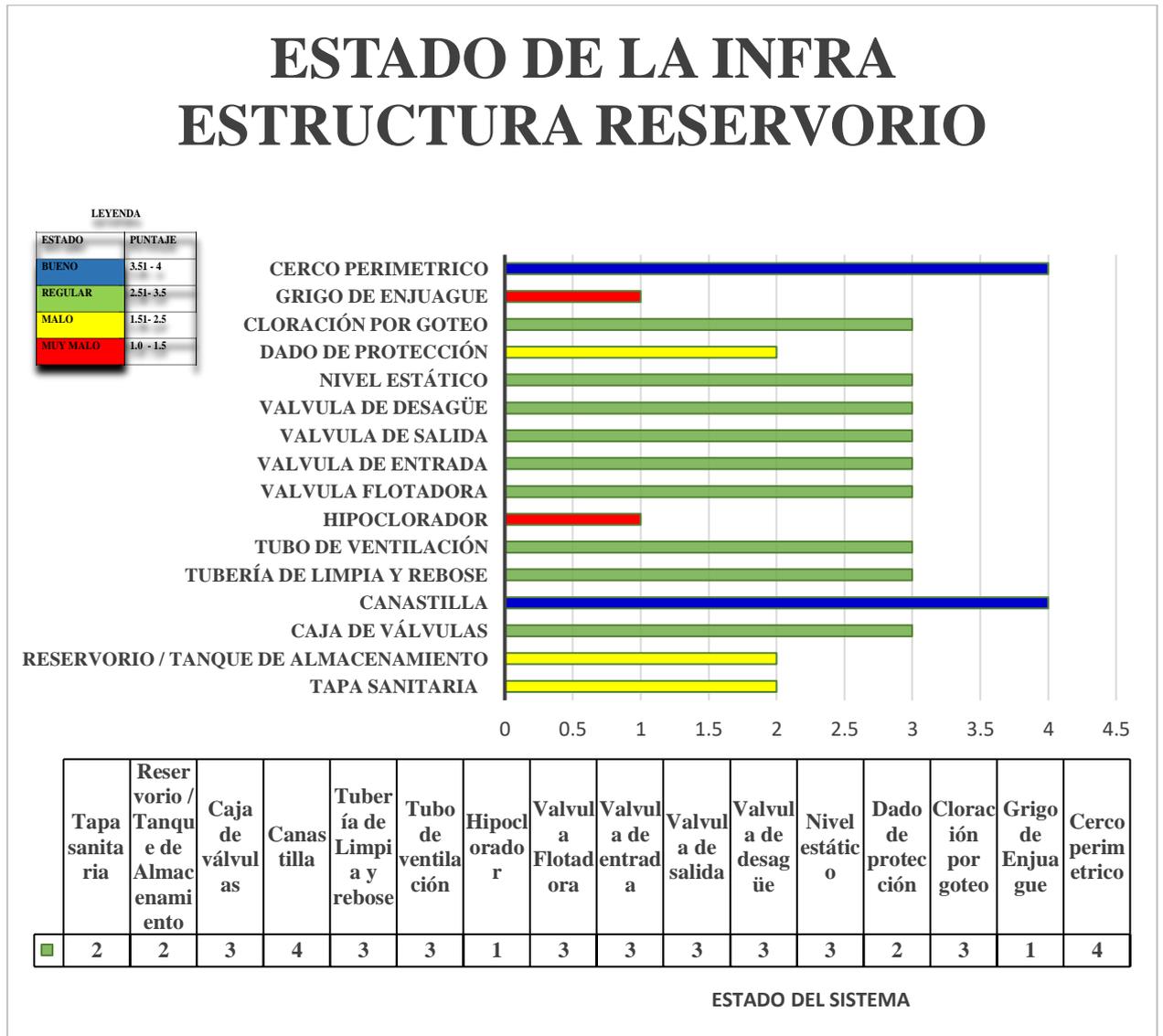
La línea de conducción obtuvo un puntaje de 3 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Regular” (2.51 – 3.50). Esto se debe a que la tubería se encuentra parcialmente enterrada, comprende una longitud de 980 ml en donde se tiene una cámara rompe presión tipo 6 en estado regular, como se aprecia en el anexo 3, es necesario realizar el modelamiento hidráulico de este componente para determinar las presiones y velocidades que se ejercen dentro de la tubería.

Tabla 10 Evaluación del reservorio

<b>RESERVORIO</b>	
<b>INDICADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
Evaluación estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El reservorio está ubicado en una ladera a pocos metros de la población</li> <li>• El reservorio cuenta con una capacidad de almacenamiento de 10 m<sup>3</sup>, las paredes del reservorio presenta eflorescencia, fisuras, pero la estructura se encuentra en buen estado</li> <li>• El tanque de almacenamiento presenta un tubo de ventilación de <math>\varnothing = 2 \frac{1}{2}''</math>, no cuenta con una escalera para ingresar al reservorio para hacer la limpieza.</li> <li>• La cámara húmeda tiene las siguientes dimensiones 2.41x2.46m y con 1.35m de altura, la tapa del reservorio es de acero.</li> <li>• La caseta de válvulas tiene las siguientes dimensiones 0.96x0.98x0.70 m, la tapa de caja de válvulas tiene las dimensiones de 0.60x0.60 de color celeste su pintura se encuentra deteriorado por lo tanto presenta oxidación y está en operativo.</li> <li>• cuenta con cerco perimétrico.</li> </ul>
Evaluación hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caudal máximo horario que llega al reservorio es de 0.5 L/s.</li> <li>• No Cuenta con el sistema de cloración</li> </ul>
Evaluación operativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema se encuentra operativo</li> </ul>
Imagen 02	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 estado del reservorio de almacenamiento de agua potable



**Interpretación:**

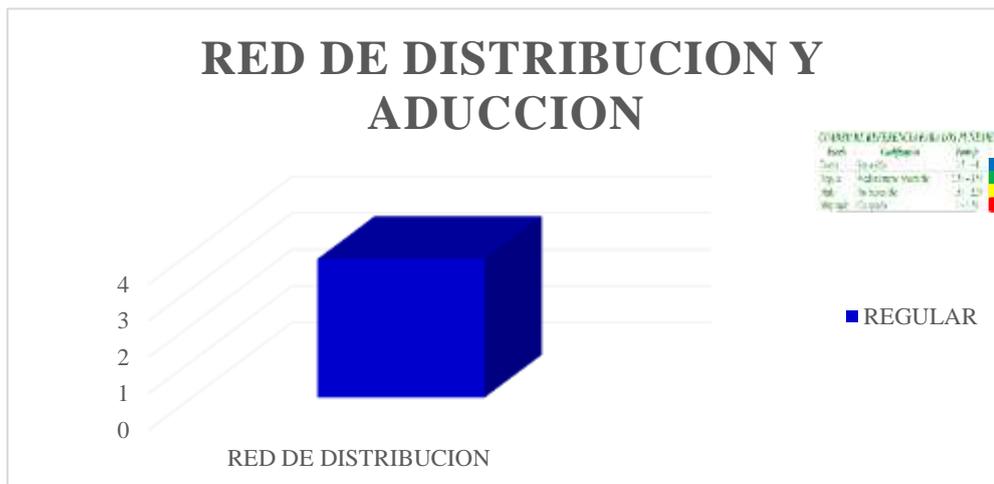
El reservorio de almacenamiento de agua potable del caserío Shupillan se encuentra en un estado regular sin embargo no cuenta con un sistema de hipercloración lo cual genera inseguridad al momento de consumir el agua y en su almacenamiento, sus accesorios se encontraron en estado regular y bueno, cuenta con un cerco perimétrico y tapas sanitarias en buen estado.

Tabla 11 Evaluación de la línea de aducción y red de distribución

RED DE DISTRIBUCIÓN	
INDICADOR	EVALUACIÓN
<b>Evaluación estructural</b>	- los domicilios cuentan con una red domiciliaria de tuberías de ½”, el cual consta con una caja de pase desde la red principal a hacia el domicilio - consta con una llave de pase de ½” modelo concisa - la caja donde está ubicado el llave de paso está elaborado conocimientos propios del usuario y esta echo con un material ladrillos artesanales que no cuentan con tapas de protección al llave de paso.
<b>Evaluación hidráulica</b>	Se necesita un modelamiento hidráulico para determinar las presiones y velocidades de la red.
<b>Evaluación operativa</b>	El sistema se encuentra operativo

Fuente: elaboración propia 2021

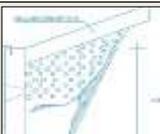
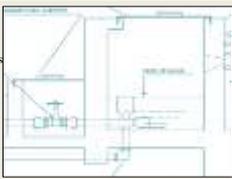
Gráfico 4 evaluación de la red de distribución y aducción



**Interpretación:** La línea de aducción y red de distribución obtuvieron un puntaje de 3.8 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Bueno” (3.51 – 4.00). Esto se debe a que la tubería se encuentra enterrada en su totalidad, como se aprecia en el anexo 3.

b) Dando respuesta al segundo objetivo de la investigación de realizar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash.

Tabla 12 Mejoramiento de la cámara de captación

<b>DISEÑO HIDRAULICO DE LA CAMARA DE CAPTACION EN LADERA CONCENTRADO</b>			
<b>1.- DATOS DE DISEÑO</b>			
Caudal máximo diario		Qmd =	0.500 lps
Diámetro de tubería de alimentación Línea de Conducción		Dlc =	1 1/2 pulg
El caudal de diseño es el caudal máximo diario.		QD =	0.500 lps
<b>2.- CALCULO DE LA DISTANCIA ENTRE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO Y LA CAMARA HUMEDA</b>			
La Altura del Afloramiento al Orificio de Entrada debe ser de 0.40 a 0.50 mts.		Asumiremos :	h = 0.40 mts
La Velocidad de Pase en el Orificio debe ser: $V < 0.60$ m/seg.		$V = (2gh / 1.56)^{1/2}$	V = 2.24 m/seg
Como la Velocidad de Pase es mayor de 0.60 m/seg.		Asumiremos :	V = 0.50 m/seg
Pérdida de Carga en el Orificio (ho)		$h_o = 1.56 V^2 / 2g$	ho = 0.02 mts
Pérdida de Carga entre el afloramiento y el Orificio de entrada (Hf)		$Hf = h - h_o$	Hf = 0.38 mts
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)		$L = Hf / 0.30$	L = 1.27 mts
<b>3.- CALCULO DEL ANCHO DE LA PANTALLA</b>			
Se recomienda que el Diámetro de la tubería de entrada no sea mayor de 2". (D)		$D_c = (4 Q / \sqrt{C_d V})^{1/2}$	Dc = 1.571 pulg
Como el diámetro del orificio de entrada es menor de 2 pulg,		Asumiremos :	Da = 2 pulg
El número de Orificios esta en función del diámetro calculado y el diámetro asumido		$NA = (D_c^2 / D_a^2) + 1$	NA = 2 unid
El ancho de la pantalla está en función del diámetro asumido y el N° de orificios		$b = 2(6D) + NA D + 3D(NA-1)$	b = 0.90 mts
La separación entre ejes de orificios está dado por la fórmula		$a = 3D + D$	a = 0.203 mts
La distancia de la pared al primer orificio está dado por la fórmula		$a_1 = (b - a * (NA-1))/2$	a1 = 0.348 mts
<b>4.- CALCULO DE LA ALTURA DE LA CAMARA HUMEDA</b>			
Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas (mín. = 10 cms.)		Asumiremos :	A = 0.15 mts
Mitad del diámetro de la canastilla de salida		Asumiremos :	B = 2 pulg
Desnivel entre el ingreso del agua y el nivel de agua de la cámara húmeda (mín.= 3 cms.)		Asumiremos :	D = 0.05 mts
Borde libre (de 10 a 30 cms.)		Asumiremos :	E = 0.30 mts
La altura de agua sobre el eje de la canastilla está dada por la fórmula		$H = (1.56 Q_{md}^2 / 2g A^2)$	H = 0.00 mts
Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de 30 cms.		Asumiremos :	Ha = 0.30 mts
La altura de la cámara húmeda calculada esta dada por la fórmula		$H_t = A + B + D + H_a$	Ht = 0.85 mts
Para efectos de diseño se asume la siguiente altura		Asumiremos :	Ht = 1.00 mts
<b>5.- CALCULO DE LA CANASTILLA</b>			
El diámetro de la canastilla está dada por la fórmula		$D_{ca} = 2 * B$	Dca = 2 pulg
Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3B y menor 6B		$L = 3 * B$	L = 0.15 mts
		$L = 6 * B$	L = 0.30 mts
Ancho de ranura		Asumiremos :	L = 0.20 mts
Largo de ranura		Asumiremos :	Ar = 0.005 mts
Area de ranuras		$A_{rr} = A_r * L_r$	Lr = 0.007 mts
Area total de ranuras		$A_g = 0.5 * D_g * L$	Arr = 3.50E-05 m2
El valor del Area total no debe ser mayor al 50% del área lateral de la canastilla		$N^{\circ}r = A_{tr} / A_{rr}$	Atr = 4.05E-03 m2
Número de ranuras de la canastilla			Ag = 0.01 m2
			N°r = 116 unid
<b>6.- CALCULO DE REBOSE Y LIMPIEZA</b>			
El diámetro de la tubería de rebose se calculará mediante la expresión		$D_r = 0.71 * Q^{0.38} / h_f^{0.21}$	Dr = 1.32 pulg
Se usará tubería de PVC de 2 y cono de rebose de 2 x 4 pulg		Dasum. = 2 pulg	N°tr = 1 unid

**Interpretación:** se realizó el diseño hidráulico de la cámara de captación obteniendo sus dimensiones de la cámara húmeda de 1m de altura x 0.9 m ancho la tubería de salida es de 2" y hay dos orificios de salida, se considera una tubería de rebose de 3" el número de ranuras de la canastilla de salida es 116.

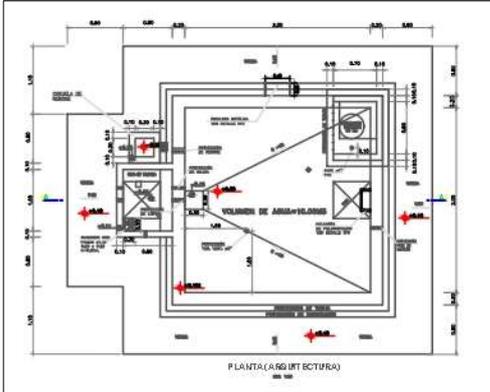
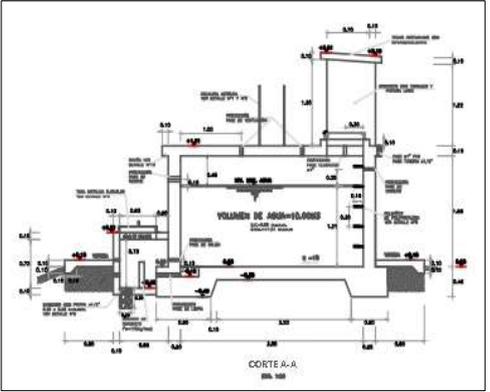
Tabla 13 modelamiento hidráulico de la línea de conducción

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION												
DATOS DE CALCULO												
CAUDAL MAXIMO DIARIO: .50 Lit./Seg. COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:												
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	$H_f$ ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m <sup>3</sup> /Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
CAPTACION	00 Km + 000.00 m	3,506.00	0.00		0.001						3,506.000	0.000
CAPTACION - CAMARA ROMPE PRESION 1 TP 6	00 Km + 520.00 m	3,456.00	520.00	0.096	0.001	21.745	38	1.346 m/Seg.	3.298	3.298	3,502.702	46.7
(1- CRP TP 6)- RESERVORIO	00 Km + 980.00 m	3,419.00	460.00	0.080	0.001	22.557	25	1.251 m/Seg.	22.422	25.720	3,476.982	58

**Interpretación:**

El modelamiento hidráulico de la línea de conducción se realizó con un caudal máximo diario de 0.5 lt/seg por el criterio de estandarización de diseño dado por la norma técnica de opciones tecnológicas en el ámbito rural, la línea de conducción comprende una longitud total de 980 metros con dos tramos debido a la presión estática que genera la cámara rompe presión ubicada en el km = 0+520 las velocidades que se ejercen dentro de la tubería están dentro del rango establecido por la normativa vigente, la presión máxima es de 58 m.c.a. lo cual está dentro del rango para una tubería de clase 10.

Tabla 14 pre dimensionamiento hidráulico del reservorio de almacenamiento

RESERVORIO			
CUADRO 08: DATOS PARA EL CALCULO DEL RESERVORIO			
Población futura	218	Habitantes	
Dotación	60	Lt/hab/día	
Qmd	0.50	Lt/seg.	
Tabla n 11: Calculo del reservorio			
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$V_{reg} = 25\% \left( \frac{pf * Dot}{1000} \right) * 1 \text{ día}$	$V_{reg} = 0.25 \left( \frac{218 * 60}{1000} \right) * 1$	3.27	m <sup>3</sup>
según el reglamento se considera el 25%			
$V_r = 7\% * Q_{md}$	$V_r = 0.07 \left( \frac{0.27}{1000} \right) * 86400$	3.0	m <sup>3</sup>
según sedapal se considera el 7 %			
SEGÚN MINSA NO SE CONSIDERA EL V <sub>r</sub> EN POBLACIONES RURALES			
$V_R = V_{reg} + V_r + V_i$	$V_r = 4.44 + 2.72 + 0$	6.3	m <sup>3</sup>
Se considera			
		10.0	
$TII = \left( \frac{V_r}{Q_{md}} \right)$	$TII = \left( \frac{1.8 * 1000}{0.29} \right)$	6048.0	seg
se convierte a horas			
se considera			
		2	horas
		3	horas
 <p style="text-align: center;">PLANTA (A.66) (RECTIFURA)</p>		 <p style="text-align: center;">CORTE A-A</p>	
Tabla N 12: Dimensionamiento del reservorio			
Se considera una H > 2.50m y < 8.00 m			
asumimos un H de		2.5	m
Formula	despejando formula		
$V_R = A * H$			
	$A = \frac{V_R}{H}$		
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$A = \frac{V_R}{H}$	$A = \frac{10}{2.80}$	4	m <sup>2</sup>
se considera un area de		5	m <sup>2</sup>
Donde: V <sub>R</sub> = Volumen de Reservorio 10 m <sup>3</sup> A= Área rectangular del reservorio H= Altura de agua 2.8 m			
LARGO Y ANCHO DEL RESERVORIO			
LARGO	2.5		m
ANCHO	2.5		m

**Interpretación:** el reservorio de almacenamiento se diseñó con el 25% del consumo diario anual de la población del caserío Shumpillan por ello se calcula un volumen de acuerdo a la demanda requerida por la población en un periodo de 20 años.

Tabla 15 resultados del estudio de agua de la fuente del caserío Shumpillan

PARÁMETROS DE CONTROL	RESULTADOS	L.M.P. (D.D. N° 031-2010-SA)
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>		
Coliformes Totales, UFC/100m.	1	0
Coliformes Fecales, UFC/100m.	0	0
Bacterias Heterotróficas, UFC/100m.		500
<b>ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICOS</b>		
Cloro Residual libre, mg/L	0.75	>=0.50
Turbidez, UNT	0.82	5
pH	7.20	6.5 a 8.5
Temperatura, C°	20.41	
Color Aparente, UC	0	0
Color, UCV escala Pt-Co	0	15
Conductividad, us/cm	473	0
Sólidos Disueltos Totales, mg/L	419	1,000
Salinidad, %/100	0.40	-
Alcalinidad Total, mg/L	166	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína, mg/L	0	-
Dureza Total, mg/L	261	500
Dureza Cálcica Total, mg/L	270	-
Dureza Magnésiana, mg/L	83	-
Cloruro, mg/L	152	250
Sulfatos, mg/L	162.20	250
Hierro, mg/L	0.003	0.3
Manganeso, mg/L	0.041	0.4
Aluminio, mg/L	0.025	0.2
Cobre, mg/L	0.0041	2
Nitratos, mg/L	7.98	50

### Interpretación:

Los resultados obtenidos del estudio del agua se realizaron en la entidad de sedapal lo cual obtuvimos como resultados la cantidad de microorganismos y sustancias físicas y químicas y se compararon con los límites máximos permitidos para que esta sea potable, el biólogo reporte que el agua debería ser clorada para eliminar toda sustancia o microorganismo que pueda perjudicar a los moradores al momento de consumirla por ello se implementa en la tabla 16 el cálculo de la dosificación de cloro para el reservorio de agua potable.

Tabla 16 cálculo del sistema de cloración por goteo

CALCULO DEL SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO													
Dosis adoptada: 2 mg/Lt de hipoclorito de calcio													
Porcentaje de cloro activo: 65%													
Concentracion de la solucion= 0.25%													
Equivalencia 1 got = 0.00005 lt													
V reservorio (m3)	Qmd Caudal maximo diario (lps)	Qmd Caudal maximo diario (m3/h)	Dosis (gr/m3)	P peso de cloro (gr/h)	r Porcentaje de cloro activo (%)	Pc Peso producto comercial (gr/h)	Pc Peso producto comercial (Kgr/h)	C concentracion de la solucion(%)	qs Demanda de la solucion (l/h)	Tiempo de uso del recipiente (h)	Vs volumen solucion (Lt.)	Volumen Bidon adoptado Lt.	qs Demanda de la solucion (gotas/s)
10	0.60	2.17	2.00	4.33	65.00	6.67	0.01	0.25	2.67	12	32.00	60	15
<b>CALCULO DEL CAUDAL DE GOTEO CONSTANTE</b>													
<p> <math>Q_{goteo} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0.5}</math>                      Donde:  <math>Q_{goteo}</math> = Caudal que ingresa por el orificio  <math>C_d</math> = Coeficiente de descarga (0.6) = 0.8 unidimensional  <math>A</math> = Area del orificio (<math>\varnothing</math> 2.0 mm) = <math>3.1416E-06 \text{ m}^2</math>  <math>g</math> = Aceleracion de la gravedad = <math>9.81 \text{ m/s}^2</math>  <math>h</math> = Profundidad del orificio = 0.2 m    <math>Q_{goteo} = 4.97858E-06 \text{ m}^3/\text{s}</math>  <math>Q_{goteo} = 0.0050 \text{ lt/s}</math>                      una gota = 0.00005 lt  <math>Q_{goteo} = 99.57157351 \text{ gotas/s}</math> </p>													

**Interpretación:**

La dosis adoptada es de 2 mg/Lt de hipoclorito de calcio, se implementa este sistema de cloración por goteo haciendo referencia que una gota equivale a 0.00005 lt, será necesario un volumen de almacenamiento de 60 lt, en donde se implementará 99.57 gotas/segundos dentro de los 10 m3.

Tabla 17 modelamiento hidráulico de la red de distribución

<b><u>CALCULO DE DIAMETRO PARA REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE</u></b>																
RED DE DISTRIBUCION									DIAMETRO		Q <sub>mh</sub> (Lt/s.)	0.300	Q <sub>unit.</sub> (Lt/s./Pp.)	0.00165		
N°	NUDOS	Cota Dinamico	LONG. (Mt.)	LONG. (KM)	LONG. REAL (Mt.)	N° PP	CAUDAL (L.P.S.)	PENDIENTES (M/KM.)	D CALC. (")	D ASUM. (")	VELOCIDAD FLUJO	H <sub>f</sub>	H Piezom. Llegada.	H Piezom. Salida.	Presion Llegada	Presion Salida
RESERV.	R	3419.00												3420.25		1.25
1	R - A	3407.0	41.0	0.0	0.0	12.0	0.0	292.5	0.2	0.8	0.7	0.0	3420.2	3420.2	13.2	13.2
2	A - B	3395.0	381.0	0.4	0.4	13.0	0.0	31.5	0.3	0.8	0.7	0.2	3420.0	3420.0	25.0	25.0
3	A - C	3383.0	159.0	0.2	0.2	11.0	0.0	75.5	0.3	0.5	0.7	0.5	3419.5	3419.5	36.5	36.5
4	C-D	3371.0	104.3	0.1	0.1	8.0	0.0	115.1	0.2	0.8	0.6	0.0	3419.5	3419.5	48.5	48.5
5	D-E	3359.0	160.1	0.2	0.2	11.0	0.0	74.9	0.3	0.8	0.7	0.1	3419.4	3419.4	37.5	37.5
6	D-F	3347.0	222.2	0.2	0.2	7.0	0.0	54.0	0.2	0.8	0.6	0.0	3419.3	3419.3	49.5	72.3
7	C-G	3335.0	69.5	0.1	0.1	13.0	0.0	172.8	0.2	0.8	0.7	0.0	3419.3	3419.3	38.5	38.5
8	G-H	3323.0	194.3	0.2	0.2	6.0	0.0	61.8	0.2	0.8	0.6	0.0	3419.3	3419.3	50.5	50.5
9	G-I	3311.0	95.7	0.1	0.1	10.0	0.0	125.5	0.2	0.8	0.7	0.0	3419.2	3419.2	39.5	39.5
10	I-J	3299.0	106.2	0.1	0.1	14.0	0.0	113.0	0.3	0.5	0.8	0.5	3418.7	3418.7	51.5	51.5
11	I-K	3287.0	551.7	0.6	0.6	8.0	0.0	21.8	0.3	0.8	0.6	0.1	3418.6	3418.6	40.5	40.5
12	K-L	3275.0	298.6	0.3	0.3	10.0	0.0	40.2	0.3	0.5	0.7	0.8	3417.8	3417.8	52.5	52.5
13	K-M	3263.0	435.4	0.4	0.4	9.0	0.0	27.6	0.3	0.8	0.7	0.1	3417.6	3417.6	41.5	41.5
14	M-N	3251.0	69.5	0.1	0.1	11.0	0.0	172.7	0.2	0.5	0.7	0.2	3417.4	3417.4	53.5	53.5
15	M-O	3239.0	120.2	0.1	0.1	10.0	0.0	99.8	0.2	0.8	0.7	0.0	3417.3	3417.3	42.5	42.5
16	O-P	3227.0	330.2	0.3	0.3	12.0	0.0	36.3	0.3	0.8	0.7	0.2	3417.2	3417.2	54.5	54.5
17	O-Q	3215.0	316.0	0.3	0.3	9.0	0.0	38.0	0.3	0.5	0.7	0.7	3416.5	3416.5	43.5	43.5
18	Q-R	3203.0	208.0	0.2	0.2	5.0	0.0	57.7	0.2	0.5	0.7	0.2	3416.3	3416.3	55.5	55.5
19	Q-S	3191.0	81.6	0.1	0.1	3.0	0.0	147.1	0.1	0.5	0.6	0.0	3416.3	3416.3	44.5	44.5
<b>LONG. TOTAL EN METROS</b>			<b>3,944.362</b>	<b>3,654.802</b>	<b>3,664.056</b>	182										

interpretación: la red de distribución emplea una longitud total de 3944 m es una red abierta que está comprendida de 19 nodos que tienen velocidades y presiones dentro de los parámetros de la normativa vigente, los diámetros son de 1" y de ¾ la tubería empleada para las conexiones domiciliarias de 1/2".

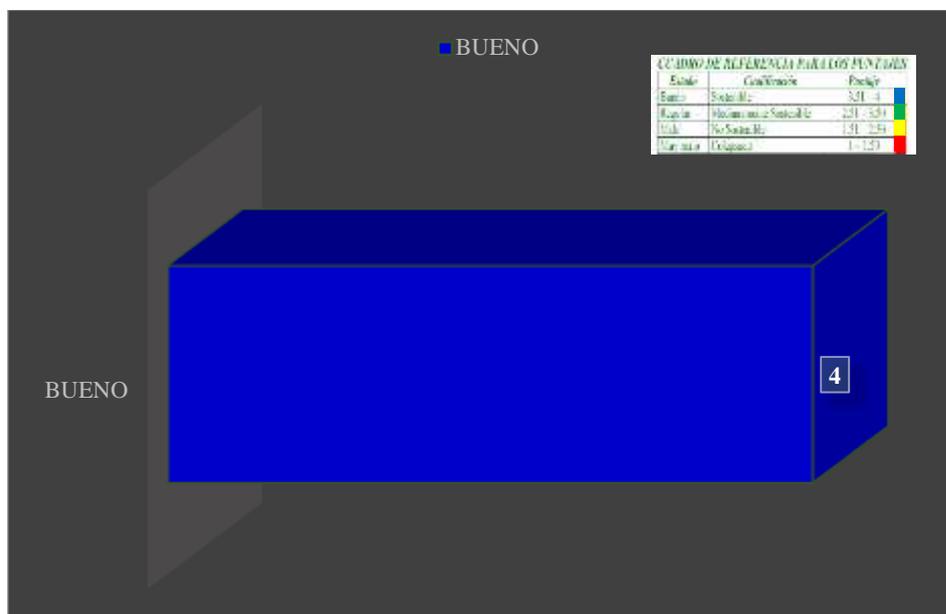
- c) **Dando respuesta al tercer objetivo de determinar la incidencia en la condición sanitaria de la población Shumpillan, distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Áncash.**

Gráfico 5 Evaluación de la cobertura del servicio



Interpretación: la cobertura del servicio del sistema de abastecimiento de agua potable obtuvo un puntaje de 4 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Bueno” (3.51 – 4) y debido a que el caudal mínimo que oferta la fuente puede cubrir la demanda futura de la población del caserío Shumpillan.

Gráfico 6 Evaluación de la cantidad de agua



Interpretación:

Se obtiene un puntaje de 4 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Buena” (3.51 – 4). Debido a que la cantidad de agua que oferta la fuente es mayor a la demanda de agua que tienen los pobladores del caserío.

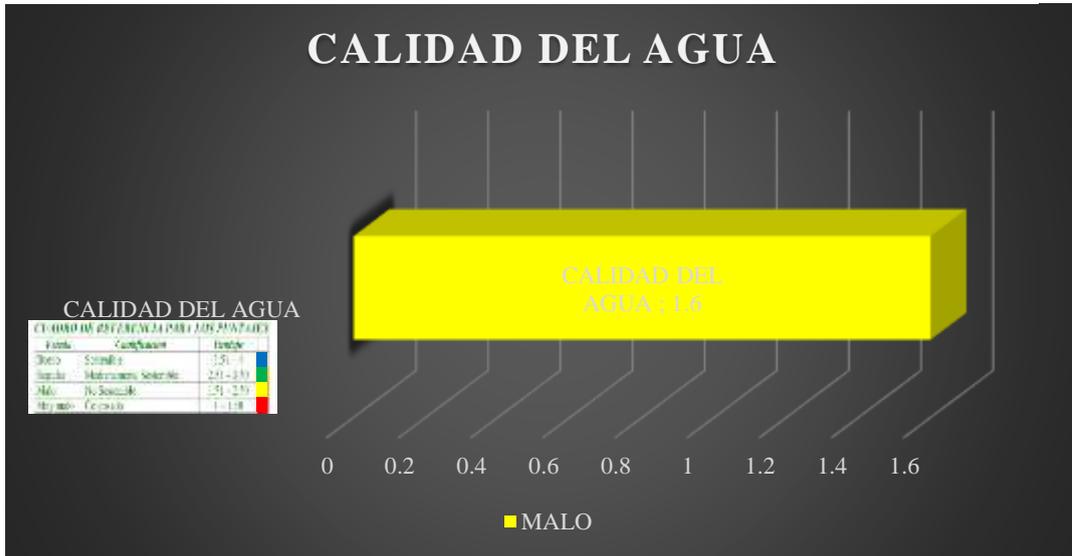
Gráfico 7 Evaluación de la continuidad del servicio



**Interpretación:**

La continuidad del servicio obtuvo un puntaje de 4 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Bueno” (3.51 – 4). Esto se debe a que el caudal que oferta la fuente si abastece a la población y cuenta con agua las 24 horas del día.

Gráfico 8 Evaluación de la calidad del agua



**Interpretación:**

La calidad del agua potable que ofrece la fuente del caserío Shumpillan obtuvo un puntaje de 1.6 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Malo” (1.51 – 2.50). esto se debe a que no se ha realizado estudios al agua potable que consumen en los últimos años, así mismo se aprecia en el reservorio no cloran el agua por ello para levantar esta condición se implementara una dosificación para clorar el agua en el reservorio de almacenamiento de agua potable.

## 4.2. Análisis de resultados

### ➤ Cobertura

Organización Mundial de la salud <sup>12</sup>, La cobertura del sistema de agua potable se da por el número de viviendas que cuentan con agua potable y las que no cuentan con agua potable, determinando así hasta donde cubre la demanda de la población el sistema de agua potable, puede darse por diversos factores como crecimiento de la población disminución de caudales, etc. En comparación a este proyecto la cobertura del servicio del sistema de abastecimiento de agua potable obtuvo un puntaje de 4 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Bueno” (3.51 – 4) y debido a que el caudal mínimo que oferta la fuente puede cubrir la demanda futura de la población del caserío Shumpillan.

### ➤ Cantidad

Para la norma técnica de diseño <sup>15</sup>, es necesario que las fuentes cubran las demandas futuras de la población para que puedan abastecer con normalidad a todos los moradores en este proyecto la cantidad de agua que oferta la fuente es mayor a la demanda de agua que tienen los pobladores del caserío shumpillan por ello esta condición obtuvo un puntaje de 4 calificando su estado como bueno.

### ➤ Continuidad

La continuidad del servicio obtuvo un puntaje de 4 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Bueno” (3.51 – 4). Esto se debe a que el

caudal que oferta la fuente si abastece a la población y cuenta con agua las 24 horas del día.

➤ **Calidad**

Para la Comisión Nacional del Agua <sup>28</sup>, El agua que abastece a la población tiene que garantizar el cumplimiento de los requisitos y disposiciones dadas por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, en comparación a este proyecto la calidad del agua potable que ofrece la fuente del caserío Shumpillan obtuvo un puntaje de 1.6 en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Malo” (1.51 – 2.50). esto se debe a que no se ha realizado estudios al agua potable que consumen en los últimos años, así mismo se aprecia en el reservorio no cloran el agua por ello para levantar esta condición se implementara una dosificación para clorar el agua en el reservorio de almacenamiento de agua potable, la dosis adoptada es de 2 mg/lit de hipoclorito de calcio, se implementa este sistema de cloración por goteo haciendo referencia que una gota equivale a 0.00005 lit, será necesario un volumen de almacenamiento de 60 lit, en donde se implementará 99.57 gotas/segundos dentro de los 10 m3.

➤ **Sistema de agua potable**

a) Cámara de captación

En la tesis de Huaranca<sup>4</sup>, titulada “Evaluación y mejoramiento del Sistema de Saneamiento Básico en la localidad de Pichiurara, Distrito de Luricocha, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población”.

Obtuvo como resultado que implemento su camara de capatacion apoyandoce de otra fuente para que pueda cubrir la demanda de la poblacion por ello implemento un manantial de fondo caso contrario a este proyecto ya que se realizo el diseo hidraulico de la camara de captacion en ladera concentrado obteniendo sus dimensiones de la camara humeda de 1m de altura x 0.9 m ancho la tuberia de salida es de 2" y hay dos orificios de salida, se considera una tuberia de rebose de 3" el numero de ranuras de la canastilla de salida es 116.

b) Línea de conducción

Alvarado<sup>3</sup>, en su tesis, "Estudios y diseños del Sistema de Agua Potable del Barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá" obtuvo como resultados una tubería de conducción por bombeo en donde implemento a causa de la topografía plana, caso contrario a este proyecto ya que el modelamiento hidraulico de la línea de conducción se realizo con un caudal máximo diario de 0.5 lt/seg por el criterio de estandarización de diseño dado por la norma técnica de opciones tecnológicas en el ámbito rural, la línea de conducción comprende una longitud total de 980 metros con dos tramos debido a la presión estática que genera la cámara rompe presión ubicada en el km = 0+520 las velocidades que se ejercen dentro de la tubería están dentro del rango establecido por la normativa vigente, la presión máxima es de 58 m.c.a. lo cual está dentro del rango para una tubería de clase 10.

c) Reservorio de almacenamiento

Los reservorios de almacenamiento tendrán la capacidad de almacenar agua para cubrir la demanda todo el periodo de diseño del sistema” (17). En comparación a este proyecto se tiene que el volumen del reservorio de almacenamiento se diseñó con el 25% del consumo diario anual de la población del caserío Shumpillan por ello se calcula un volumen de acuerdo a la demanda requerida por la población en un periodo de 20 años.

d) Red de distribución

la red de distribución emplea una longitud total de 3944 ml es una red abierta que está comprendida de 19 nodos que tienen velocidades y presiones dentro de los parámetros de la normativa vigente, los diámetros son de 1” y de  $\frac{3}{4}$  la tubería empleada para las conexiones domiciliarias de  $\frac{1}{2}$ ”.

## V. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

1. La evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan nos permito conocer el estado en que se encuentra cada componente donde la cámara de captación se encontró en un estado malo la estructura es del tipo artesanal sin embargo cumple su función de captar el agua, la línea de conducción tiene una longitud total de 980 ml se encuentra parcialmente enterrada tiene una cámara rompe presión en estado regular, el reservorio de almacenamiento no cuenta con un hiperclorador y presenta algunas fisuras en sus paredes, la línea de aducción y red de distribución se encontraron enterradas en su totalidad por ello se encuentran en un estado bueno.
2. El mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Shumpillan permitirá que los moradores cuenten con un suministro fluido y eficiente el mejoramiento empieza con el diseño de una cámara de captación en ladera concentrado que con criterios de la norma técnica vigente para poblaciones rurales se empleó la estandarización de diseño con un caudal de 0.5 lt/seg, se realizó un modelamiento hidráulico de la línea de conducción donde se tuvo dos tramos y se comprobó que las presiones y velocidades sean adecuadas para la clase de tubería empleada, se realizó para el Reservorio una dosificación de cloro por goteo teniendo un volumen de solución de 60 litros lo cual se empleará para que la población consuma agua segura, para la aducción y red de distribución se

calcularon las presiones y velocidades existentes en los nodos que abastecen la red abierta.

3. Se llegó a la conclusión que la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua incidirá de manera positiva en la condición sanitaria de la población del caserío Shumpillan ya que se mejorara las deficiencias encontradas en los componentes así también se determinará la dosificación de cloro para que el agua sea apta en su totalidad para el consumo de los moradores.

## **5.2. Recomendaciones**

- 5.2.1. Construir una captación ya que el sistema de agua potable no cuenta con ello y para su elaboración tomar en cuenta los siguientes estudios técnicos: mecánica de suelos, topografía, viabilidad del proyecto, presupuesto de obra, etc.
- 5.2.2. Para las líneas de conducción realizar nuevos levantamientos topográficos para reubicar las tuberías que se encuentran en la intemperie.
- 5.2.3. En el reservorio resanar las fisuras que presenta las partes externas de las paredes y la losa de concreto de techo que son leves, utilizar: masillas, sellos acrílicos, en cuanto a las tapasa sanitarias del reservorio y las válvulas dar un adecuado mantenimiento para evitar la oxidación.
- 5.2.4. En las redes de distribución dar un adecuado mantenimiento a las tapas metálicas de las cajas de llaves y válvulas.

## Referencias Bibliográficas

- 1) García Eduardo T. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Fondo Perú-Alemania [Internet]. 2009;73. Disponible en:  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GARCIA\\_2009.Manual\\_de\\_proyectos\\_de\\_agua\\_potable\\_en\\_poblaciones\\_rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA_2009.Manual_de_proyectos_de_agua_potable_en_poblaciones_rurales.pdf)
- 2) Batres J, Flores D, Quintanilla A. 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. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil. El Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura [Internet]; 2010. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
[http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2051/1/Redise%C3%B1o\\_del\\_sistema\\_de\\_aguas\\_lluvias\\_par\\_el\\_municipio\\_de\\_\\_San\\_Luis\\_del\\_Carmen,.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2051/1/Redise%C3%B1o_del_sistema_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de__San_Luis_del_Carmen,.pdf)
- 3) Alvarado P. Estudios y Diseños del sistema de Agua Potable del Barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Titulación de Ingeniería Civil. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingeniería [Internet]; 2013. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>
- 4) Huaranca E. Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Saneamiento Básico en la Localidad de Pichiurara, distrito de Luricocha, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Ayacucho: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de

Ingeniería [Internet]; 2019, [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10622>

- 5) Pasapera K. Diseño Hidráulico del Sistema de Agua Potable del caserío de ranchería Ex Cooperativa Carlos Mariátegui Distrito De Lambayeque, Provincia De Lambayeque – Lambayeque. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Piura: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería [Internet]; 2018. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10640>
- 6) Berrocal C. Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Saneamiento Básico en la comunidad de Palcas, distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Huancavelica: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería [Internet]; 2019. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10712>
- 7) Revilla L. Sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano Los Conquistadores, Nuevo Chimbote. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Civil. Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería [Internet]; 2017. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10232?show=full>
- 8) Flores V. Propuesta de Diseño del Sistema de Agua Potable y alcantarillado del Asentamiento Humano Los Constructores Distrito Nuevo Chimbote-

2017. Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Nuevo  
Chimbote: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería [Internet];  
2017. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12195>
- 9) Carrión L. CB. “Procedimiento De Diseño Estructural De Un Reservorio  
Circular Apoyado De Concreto Armado Cumpliendo Los Parametros De La  
Propuesta De Norma E030 2014 Para La Zona De Cajamarquilla” [Internet].  
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA;  
2015. Disponible en:  
[http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2182/carrion\\_lvd-  
corpus\\_be.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2182/carrion_lvd-<br/>corpus_be.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 10) ROJAS OSORIO LF. Universidad nacional Daniel Alcides Carrión facultad  
de ingeniería de ingeniería de minas [Internet]. UNIVERSIDAD  
NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE  
INGENIERIA ESCUELA; 2019. Disponible en:  
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1758>
- 11) Organización Panamericana de la Salud. Guía para el diseño de redes de  
distribución en sistemas rurales de abastecimiento  
de agua. Lima: Organización Mundial de la Salud [Internet]; 2005.  
[citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/043\\_dise%C3%B1o](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/043_dise%C3%B1o)
- 12) OMS. Agua, Saneamiento y Salud. Sitio Web Mundial. [Internet].; 2019  
[citado 18 de junio de 2021]. Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)

- 13) Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Parametros De Diseño De Infraestructura De Agua Y Saneamiento Para Centros Poblados Rurales. Foncodes [Internet]. 2004;1:30. Disponible en:  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/\\_3\\_Parametros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- 14) SANDOVAL C. la. ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de ' Tallambo, distrito de Oxamarca - Celendín - Cajamarca [Internet]. universidad nacional de Cajamarca facultad de ingeniería escuela; 2013. Disponible en:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/675>
- 15) Pacheco Ávila, Julia. Cabrera Sansores, Armando. Pérez Ceballos R. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. Ingeniería [Internet]. 2004;8(2):165–79. Disponible en:  
<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>
- 16) Naciones U. Agua. Sitio Web de las Naciones Unidas. [Internet]. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- 17) MESEGUER, E. Gil; ESPÍN, J. M<sup>a</sup> Gómez; MEDINA, R. Martínez. La investigación en España sobre los sistemas de captación y conducción de pozo horizontal (galería), asociada o no a presa subálvea. Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo, 2012, p. 189. [citado 18 de junio de 2021] Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/RamonMedina/publication/272158187\\_La\\_investigacion\\_en\\_Espana\\_sobre\\_los\\_sistemas\\_de\\_captacion\\_y\\_conduccion\\_de\\_pozo\\_horizantal\\_](https://www.researchgate.net/profile/RamonMedina/publication/272158187_La_investigacion_en_Espana_sobre_los_sistemas_de_captacion_y_conduccion_de_pozo_horizantal_)

- 18) Rey J, Arenas P. Modelo De Simulación De Líneas De Conducción E Impulsión Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable De La Ciudad De Cerro De Pasco [Internet]. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD; 2015. Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/95/1/T026\\_43819957\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/95/1/T026_43819957_T.pdf)
- 19) Rodríguez; S, Pablo Enrique Cisneros V. Abastecimiento comunal por bombeo con tratamiento | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management! [Internet]. 4 mayo 2020. 2020 [citado 18 de junio de 2021]. p. 1–8. Disponible en: <https://sswm.info/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de-abastecimiento-comunal-por-bombeo-con-tratamiento>
- 20) DOROTEO CALDERÓN, Félix Rolando. Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos”–Ica, usando los programas Watercad y Sewercad. 2014. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581935>
- 21) Agüero Pittman R. Agua potable para poblaciones rurales [Internet]. 1997 [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <http://captacionesdeagua.blogspot.com/>
- 22) Chacaltana Uribe FG, Franco Acevedo AL, Reyes Soto EO. Diseño de reservorio elevado [Internet]. Lima; 2011 [citado 18 de junio de 2021].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/56666902/T4-Diseno-de-reservorio-elevado>

- 23) Casas Salazar MR. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Monsefú- Lambayeque [Internet]. Universidad Nacional de Ingeniería; 2544. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5589/1/casas\\_sm.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5589/1/casas_sm.pdf)
- 24) DE LA CRUZ ACATE, Loida Rosmery. Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el caserío de Colcabamba, distrito de Huayllabamba, provincia de Sihuas, región Áncash–2017. 2019. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/13134>
- 25) ANGULO PIZA, Gineth Cecilia, et al. Balance hídrico para la finca Flores Canelón de Gr Chía SAS del consumo de agua subterránea en época de estiaje y aguas lluvias en época de invierno, integrado a tuberías presurizadas, canales abiertos y reservorios de almacenamiento. 2017. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14731>
- 26) Córdova Montalvo, Flor Dalmid. diseño de la línea de aducción y red de distribución para el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de barro blanco, distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento san Martín–2018. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/13144>

- 27) SUNASS. Análisis de la calidad del Agua Potable en las empresas prestadoras del Perú: 1995-2003. Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [Internet]; 2004. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: [http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis\\_agua\\_potable.pdf](http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis_agua_potable.pdf)
- 28) Comisión Nacional del Agua. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable [Internet]. Comisión N. Comisión Nacional del Agua. México; 2007. 1–134 p. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA s.f.a. Diseño de redes de distribución de agua potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA_s.f.a.Diseño_de_redes_de_distribución_de_agua_potable.pdf)
- 29) MEJIA ALAYO, Alejandro Franklin. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, región Áncash; y su incidencia en la condición sanitaria de la población–2019. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14571>
- 30) ALEGRÍA MORI, Jairo Iván. Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande. 2013. [citado 18 de junio de 2021]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_b41be06fbf0221d8da0e21cf0025b42](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_b41be06fbf0221d8da0e21cf0025b42)

## **Anexos**

**Anexo 1: Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.**

**OS.010**

**CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**1 OBJETIVO**

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

**2 ALCANCES**

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

**3 FUENTE**

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

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

**4. CAPTACIÓN**

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

**4.1 AGUAS SUPERFICIALES**

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

## 4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

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

### 4.2.1 Pozos Profundos

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

#### 4.2.3 Galerías Filtrantes

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s
- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

#### 4.2.4 Manantiales

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

### 5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.

La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

## 5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

### 5.1.1 Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

### 5.1.2 Tuberías

- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

- d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

- e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

**OS.030**

**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**ÍNDICE**

	PÁG.
1. ALCANCE	2
2. FINALIDAD	2
3. ASPECTOS GENERALES	2
3.1 Determinación del volumen de almacenamiento	2
3.2 Ubicación	2
3.3 Estudios Complementarios	2
3.4 Vulnerabilidad	2
3.5 Caseta de Válvulas	2
3.6 Mantenimiento	2
3.7 Seguridad Aérea	3
4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3
4.1 Volumen de Regulación	3
4.2 Volumen Contra Incendio	3
4.3 Volumen de Reserva	3
5. RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES	3
5.1 Funcionamiento	3
5.2 Instalaciones	4
5.3 Accesorios	4

**OS.030  
ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**1 ALCANCE**

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

**2 FINALIDAD**

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

**3 ASPECTOS GENERALES**

**3.1 Determinación del volumen de almacenamiento**

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

**3.2 Ubicación**

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

**3.3 Estudios Complementarios**

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

**3.4 Vulnerabilidad**

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ú otros riesgos que afecten su seguridad.

**3.5 Caseta de Válvulas**

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

**3.6 Mantenimiento**

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar

con un sistema de "by pass" entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

### 3.7 Seguridad Aérea

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

## 4 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

### 4.1 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, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

### 4.2 Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

### 4.3 Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

## 5 RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

### 5.1 Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a

emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

## 5.2 Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

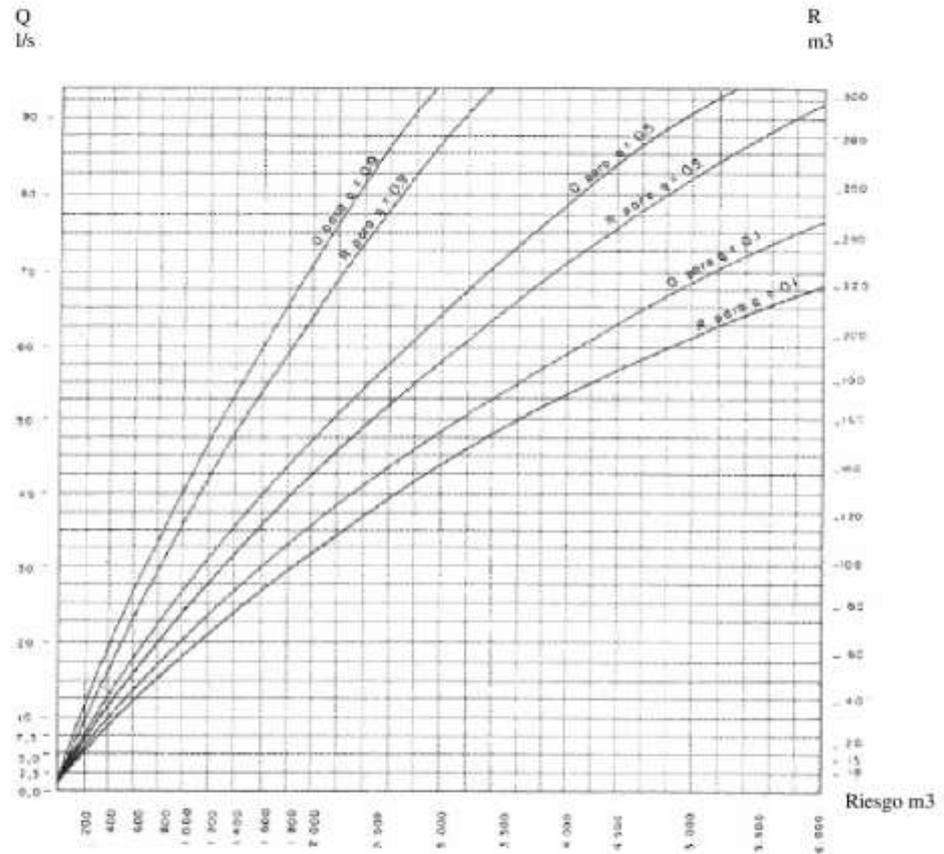
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

## 5.3 Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego  
 R: Volumen de agua en m³ necesarios para reserva  
 g: Factor de Apilamiento

$g = 0.9$  Compacto  
 $g = 0.5$  Medio  
 $g = 0.1$  Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m³

## 1.2. Enfoque

El presente documento se enfoca en reunir las opciones tecnológicas de saneamiento que mediante un uso adecuado se conviertan en servicios sostenibles, ya que recae en la familia o la comunidad su mantenimiento. Es por ello, que la opción tecnológica debe seleccionarse según criterios técnicos, económicos y culturales de tal forma de que garanticen su sostenibilidad.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Definir los diseños definitivos de las opciones tecnológicas de saneamiento, los criterios para su selección, diseño y forma de implementación para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

### 2.2. Objetivos específicos

- Presentar la metodología para la adecuada selección de las opciones tecnológicas de saneamiento para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua potable a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para la disposición sanitaria de excretas a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción del tiempo que toma la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción de los costos de implementación de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

## 3. Aplicación

Las opciones tecnológicas desarrolladas en el presente documento y en los anexos que lo complementen, son de uso obligatorio del Ingeniero Sanitario responsable del proyecto de saneamiento en el ámbito rural. Adicionalmente, para los casos en donde el Ingeniero Sanitario, responsable del proyecto defina una opción tecnológica no incluida en el presente documento, deberá sustentarla técnica y económicamente tomando de referencia los criterios técnicos incluidos para ser considerada.

## 4. Terminología

- ✓ **Accesorio:** Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen como tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yees, válvulas u otro excepto tuberías.
- ✓ **Acuífero:** Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
- ✓ **Afloramiento:** Son las fuentes, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
- ✓ **Agua subálvea:** Fuente de agua subterránea que se encuentra cerca de la superficie del terreno, a poca profundidad y que puede aflorar espontáneamente (manantial) o ser fácilmente extraída por medio de pozos excavados o perforados.
- ✓ **Agua subterránea:** Aguas que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso,

- fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.
- ✓ **Ámbito geográfico:** Es la zona geográfica donde se ubica el sistema y cuyas condiciones rigen el mismo.
  - ✓ **Ámbito rural del Perú:** Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.
  - ✓ **Humedal:** Es un ecosistema conformado por un sustrato saturado de vegetación, microorganismos y agua, cuyo objetivo es la remoción de contaminantes mediante diversos procesos físicos, químicos y biológicos. Se instala a continuación de un tanque séptico mejorado o en el caso de sistemas secos con el agua proveniente de lavaderos, duchas y urinario.
  - ✓ **Caja de registro:** Caja de reunión o inspección prefabricada en concreto o material termoplástico, la cual permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° o 90°, su uso es obligatorio cuando el tramo instalado tiene más de 15 metros.
  - ✓ **Cámaras rompe presión:** Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
  - ✓ **Captación:** Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas.
  - ✓ **Caseta para la taza especial:** Ambiente que contiene la taza especial y que su fabricación es de un material liviano y resistente, que permite su traslado fácilmente cuando el hoyo por debajo de la caseta alcanza su altura máxima.
  - ✓ **Caseta de la UBS:** ambiente que alberga los siguientes aparatos sanitarios, la ducha, el inodoro o la taza especial y el urinario y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición de las excretas.
  - ✓ **Caudal máximo diario:** Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.
  - ✓ **Caudal máximo horario:** Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.
  - ✓ **Caudal promedio diario anual:** Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.
  - ✓ **Conexión domiciliar de agua:** Conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la conexión de entrada de agua al domicilio o local público, con la finalidad de dar servicio a cada lote, vivienda o local público.
  - ✓ **Depresión o descenso:** Descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente, es decir, cuando tiene una salida natural. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.
  - ✓ **Diámetro interior:** Diámetro interior del tubo, real o útil, medido en una sección cualquiera. Es el diámetro del diseño hidráulico.
  - ✓ **Disposición Sanitaria de Excretas:** Infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente.
  - ✓ **Estación de bombeo:** Componente del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, conformada por la caseta y el equipamiento hidráulico y eléctrico, que tiene como función trasladar el agua desde un punto bajo a uno más alto mediante el empleo de equipos de bombeo.
  - ✓ **Fuente de abastecimiento:** Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.
  - ✓ **Golpe de ariete:** Fluctuaciones rápidas de presión debidas a variaciones bruscas de las condiciones de contorno y/o caudal del flujo. El golpe de ariete está esencialmente relacionado con la velocidad del agua y no con la presión interna.
  - ✓ **Hoyo Seco Ventilado:** opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal,

- ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.
- ✓ **Ingeniero Proyectista:** ingeniero Sanitario Colegiado y Habilitado responsable del diseño técnico del proyecto de saneamiento rural a implementar.
  - ✓ **Instalación intradomiciliaria:** Conjunto de aparatos sanitarios y accesorios instalados al interior de la vivienda o cerca de ella, que, funcionando de manera conjunta, permiten a los usuarios contar con un servicio continuo de agua para consumo humano y facilidades para la disposición sanitaria de excretas.
  - ✓ **Impulsión:** Infraestructura destinada a transmitir al caudal de agua circulante por una tubería la energía necesaria para su transporte, venciendo las fuerzas gravitatorias y las resistencias por rozamiento, y/o para incrementar su presión.
  - ✓ **Lavadero Multiusos:** aparato sanitario que permite el lavado de utensilios y ropa, construido en concreto armado o material prefabricado, siempre y cuando sea de un material resistente a la intemperie y resista por lo menos 40 kg de peso.
  - ✓ **Línea de aducción:** estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.
  - ✓ **Línea de conducción:** estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento.
  - ✓ **Línea de impulsión:** En un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio.
  - ✓ **Malla:** Contorno cerrado formado por tuberías de la red de distribución por las que circula agua a presión y que no alberga en su interior ningún otro contorno cerrado.
  - ✓ **Niple:** Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.
  - ✓ **Nivel freático:** corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.
  - ✓ **Nivel dinámico:** Distancia medida desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo producido por el bombeo.
  - ✓ **Nivel de servicio:** Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o domiciliario.
  - ✓ **Nivel estático:** Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos libres.
  - ✓ **Nivel piezométrico:** Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos confinados o semiconfinados.
  - ✓ **Opciones Tecnológicas:** Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.
  - ✓ **Opciones Tecnológicas Convencionales:** Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a un gran número de familias agrupadas en localidades o ciudades.
  - ✓ **Opciones Tecnológicas No Convencionales:** Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a pocas familias agrupadas en grandes extensiones de territorio.
  - ✓ **Pérdida de carga unitaria ( $h_f$ ):** Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.
  - ✓ **Pérdida por tramo ( $H_f$ ):** Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.
  - ✓ **Periodo de diseño:** Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.
  - ✓ **Periodo óptimo de diseño:** Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.

- ✓ **Pileta pública:** se ubica en la vía pública, permite el acceso al agua de la red de abastecimiento de agua potable para surtir de dicho recurso a un grupo de familias, puede o no incluir un medidor para el control del agua suministrada.
- ✓ **Población inicial:** Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.
- ✓ **Población de diseño:** Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.
- ✓ **Pozo de Absorción:** permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo.
- ✓ **Presión de funcionamiento (OP):** Presión interna que aparece en un instante dado en una sección determinada de la red.
- ✓ **Presión estática:** Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.
- ✓ **Profundidad:** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.
- ✓ **Proyecto de Inversión Pública (PIP):** Son intervenciones limitadas en el tiempo con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de una entidad.
- ✓ **Red de distribución:** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.
- ✓ **Reservorio (o depósito):** Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas. Este revestimiento cumplirá la Norma NSF-61.
- ✓ **Revestimiento exterior:** Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ **Revestimiento interior:** Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ **Sello sanitario:** Elemento utilizado para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
- ✓ **Suelo fisurado:** Es un tipo de suelo que presenta grietas o fisuras que hacen que el agua a filtrar descienda rápidamente pero sin ser filtrada, lo que puede originar una contaminación del agua subterránea de estar cerca del nivel del suelo, es una de las causas de los hundimientos.
- ✓ **Sustrato:** Capa de suelo debajo de la capa superficial del mismo suelo.
- ✓ **Taza especial:** taza en forma de inodoro o del tipo turco, fabricada en losa vitrificada, granito o plástico reforzado, permite que las excretas y orina caigan directamente al depósito ubicado bajo ella.
- ✓ **Toma de agua:** Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás componentes de una captación.
- ✓ **Tubería:** Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos terminan en espiga, campana, rosca o unión flexible
- ✓ **UBS – Unidad Básica de Saneamiento:** Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada.
- ✓ **Unión:** Pieza de enlace de extremos adyacentes de dos tubos que incluye elementos de estanquidad.
- ✓ **Válvula de aire:** Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática (purgador o ventosa), siendo preferibles las automáticas.
- ✓ **Válvula de purga:** Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.
- ✓ **Vida útil:** Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.

- ✓ Zanja de Percolación: permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.
- ✓ Zona de infiltración: es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales.
- ✓ Zona inundable: es aquella zona en donde se ubica el proyecto de saneamiento, susceptible a inundarse por la intensidad de lluvia característica de la región o al desborde de un cuerpo de agua en ciertas épocas del año.

Donde:

- $Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s
- $Q_{mh}$  : Caudal máximo horario en l/s
- Dot : Dotación en l/hab.d
- $P_d$  : Población de diseño en habitantes (hab)

### 1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

- a. Criterios para la determinación de la fuente  
La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:
  - Calidad de agua para consumo humano.
  - Caudal de diseño según la dotación requerida.
  - Menor costo de implementación del proyecto.
  - Libre disponibilidad de la fuente.
- b. Rendimiento de la fuente  
Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.
- c. Necesidad de estaciones de bombeo  
En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.
- d. Calidad de la fuente de abastecimiento  
Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

### 1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación.

Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación			
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Barraje Flotante			
4	Caisson	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Paseo Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.5	Filtro Lento de Arena			
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{med}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
12	Línea de Impulsión			

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Cisterna de 5, 10 y 20 m <sup>3</sup> Cercos Perimétrico Sistema	V <sub>cist</sub> (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 20)	Populación final y dotación X	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m <sup>3</sup> , para un volumen mayor a 5 m <sup>3</sup> y hasta 10 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m <sup>3</sup> y así sucesivamente. Para los volúmenes no considerados, debe tomarse en cuenta lo siguiente: 1) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, 1) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	V <sub>res</sub> (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 15) o (>15 - 20) o (>25 - 40)	Populación final y dotación	Tipicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	V <sub>res</sub> (m <sup>3</sup> ) = (>5 - 10) o (>10 - 15)	Populación final y dotación	Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
14.2	Sistema de Desinfección			Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
14.3	Cercos Perimétrico para Reservorio			
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CAP para Redes	Q <sub>md</sub> (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (>1,00 - 1,50)		Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	Para distintos tipos de conexión domiciliaria
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

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

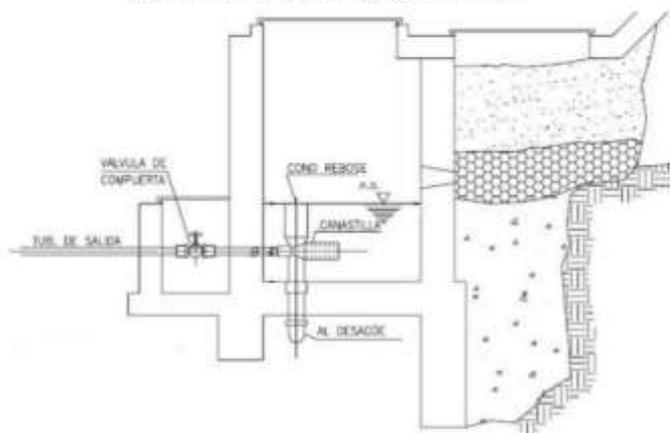
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 $\text{m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 $\text{m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 $\text{m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$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

la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda  $\leq 0,6$  m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios.

**Determinación del ancho de la pantalla**

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.

$$Q_{\max} = V_2 \times C_d \times A$$

$$A = \frac{Q_{\max}}{V_2 \times C_d}$$

- $Q_{\max}$  : gasto máximo de la fuente (l/s)
- $C_d$  : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- $g$  : aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

- Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s):

$$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$$

Velocidad de paso asumida:  $v_2 = 0.60$  m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Por otro lado:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Donde:

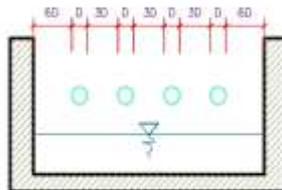
$D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{\text{ORIF}} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{\text{ORIF}} = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 + 1$$

**Ilustración N° 03.21.** Determinación de ancho de la pantalla



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:

$$b = 2 \times (6D) + N_{\text{ORIF}} \times D + 3D \times (N_{\text{ORIF}} - 1)$$

- Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

$$H_f = H - h_o$$

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:

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

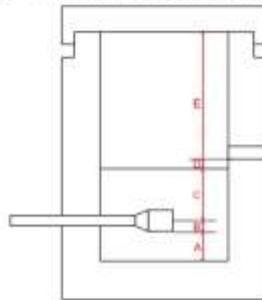
Donde:

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 ( $m^3/s$ )

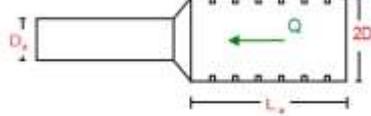
A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

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 ( $A_c$ ) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) 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:

$$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

Tubería de rebose

Donde:

$Q_{max}$  : gasto máximo de la fuente (l/s)

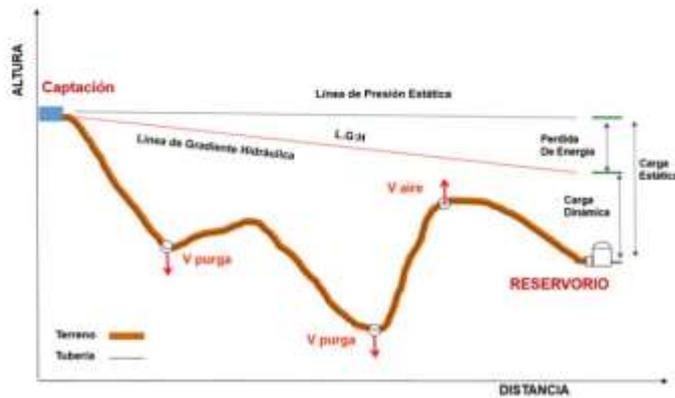
$h_f$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

$D_r$  : 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.

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

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:

$$H_f = 10,674 \cdot [Q^{1,852} / (C^{1,852} \cdot D^{4,86})] \cdot L$$

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.  
 $Q$  : Caudal en  $m^3/s$   
 $D$  : 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:

$$H_f = 676,745 \cdot [Q^{1,751} / (D^{4,753})] \cdot L$$

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.

- 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: Embridada 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.

- A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción. Los tipos de válvulas de aire son:

✓ Válvula de aire manual

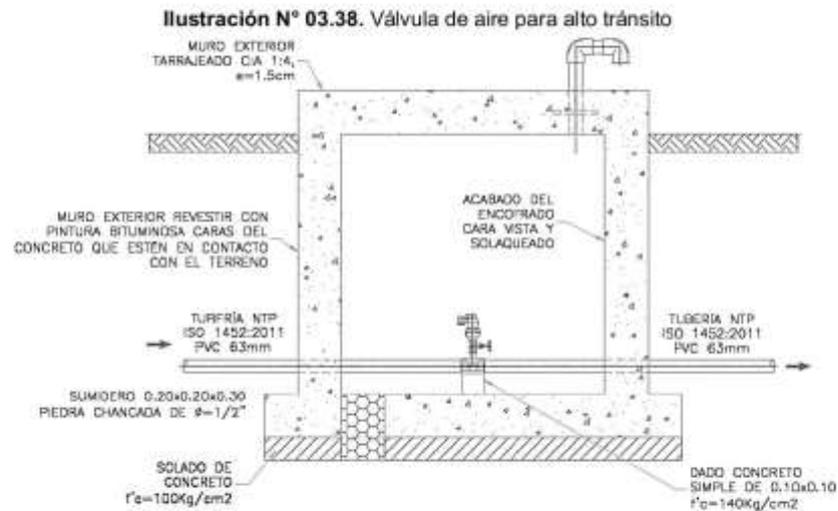
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

✓ Válvula de aire automática

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

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.



✓ Memoria de cálculo hidráulico

Válvula de aire manual

- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m<sup>2</sup>, tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La estructura será de concreto armado  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  cuyas dimensiones internas son 0,60 m x 0,60 m x 0,70 m, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

Válvula de aire automática

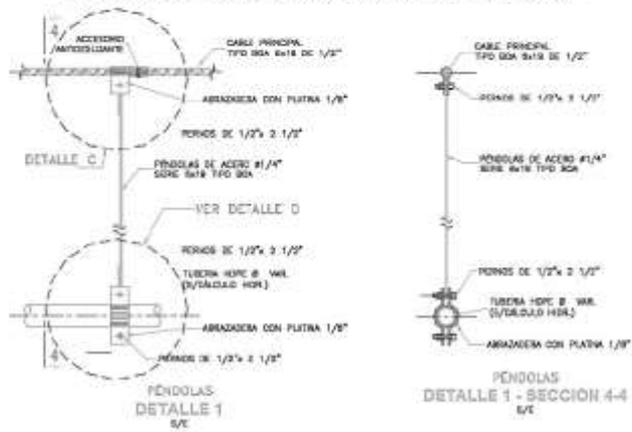
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m<sup>2</sup>, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.



Esta estructura está diseñada para soportar todo el peso de la tubería llena y el mismo sistema estructural, en distancias de 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 50 m, 75 m y 100 m.

El consultor, en base al diseño de su proyecto debe seleccionar el diseño de pase aéreo que más sea compatible con su caso, sin embargo, de necesitar algún modelo no incluido dentro de los modelos desarrollados, podrá desarrollar su propio diseño, tomando de referencia los modelos incluidos, para ello el ingeniero supervisor debe verificar dicho diseño.

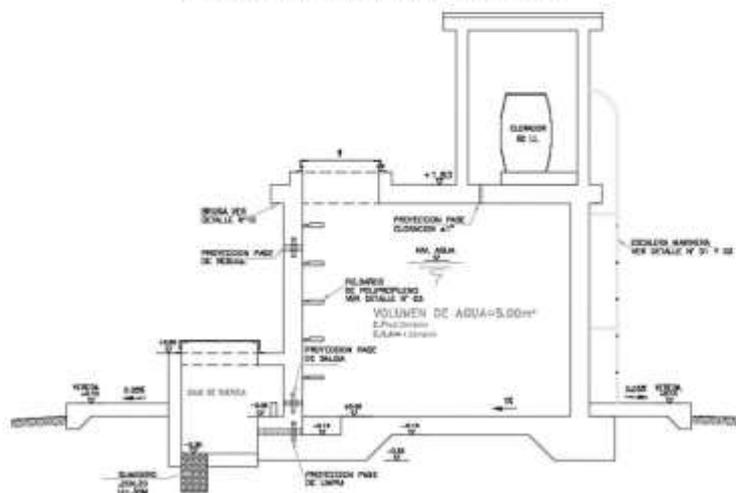
**Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo**



## 2.14. RESERVORIO

El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m<sup>3</sup>



### Aspectos generales

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

Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m<sup>3</sup>. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

### Criterios de diseño

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

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
  - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
  - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.

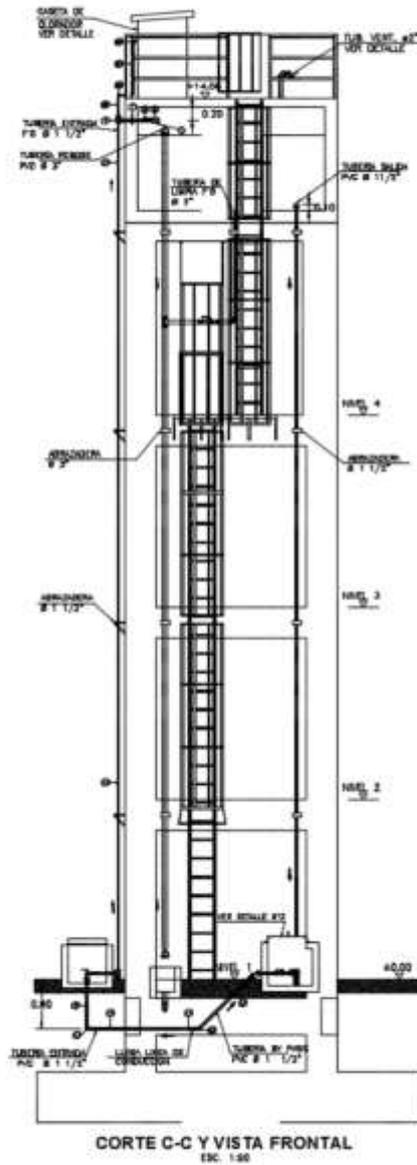
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga 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

suministro de energía eléctrica, los medidores en la medida de lo posible deben llevar baterías de larga duración, como mínimo para 5 años.

• Ilustración N° 03.55. Reservorio elevado de 15 m<sup>3</sup>



### 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. Éstos 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.

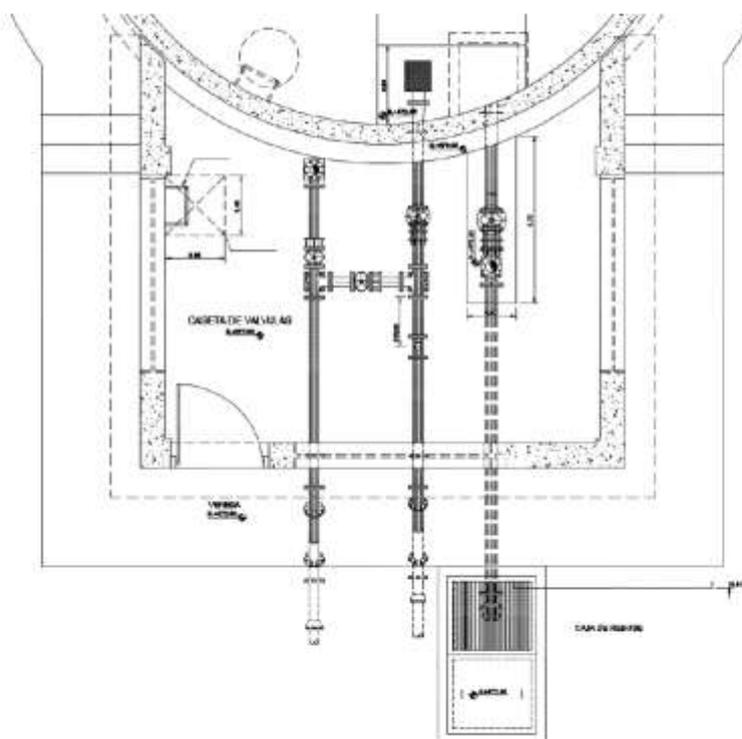
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

a los 0,18 m. Se han previsto descansos intermedios cada 17 pasos como máximo, cantidad de escalones máximos según reglamento.

- **Veredas Perimetrales**  
Las veredas exteriores serán de cemento pulido, bruñado cada 1 m y junta de dilatación cada 5 m.
- **Aberturas**  
Las ventanas serán metálicas, tanto las barras como el marco y no deben incluir vidrios para así asegurar una buena ventilación dentro del ambiente, sólo deben llevar una malla de alambre N°12 con cocada de 1".

La puerta de acceso a la caseta (en caso sea necesaria) debe ser metálica con plancha de hierro soldada espesor 3/32" con perfiles de acero de 1.½" x 1.½" y por 6 mm de espesor.

**Ilustración N° 03.56.** Caseta de válvulas de reservorio de 70 m<sup>3</sup>



#### 2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de

entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0,3 mg/l y máximo a 0,8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior a este último son detectables por el olor y sabor, lo que hace que sea rechazada por el usuario consumidor.

Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro.

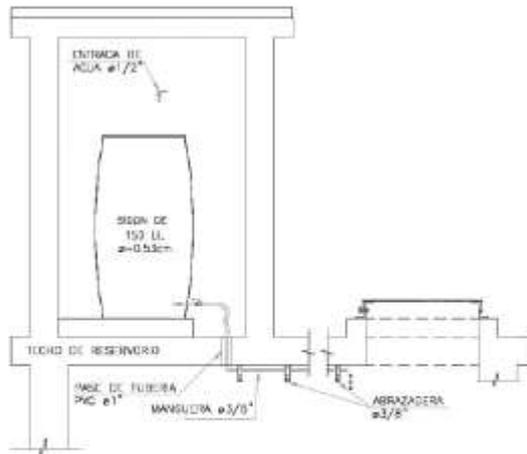
#### Desinfectantes empleados

La desinfección se debe realizar con compuestos derivados del cloro que, por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua y pueden ser recomendados, con instrucciones de manejo especial, como desinfectantes a nivel de la vivienda rural. Estos derivados del cloro son:

- Hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  o HTH). Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% de cloro activo.
- Hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ). Es un líquido transparente de color amarillo ámbar el cual se puede obtener en establecimientos distribuidores en garrafas plásticas de 20 litros con concentraciones de cloro activo de más o menos 15% en peso.
- Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ). Se genera normalmente en el sitio en el que se va a utilizar, y, disuelto en agua hasta concentraciones de un 1%  $\text{ClO}_2$  (10 g/L) pueden almacenarse de manera segura respetando ciertas condiciones particulares como la no exposición a la luz o interferencias de calor.

#### a. Sistema de Desinfección por Goteo

**Ilustración N° 03.57.** Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q \cdot d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m<sup>3</sup>/h  
d : dosificación adoptada en gr/m<sup>3</sup>

- Cálculo del peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro

$$P_c = P \cdot 100/r$$

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h  
r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (qs) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "qs" permite seleccionar el equipo dosificador requerido

$$q_s = P_c \cdot \frac{100}{c}$$

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h  
q<sub>s</sub> : demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg  
c : concentración solución (%)

- Cálculo del volumen de la solución, en función del tiempo de consumo del recipiente en el que se almacena dicha solución

$$V_s = q_s \cdot t$$

Donde:

V<sub>s</sub> : volumen de la solución en lt (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).  
t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h  
t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución

b. Sistema de Desinfección por erosión

- ✓ No se aconseja usar tabletas para desinfectar agua de piscinas, ya que éstas se fabrican utilizando un compuesto químico que, al ser disuelto en agua, produce una molécula de cianurato de sodio o isocianurato, que puede ser perjudicial para la salud del ser humano.
- ✓ Siempre debe exigirse al proveedor que las pastillas sean de hipoclorito de calcio.
- ✓ Tomar las medidas de seguridad para manipular las tabletas.

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



- ✓ Retirar la tapa del depósito de tabletas y se ponen las nuevas unidades.
  - ✓ Abrir la válvula de compuerta para habilitar de nuevo el flujo de agua dentro de la cámara.
  - ✓ En el caso de dosificadores por erosión (según el tipo de la Ilustración N° 03.59), el fluido del agua puede variarse girando la válvula de regulación.
  - ✓ Para comprobar si la cantidad de cloro aplicada al agua es la apropiada, se hacen pruebas continuas del cloro residual libre, de la misma forma descrita para el dosificador de hipoclorito de sodio granulado.
  - ✓ En observaciones de campo se ha notado un bajo desgaste de las tabletas de cloro. Esto puede deberse a la forma en que se instala el aparato dosificador
  - ✓ El dosificador debe colocarse utilizando uniones universales. Esto permitirá retirarlo para limpiarlo debidamente.
- Cálculos:  
Se debe proceder a su selección con los proveedores según el rango de los caudales a tratar.

**Tabla N° 03.28.** Rangos de uso de los clorinadores automáticos

MODELO	CANTIDAD DE AGUA A TRATAR		CAPACIDAD Libras: kilos
	m <sup>3</sup> /día	l/s	
HC-320	30 - 90	0.34 – 1.04	05 lb = 2.27 kg
HC-3315	80 - 390	0.92 – 4.50	15 lb = 6.81 kg
HC-3330	120 - 640	1.40 – 7.40	20 lb = 9.08 kg

Los dosificadores por erosión de tabletas y los de píldoras son sencillos de operar. El equipo se calibra de manera sencilla pero no muy precisa por medio de un ajuste de la profundidad de inmersión de la columna de tabletas o de la velocidad o caudal que se hace pasar por la cámara de disolución. Una vez calibrado el equipo, si no hay grandes variaciones en el flujo, normalmente requieren de poca atención, excepto para cerciorarse de que el depósito esté lleno de tabletas para asegurar la dosificación continua.

El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el relleno de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de cloro y del volumen de agua tratada. Debido a la sencillez de operación del equipo, el personal se puede capacitar rápidamente

### 2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

El cerco perimétrico idóneo en zonas rurales para reservorios por su versatilidad, durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla de las siguientes características:

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .



## 2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

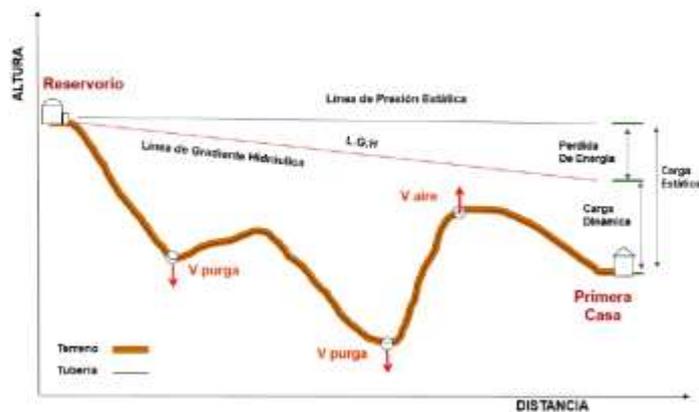
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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.



- **Diámetros**  
El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de aducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales.

- **Dimensionamiento**  
Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ La línea gradiente hidráulica (L.G.H.)  
La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.
- ✓ Pérdida de carga unitaria ( $h_f$ )  
Para el propósito de diseño se consideran:
  - Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2", y
  - Ecuaciones de Fair Whipple para diámetros menores a 2".

Cálculo de diámetro de la tubería podrá realizarse utilizando las siguientes fórmulas:

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

$$H_f = 10,674 \times \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,86}} \times L$$

Donde:

- $H_f$  : pérdida de carga continua (m)
- $Q$  : caudal en ( $m^3/s$ )
- $D$  : diámetro interior en m (ID)
- $C$  : 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 (m)

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

$$H_f = 676,745 \times \frac{Q^{1,751}}{D^{4,753} \times L}$$

Donde:

- $H_f$  : pérdida de carga continua (m)
- $Q$  : caudal en (l/min)
- $D$  : diámetro interior (mm)
- $L$  : longitud (m)

Salvo casos excepcionales que deberán ser justificados, la velocidad de circulación del agua establecida para los caudales de diseño deberá cumplir 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.

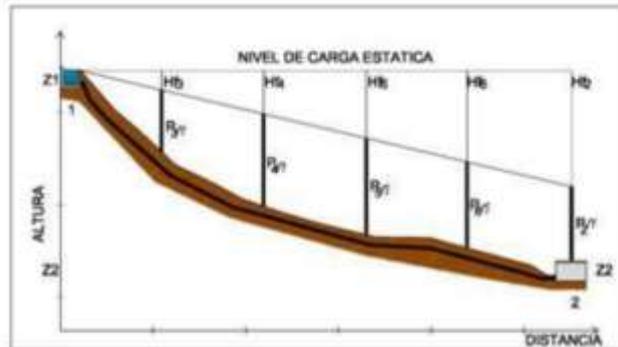
✓ Presión

En la línea de aducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

Para el cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), se aplicará la ecuación de Bernoulli.

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

**Ilustración N° 03.61.** Cálculo de la línea de gradiente (LGH)



Donde:

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

$P/\gamma$  : 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 de 1 a 2, 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.

Se calcularán las pérdidas de carga localizadas  $\Delta H_i$  en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

$\Delta H_i$  : pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas (m)

$K_i$  : coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla).

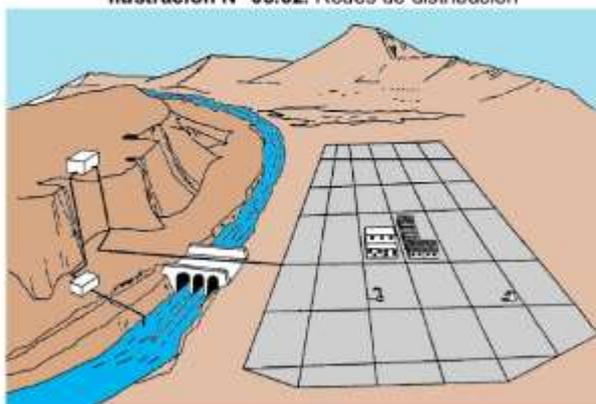
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

g : aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

## 2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



### Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

### Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

### Trazado

El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables.

### Materiales

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales.

### Presiones de servicio

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no 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 "I" nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p \cdot P_i$$

Donde:

$Q_i$  : Caudal en el nudo "I" 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.

$P_i$  : Población de área de influencia del nudo "I" 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:

$$Q_{\text{ramal}} = K * \sum Q_g$$

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:

$$Q_{pp} = N * \frac{D_c}{24} * C_p * F_u * \frac{1}{E_f}$$

Donde:

$Q_{pp}$  : 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.

$E_f$  : 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 periodos 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 ( $H_t$ )

$$H_t = A + H + BL$$

$$H = 1,56 \times \frac{Q_{mh}^2}{2g \times A^2}$$

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)

$Q_{mh}$  : caudal máximo horario (l/s)

$$A_o = \pi \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

$D_c$  : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

$A_o$  : 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>).

- Cálculo de la altura total de agua almacenado en la CRP hasta la tubería de rebose ( $H_t$ )

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

$H_t$  : altura total de agua almacenado en la CRP hasta el nivel de la tubería de rebose (cm)

- Cálculo del tiempo de descarga a la red de distribución, es el tiempo que se demora en descargar la altura H

$$t = \frac{2A_b \times H^{0.5}}{C_d \times A_o \times \sqrt{2g}}$$

Donde:

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

$C_d$  : coeficiente de distribución o de descarga de orificios circulares (0,8)

$A_o$  : área del orificio de salida (área de la tubería de la línea de conducción)

g : aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

$A_b$  : área de la sección interna de la base ( $m^2$ )

$$A_b = a \times b$$

Donde:

a : lado de la sección interna de la base (m)

b : lado de la sección interna de la base (m)

- Cálculo del volumen

$$V_{max} = A_b \times H$$

$$V_{max} = L \times A \times H$$

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

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

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

$D_{canastilla}$  : diámetro de la canastilla (pulg)

$D_c$  : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

$L_{diseño}$  : longitud de diseño de la canastilla (cm),  $3D_c$  y  $6D_c$  (cm)

$$A_t = 2 \times A_c$$

$$A_c = \pi \times \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

$A_t$  : área total de las ranuras ( $m^2$ )

$A_c$  : área de la tubería de salida a la línea de distribución ( $m^2$ )

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura ( $mm^2$ )

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

$$A_g = 0,5\pi \times D_c \times L_{\text{diseño}}$$

Donde:

$A_g$  : área lateral de la canastilla ( $m^2$ )

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:

$$D = 0,71 \times \frac{Q_{mh}^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

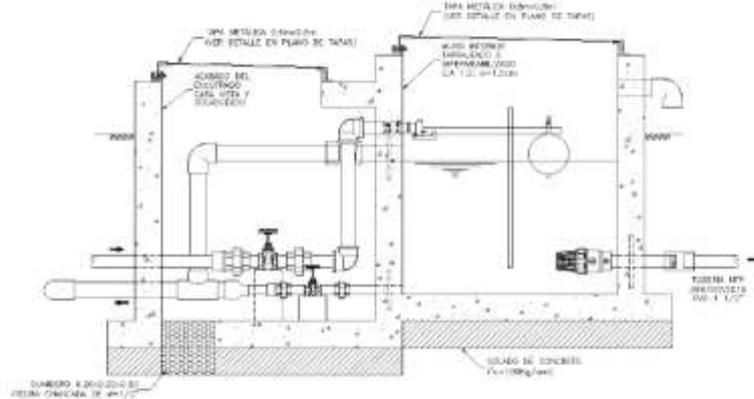
Donde:

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)

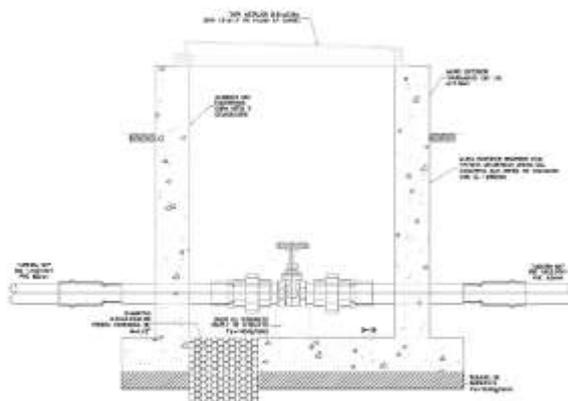
**Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución**



### 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  $0,60 \times 0,60 \text{ m}$ , 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.

**Ilustración N° 03.64.** Cámara de válvula de control para red de distribución



#### Tipos de válvulas de interrupción

Son dispositivos hidromecánicos previstos para permitir o impedir, a voluntad, el flujo de agua en una tubería, estas son:

##### a. Válvulas de compuerta

- Las válvulas de compuerta se usan preferentemente en líneas de agua de circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Estas válvulas solo trabajan abiertas o cerradas, nunca reguladas.
- Las válvulas de compuerta pueden ser de material metálico dúctil y resistente, de asiento elástico y cumplirán las normas.
  - NTP ISO 7259 1998. Válvulas de compuerta de fierro fundido predominantemente operadas con llave para uso subterráneo.
  - NTP ISO 5996 2001. Válvulas de compuerta de fierro fundido
  - NTP ISO 5996:2001. Válvulas de compuerta de fierro fundido.
  - NTP 350.112:2001. Válvulas de compuerta con asiento elástico para sistemas de agua de consumo humano.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las válvulas de compuerta:
  - Presión normalizada:  $PN \geq 1,0$  MPa.
  - Tipo: De cierre elástico, eje de rosca interno y cuerpo sin acanaladuras.
  - Paso: Total (sección de paso a válvula abierta  $\geq 90\%$  de la sección para el DN).
  - Accionamiento: Husillo de una pieza y corona mecanizada para volante/actuador.
  - Instalación: Embrizada o junta automática flexible.

##### b. Válvulas de mariposa

- Se usan para corte a presiones relativamente bajas, fabricadas en fierro fundido y asiento elástico (NTP ISO 10631 1998). Las válvulas de mariposa se deben utilizar cuando el gálbo disponible no permita la instalación de una válvula de compuerta, así como en instalaciones especiales, y siempre que los diámetros de las líneas sean superiores a 1".
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales:
  - Presión normalizada:  $PN \geq 1,0$  MPa.
  - $DN \geq 32$  mm
  - Tipo: De eje centrado y estanqueidad por anillo envolvente de elastómero.
  - Sentido de giro: Dextrógiro (cierre), levógiro (apertura).

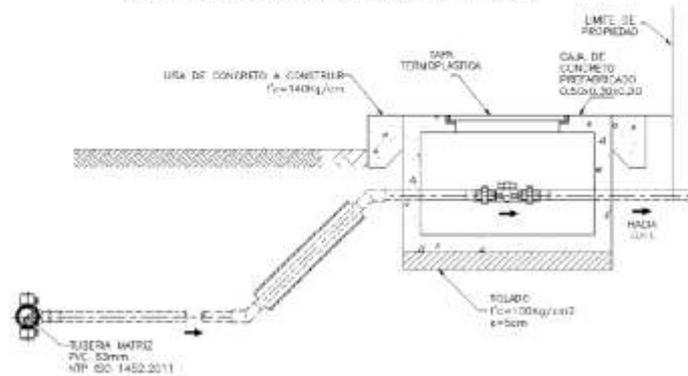
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
  - Instalación: Embridada.
  - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o sedimentaciones que, eventualmente, pudiera arrastrar el agua por el fondo de tubería dañando el cierre.
  - En una válvula de mariposa utilizada como regulación, debe evitarse la aparición del fenómeno de cavitación, lo que sucede cuando, mantenida una posición de regulación, el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula es inferior al valor resultante de la caída de presión en el obturador. Por ello, es necesario conocer, en cada caso, los coeficientes de caudal (Kv) a plena abertura y la curva característica de la válvula (variación de Kv en función de la abertura del obturador). La normativa de referencia es:
    - NTP ISO 10631:1998. Válvulas metálicas de mariposa para propósitos generales.
    - NTP ISO 5752:1998. VALVULAS METALICAS PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIAS DE BRIDAS. Dimensiones entre caras y de cara a eje.
- c. Válvulas de esfera
- Las válvulas con cuerpo de una sola pieza son siempre de pequeña dimensión y paso reducido. Las válvulas con cuerpo de dos piezas suelen ser de paso estándar. Este tipo de construcción permite su reparación. Las válvulas de tres piezas permiten desmontar fácilmente la esfera, el asiento o el vástago ya que están situados en la pieza central. Esto facilita la limpieza de sedimentos y remplazo de partes deterioradas sin tener que desmontar los elementos que conectan con la válvula. La normativa de referencia es:
    - NTP 350.098:1997. Válvulas de toma de cobre-cinc y cobre-estaño para conexiones domiciliarias
    - NTP 350.031:1997. Válvulas de paso de aleación cobre-cinc y cobre-estaño
    - NTP 350.107:1998. Válvulas de paso de aleación cobre-zinc con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias
    - NTP 399.034:2007. Válvulas de material termoplástico para conexiones domiciliarias de agua potable
    - NTP 399.165:2007. Válvulas de paso de material termoplástico con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias.
- d. Válvulas tipo globo
- Las válvulas tipo globo permiten la regulación del flujo de agua, además del cierre hermético cuando cuentan con un asiento flexible, y son las normalmente empleadas en las conexiones domiciliarias. Este tipo de válvulas tienen la ventaja de la regulación, pero la desventaja de pérdidas de carga para tener en cuenta en los cálculos hidráulicos.

### 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 domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2").
- La conexión debe contar con los siguientes elementos:
  - Elementos 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°.

- 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 ripio 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**



## **Anexo 2: Levantamiento Topográfico.**

PUNTO N°	COORDENADAS		COTA	OBSERVACIONES
	ESTE	NORTE		
1	9 32.815	77 51.923	3563 m	CAPT I
2	9 32.815	77 51.924	3561 m	LN
3	9 32.815	77 51.927	3559 m	LN
4	9 32.814	77 51.929	3557 m	LN
5	9 32.813	77 51.935	3555 m	LN
6	9 32.813	77 51.939	3553 m	LN
7	9 32.812	77 51.946	3551 m	LN
8	9 32.812	77 51.948	3549 m	LN
9	9 32.811	77 51.951	3547 m	LN
10	9 32.811	77 51.955	3545 m	LN
11	9 32.811	77 51.957	3543 m	LN
12	9 32.809	77 51.962	3541 m	LN
13	9 32.808	77 51.964	3539 m	LN
14	9 32.808	77 51.966	3537 m	LN
15	9 32.807	77 51.969	3535 m	LN
16	9 32.806	77 51.973	3533 m	LN
17	9 32.806	77 51.978	3531 m	CAPT II
18	9 32.805	77 51.982	3529 m	LN
19	9 32.805	77 51.986	3527 m	LN
20	9 32.804	77 51.990	3525 m	CRC
21	9 32.803	77 51.997	3523 m	LN
22	9 32.803	77 51.999	3521 m	LN
23	9 32.803	77 52.002	3519 m	LN
24	9 32.802	77 52.006	3517 m	LN
25	9 32.803	77 52.009	3515 m	LN
26	9 32.804	77 52.014	3513 m	LN
27	9 32.803	77 52.016	3511 m	LN
28	9 32.803	77 52.020	3509 m	LN
29	9 32.802	77 52.024	3507 m	LN
30	9 32.802	77 52.029	3505 m	LN
31	9 32.801	77 52.031	3503 m	LN
32	9 32.801	77 52.036	3501 m	LN
33	9 32.800	77 52.040	3499 m	LN
34	9 32.800	77 52.044	3497 m	LN
35	9 32.799	77 52.050	3495 m	LN
36	9 32.798	77 52.054	3493 m	LN
37	9 32.798	77 52.058	3491 m	LN
38	9 32.797	77 52.062	3489 m	LN
39	9 32.797	77 52.068	3487 m	LN
40	9 32.796	77 52.071	3485 m	LN
41	9 32.797	77 52.074	3483 m	LN
42	9 32.798	77 52.076	3481 m	LN
43	9 32.799	77 52.080	3479 m	LN
44	9 32.800	77 52.082	3477 m	LN

45	9 32.801	77 52.086	3475	m	ESQ
46	9 32.801	77 52.090	3473	m	TN
47	9 32.801	77 52.095	3471	m	TN
48	9 32.802	77 52.098	3469	m	TN
49	9 32.801	77 52.101	3467	m	TN
50	9 32.801	77 52.104	3465	m	TN
51	9 32.802	77 52.107	3463	m	V
52	9 32.803	77 52.110	3461	m	TN
53	9 32.804	77 52.113	3459	m	TN
54	9 32.805	77 52.116	3457	m	TN
55	9 32.806	77 52.120	3455	m	TN
56	9 32.807	77 52.122	3453	m	TN
57	9 32.808	77 52.125	3451	m	TN
58	9 32.807	77 52.128	3449	m	TN
59	9 32.808	77 52.132	3447	m	TN
60	9 32.809	77 52.137	3445	m	TN
61	9 32.809	77 52.142	3443	m	TN
62	9 32.808	77 52.148	3441	m	TN
63	9 32.807	77 52.150	3439	m	TN
64	9 32.807	77 52.154	3437	m	TN
65	9 32.807	77 52.158	3435	m	TN
66	9 32.805	77 52.160	3433	m	TN
67	9 32.805	77 52.164	3431	m	TN
68	9 32.805	77 52.168	3429	m	V
69	9 32.805	77 52.173	3427	m	TN
70	9 32.805	77 52.179	3425	m	TN
71	9 32.805	77 52.182	3423	m	TN
72	9 32.805	77 52.185	3421	m	V
73	9 32.807	77 52.187	3419	m	TN
74	9 32.808	77 52.189	3417	m	TN
75	9 32.808	77 52.191	3415	m	TN
76	9 32.809	77 52.194	3413	m	TN
77	9 32.809	77 52.198	3411	m	V
78	9 32.809	77 52.202	3409	m	TN
79	9 32.810	77 52.205	3407	m	TN
80	9 32.810	77 52.210	3405	m	TN
81	9 32.812	77 52.213	3403	m	TN
82	9 32.812	77 52.215	3401	m	TN
83	9 32.812	77 52.220	3399	m	TN
84	9 32.813	77 52.222	3397	m	TN
85	9 32.813	77 52.226	3395	m	TN
86	9 32.812	77 52.231	3393	m	TN
87	9 32.813	77 52.234	3391	m	V
88	9 32.812	77 52.237	3389	m	TN
89	9 32.812	77 52.243	3387	m	TN
90	9 32.812	77 52.247	3385	m	TN
91	9 32.813	77 52.249	3383	m	TN

92	9 32.814	77 52.253	3381	m	TN
93	9 32.814	77 52.257	3379	m	TN
94	9 32.815	77 52.259	3377	m	TN
95	9 32.817	77 52.264	3375	m	TN
96	9 32.817	77 52.269	3373	m	TN
97	9 32.818	77 52.271	3371	m	TN
98	9 32.819	77 52.274	3369	m	TN
99	9 32.823	77 52.279	3367	m	V
100	9 32.824	77 52.281	3365	m	TN
101	9 32.825	77 52.283	3362	m	TN
102	9 32.827	77 52.288	3359	m	TN
103	9 32.830	77 52.292	3356	m	TN
104	9 32.831	77 52.295	3353	m	V
105	9 32.832	77 52.299	3350	m	TN
106	9 32.833	77 52.301	3347	m	TN
107	9 32.838	77 52.304	3344	m	TN
108	9 32.839	77 52.305	3341	m	TN
109	9 32.841	77 52.307	3338	m	TN
110	9 32.843	77 52.310	3335	m	V
111	9 32.843	77 52.312	3332	m	TN
112	9 32.845	77 52.316	3329	m	TN
113	9 32.848	77 52.320	3326	m	TN
114	9 32.849	77 52.323	3323	m	TN
115	9 32.852	77 52.324	3320	m	TN
116	9 32.856	77 52.328	3317	m	TN
117	9 32.857	77 52.331	3314	m	TN
118	9 32.859	77 52.333	3311	m	TN
119	9 32.862	77 52.338	3308	m	V
120	9 32.863	77 52.340	3305	m	TN
121	9 32.865	77 52.342	3302	m	TN
122	9 32.868	77 52.346	3299	m	TN
123	9 32.871	77 52.349	3296	m	V
124	9 32.874	77 52.354	3293	m	TN
125	9 32.878	77 52.359	3290	m	TN
126	9 32.884	77 52.364	3287	m	TN
127	9 32.887	77 52.368	3284	m	V
128	9 32.890	77 52.372	3281	m	TN
129	9 32.893	77 52.375	3278	m	TN
130	9 32.894	77 52.379	3275	m	TN
131	9 32.896	77 52.382	3272	m	TN
132	9 32.899	77 52.388	3269	m	TN
133	9 32.901	77 52.390	3266	m	TN
134	9 32.903	77 52.395	3263	m	TN
135	9 32.906	77 52.399	3260	m	TN
136	9 32.907	77 52.400	3257	m	V
137	9 32.908	77 52.403	3254	m	TN
138	9 32.911	77 52.407	3251	m	TN

139	9 32.913	77 52.412	3248	m	TN
140	9 32.915	77 52.416	3245	m	V
141	9 32.917	77 52.418	3242	m	TN
142	9 32.921	77 52.424	3239	m	TN
143	9 32.922	77 52.427	3236	m	V
144	9 32.924	77 52.431	3233	m	TN
145	9 32.925	77 52.433	3230	m	TN
146	9 32.926	77 52.436	3227	m	TN
147	9 32.930	77 52.440	3224	m	TN
148	9 32.931	77 52.443	3221	m	TN
149	9 32.932	77 52.446	3218	m	TN
150	9 32.934	77 52.448	3215	m	TN
151	9 32.936	77 52.451	3212	m	TN
152	9 32.938	77 52.454	3209	m	TN
153	9 32.939	77 52.456	3206	m	TN
154	9 32.940	77 52.457	3203	m	TN
155	9 32.942	77 52.461	3200	m	TN
156	9 32.943	77 52.463	3197	m	TN
157	9 32.945	77 52.467	3194	m	TN
158	9 32.946	77 52.470	3191	m	TN
159	9 32.948	77 52.471	3188	m	TN
160	9 32.949	77 52.474	3185	m	TN
161	9 32.950	77 52.475	3183	m	TN

### **Anexo 3: Fichas Técnicas.**

Anexo 3: Encuesta

ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

**FORMATO N° 01**

**ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO /COMUNIDAD.

A. Ubicación:

1. Comunidad / Caserío: SHUM PILLAN 2. Código del lugar (no llenar):
- Centro Poblado
3. Anexo /sector: ..... 4. Distrito: PARO bambas
5. Provincia: POMA bambas 6. Departamento: ÁNCASH
7. Altura (m.s.n.m.): Altitud: 3159.3 msnm X: 8.6119 366 Y: -77.33773
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector: 25
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):
10. ¿Explique cómo se llega al caserío / anexo o sector desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)
<u>Parobamba</u>	<u>SHUM PILLAN</u>	<u>Asfaltado</u>	<u>bus</u>	<u>103.2</u>	<u>3.20</u>

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X
- > Establecimiento de Salud SI  NO
- > Centro Educativo SI  NO
- Inicial  Primaria  Secundaria
- > Energía Eléctrica SI  NO
12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable: 14 / 05 / 2008  
dd / mmm / aaaa
13. Institución ejecutora: Municipalidad - Parobamba
14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X
- Manantial  Pozo  Agua Superficial
15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X
- Por gravedad  Por bombeo

**B. Cobertura del Servicio:**

16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número)   
 Numero comunidades que tienen acceso al SAP

**C. Cantidad de Agua:**

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía? En litros / segundo

18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X.

SI  NO  (Pasar a la pgta. 21)

20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número)

**D. Continuidad del Servicio:**

21. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1°	2°	3°	4°	5°	
F 1: <u>QUEBZA</u>	<input checked="" type="checkbox"/>			1.3	1.2	1.4	1.1	1.3	1.25
F 2: .....									
F 3: .....									
F 4: .....									
F 5: .....									
I									

22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua? Marque con una X

- Todo el día durante todo el año   
 Por horas sólo en época de sequía   
 Por horas todo el año   
 Solamente algunos días por semana

**E. Calidad del Agua:**

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 25)

24. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCIÓN		
	Baja cloración (0 - 0.4 mg/lt)	Ideal (0.5 - 0.9 mg/lt)	Alta cloración (1.0 - 1.5 mg/lt)
Parte alta			
Parte media			
Parte baja			

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X  
 Agua clara  Agua turbia  Agua con elementos extraños
26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X  
 SI  NO
27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marque con una X  
 Municipalidad  MINSA  JASS   
 Otro  (nombrarlo)..... Nadie

**F. Estado de la Infraestructura:**

o Captación. **Altitud:**  **X:**  **Y:**

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema?  (Indicar el número)

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones. Marque con una X

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la captación		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
Capt. 1		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
...								

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Capt. 1	<input checked="" type="checkbox"/>							
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
...								

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura? Marcar con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:  
 B = Bueno  
 R = Regular  
 M = Malo



o Caja o buzón de reunión.

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI  NO

32. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
:								

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
C 1	X							
C 2								
C 3								
C 4								
...								

33. Describa el estado de la estructura. Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla			Tubería de limpia y rebose			Dado de protección						
		Si tiene			Seguro				No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene							
		Concreto	Metal		Madera	No tiene	Si tiene								B	R	M	B	M	B	M
			B	R																	
C 1																					
C 2																					
C 3																					
C 4																					
:																					

o Cámara rompe presión CRP-6.

34. ¿Tiene cámara rompe presión CRP-6? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 38)

35. ¿Cuántas cámaras rompe presión tiene el sistema?  (Indicar el número)

36. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cámaras rompe presión (CRP-6). Marque con una X

CRP 6	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la CRP6		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
:								

CRP 6	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
...								

37. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y reboso		Dado de protección		
		Si tiene			Seguro				No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	
		Concreto	Metal	Madera	No tiene	Si tiene	B								R
		B	R	M	B	R	M		a	ne	ce	B	R	M	ne
CRP 1															
CRP 2															
CRP 3															
CRP 4															
:															

38. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X

SI

NO  (Pasará a la pág. 40)

39. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

Descripción	Tubos rompe carga						
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7
Bueno							
Malo							

o Línea de conducción.

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 44)

**Identificación de peligros:**

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> No presenta             | <input type="checkbox"/> Huaycos                |
| <input type="checkbox"/> Crecidas o avenidas                | <input type="checkbox"/> Hundimiento de terreno |
| <input type="checkbox"/> Inundaciones                       | <input type="checkbox"/> Deslizamientos         |
| <input type="checkbox"/> Desprendimiento de rocas o árboles |   |
| <input type="checkbox"/> Contaminación de la fuente de agua |   |

Especifique:

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Enterrada totalmente  Enterrada en forma parcial   
Malograda  Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI  NO

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

Bueno  Regular  Malo  Colapsado

o Planta de Tratamiento de Aguas.

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 47)

**Identificación de peligros:**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No presenta                        | <input type="checkbox"/> Huaycos                |
| <input type="checkbox"/> Crecidas o avenidas                | <input type="checkbox"/> Hundimiento de terreno |
| <input type="checkbox"/> Inundaciones                       | <input type="checkbox"/> Deslizamientos         |
| <input type="checkbox"/> Desprendimiento de rocas o árboles |   |
| <input type="checkbox"/> Contaminación de la fuente de agua |   |

Especifique:

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura? Marque con una X  
 SI, en buen estado  SI, en mal estado  No tiene
46. ¿En que estado se encuentra la estructura? Marque con una X  
 Bueno  Regular  Malo

o Reservorio.

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X  
 SI  NO
48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
RESERVORIO 1		X			X			
RESERVORIO 2								
RESERVORIO 3								
RESERVORIO 4								
:								

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1	X							
Reservorio 2								
Reservorio 3								
Reservorio 4								
...								

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X.

DESCRIPCIÓN	ESTADO ACTUAL	ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si Tiene			Seguro	
Volumen: <input type="text"/> m <sup>3</sup>			Bueno	Regular	Malo	Si Tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto.			X			
	Metálica.						
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto.			X			
	Metálica.						
	Madera.						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento							
Caja de válvulas				X			
Canastilla			X				
Tubería de limpia y reboso			X				
Tubo de ventilación			X				
Hipoclorador			X				

Válvula flotadora		X			
Válvula de entrada		X			
Válvula de salida				X	
Válvula de desagüe				X	
Nivel estático				X	
Dado de protección				X	
Cloración por goteo					
Grifo de enjuague		X			

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

**o Línea de Aducción y red de distribución.**

50. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

- Cubierta totalmente       Cubierta en forma parcial   
 Malograda       Colapsada       No tiene

**Identificación de peligros:**

- No presenta       Huaycos  
 Crecidas o avenidas       Hundimiento de terreno  
 Inundaciones       Deslizamientos  
 Desprendimiento de rocas o árboles  
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

51. ¿Tiene cruces / pases aéreos? Marque con una X

- SI       NO

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

- Bueno       Regular       Malo       Colapsado

**o Válvulas.**

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire	X		2		
Válvulas de purga	X		1		
Válvulas de control	X		2		

**o Cámaras rompe presión CRP-7.**

54. ¿Tiene cámaras rompe presión CRP-7? Marque con una X

- SI       NO

## **Anexo 4: Memoria de Calculo**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO SHUMPILLAN, DISTRITO DE PAROBAMBA, PROVINCIA DE POMABAMBA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021**

<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA</b>		<b>Altitud</b>	3517 msnm	
<b>Region</b>	Ancash	<b>Latitud</b>	8° 17' 59.9" S	
<b>Provincia</b>	Pomabamba	<b>Longitud</b>	78° 1' 10.4" W	
<b>Distrito</b>	Parobamba	<b>FECHA</b>	7/08/2021	
<b>Localidad</b>	Shumpillan			

**MANANTIAL DE LADERA CONCENTRADO**

**Cuadro N°01: Datos para el calculo de la poblacion futura**

POBLACION ACTUAL	182	HABITANTES
POBLACION DE DISEÑO	20	AÑOS

**Cuadro N° 02: Coeficiente de crecimiento anual por departamento ( r )**

Formula	resultado	Unidades
$Pf = Pa * (1 + \frac{r * t}{1000})$	10	Por mil habitantes
	218	Habitantes

Donde:

- Pf: Población futura
- Pa: Población actual
- r: Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes
- t: Periodo de diseño

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES (r)
Valle	0
San	0
Unión	0
San Martín	0
La Libertad	0
Moquegua	0
San José	0
San Agustín	0
San Juan	0
San Carlos	0
San Andrés	0
San Pedro	0
San Mateo	0
San Sebastián	0
San Francisco	0
San Antonio	0
San Marcos	0
San Isidro	0
San Rafael	0
San Nicolás	0
San Blas	0
San Vicente	0
San Pedro de Macoris	0
San Juan de los Rios	0
San Mateo de Chuano	0
San Andrés de Buea	0
San Juan de los Caballeros	0
San Mateo de Chuano	0
San Andrés de Buea	0
San Juan de los Caballeros	0

Numero de pruebas	Volumen (litro)	Tiempo (seg)
1	10	8
2	10	7
3	10	6
4	10	5
5	10	7
Total		33

**2. Caudal máximo de la fuente (Qmax) : Método volumétrico**

Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$T_p = \frac{\text{Volumen (litro)}}{\text{caudal de pruebas}}$	$T_p = \frac{27}{5}$	6.6	seg
$Q_{max} = \frac{F}{T_p}$	$Q_{max} = \frac{3}{5.4}$	1.52	L/seg



POBLACION	CLIMA			
	FRIO		CALIDO	
RURAL	100	L/habitante	100	L/habitante
2000 - 10000	120	L/habitante	150	L/habitante
10000 - 50000	150	L/habitante	200	L/habitante
50000	200	L/habitante	250	L/habitante

Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$Q_m = \frac{P_f * D * t}{86400}$	$Q_m = \frac{218 * 60}{86400}$	0.15	L/seg
$Q_{md} = K1 * Q_m$	$Q_{md} = 1.30 * 0.21$	0.20	L/seg
Qmd es el caudal de diseño para la linea de conduccion			
$Q_{mh} = K2 * Q_m$	$Q_{mh} = 2.0 * 0.21$	0.30	L/seg
Qmh es el caudal de diseño para el reservorio			

0.15  
0.20  
0.30

## DISEÑO ESTANDARIZADO TIPO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LOS PROYECTOS EN EL AMBITO RURAL

### DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Qdiseño=0.50lps)

Gasto Máximo de la Fuente:	Q <sub>max</sub> =	0.75 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Q <sub>min</sub> =	0.65 l/s
Gasto Máximo Diario:	Q <sub>md1</sub> =	0.50 l/s

#### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:  $Q_{max} = v_2 \times C_d \times A$

Despejando:  $A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times C_d}$

Donde: Gasto máximo de la fuente: Q<sub>max</sub>= 0.75 l/s

Coefficiente de descarga: C<sub>d</sub>= 0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g= 9.81 m/s<sup>2</sup>

Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$

v<sub>2t</sub>= 2.24 m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: v<sub>2</sub>= 0.60 m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área requerida para descarga: A= 0.00 m<sup>2</sup>

Además sabemos que:  $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): D<sub>c</sub>= 0.04 m

D<sub>c</sub>= 1.76 pulg

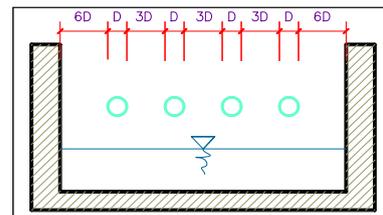
Asumimos un Diámetro comercial: D<sub>a</sub>= 2.00 pulg (se recomiendan diámetros < ó = 2")  
0.05 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

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

Número de orificios: **Norif= 2 orificios**



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:

$$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: **b= 0.90 m** (Pero con 1.50 también es trabajable)

#### 2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que:  $H_f = H - h_o$

Donde: Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m

Además:  $h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio: h<sub>o</sub>= 0.03 m

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación: **H<sub>f</sub>= 0.37 m**

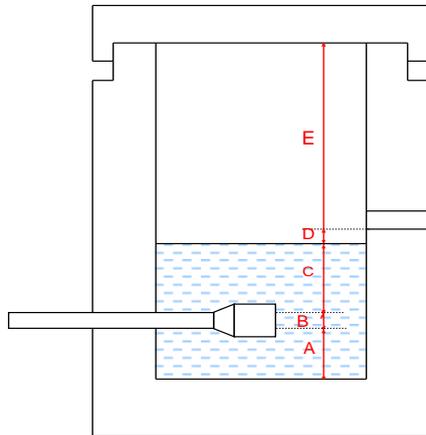
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Distancia afloramiento - Captación: **L= 1.24 m**      **1.25 m Se asume**

### 3) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas.  
Se considera una altura mínima de 10cm

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

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

$$B = 0.025 \text{ cm} \quad \ll \quad 1 \text{ plg}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).

$$D = 10.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

$$E = 40.00 \text{ cm}$$

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 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Q	m <sup>3</sup> /s
A	m <sup>2</sup>
g	m/s <sup>2</sup>

Donde: Caudal máximo diario:  $Qmd = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$   
Área de la Tubería de salida:  $A = 0.002 \text{ m}^2$

Por tanto: Altura calculada:  $C = 0 \text{ m}$

Resumen de Datos:

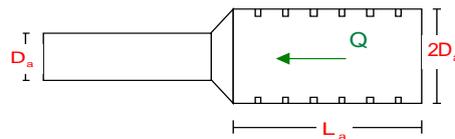
A= 10.00 cm  
B= 2.50 cm  
C= 30.00 cm  
D= 10.00 cm  
E= 40.00 cm

Hallamos la altura total:  $Ht = A + B + H + D + E$

$$Ht = 0.93 \text{ m}$$

Altura Asumida: **Ht= 1.00 m**

### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:



#### Diámetro de la Canastilla

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

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

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

#### Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

$$L = 3 \times 1.0 = 3 \text{ pulg} = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1.0 = 6 \text{ pulg} = 15.2 \text{ cm}$$

$$L_{canastilla} = 15.0 \text{ cm} \quad \text{¡OK!}$$

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura= 5 mm (medida recomendada)  
 largo de la ranura= 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura:  $A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.0000350 \text{ m}^2$

**Debemos determinar el área total de las ranuras ( $A_{TOTAL}$ ):**

$$A_{TOTAL} = 2A_r$$

Siendo: Área sección Tubería de salida:  $A_s = 0.0020268 \text{ m}^2$

$$A_{TOTAL} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

El valor de  $A_{total}$  debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

Donde: Diámetro de la granada:  $D_g = 2 \text{ pulg} = 5.08 \text{ cm}$   
 $L = 15.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0119695 \text{ m}^2$$

Por consiguiente:  $A_{TOTAL} < A_g$  **OK!**

Determinar el número de ranuras:

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

**Número de ranuras : 115 ranuras**

### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%  
 La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

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

#### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75 \text{ l/s}$   
 Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.54 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_R = 1.5 \text{ pulg}$**

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75 \text{ l/s}$   
 Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.54 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_L = 1.5 \text{ pulg}$**

### Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente: 0.75 l/s  
 Gasto Mínimo de la Fuente: 0.65 l/s  
 Gasto Máximo Diario: 0.50 l/s

#### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): 2.0 pulg  
 Número de orificios: 2 orificios  
 Ancho de la pantalla: 0.90 m

#### 2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

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

#### 3) Altura de la cámara húmeda:

$H_t = 1.00 \text{ m}$   
 Tubería de salida= 1.00 plg

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:

Diámetro de la Canastilla: 2 pulg  
 Longitud de la Canastilla: 15.0 cm  
 Número de ranuras : 115 ranuras

#### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

Tubería de Rebose: 1.5 pulg  
 Tubería de Limpieza: 1.5 pulg

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

DATOS

CAUDAL MAXIMO DIARIO : #####  
 COEFICIENTE C : (R.N.E) Entonces sera de :  
 Se

DESCRIPCION	DISTANCI A HORIZON	NIVEL DINAMIC O	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETR O CALCULA	DIAMETR O	VELOCID AD	PERDIDA DE CARGA	$H_f$ ACUMUL ADA	ALTURA PIESOME TR.	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
CAPTACION	00 Km+000.00 m	3,506.00	0.00		0.001						3,506.000	0.000
CAPTACION - CAMARA ROMPE PRESION 1 TP 6	00 Km+520.00 m	3,456.00	520.00	0.096	0.001	21.745	38	1.346 m/Seg.	3.298	3.298	3,502.702	46.7
(1- CRP TP 6)- RESERVORIO	00 Km+980.00 m	3,419.00	460.00	0.080	0.001	22.557	25	1.251 m/Seg.	22.422	25.720	3,476.982	58

## RESERVORIO

CUADRO 08: DATOS PARA EL CALCULO DEL RESERVORIO

Población futura	218	Habitantes
Dotación	60	L/hab/día
Qmd	0.50	L/seg.

Tabla n 11: Calculo del reservorio

Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$V_{reg} = 25\% \left( \frac{p_f * Dot}{1000} \right) * 1 \text{ día}$	$V_{reg} = 0.25 \left( \frac{218 * 60}{1000} \right) * 1$	3.27	m <sup>3</sup>
según el reglamento se considera el 25%			
$V_r = 7\% * Q_{md}$	$V_r = 0.07 \left( \frac{0.27}{1000} \right) * 86400$	3.0	m <sup>3</sup>
según sedapal se considera el 7 %			
SEGÚN MINSA NO SE CONSIDERA EL V <sub>i</sub> EN POBLACIONES RURALES			
$VR = V_{reg} + V_r + V_i$	$VR = 4.44 + 2.72 + 0$	6.3	m <sup>3</sup>
Se considera			
		10.0	
$TII = \left( \frac{V_r}{Q_{md}} \right)$	$TII = \left( \frac{1.8 * 1000}{0.29} \right)$	6048.0	seg
se convierte a horas			
		2	horas
se considera			
		3	horas

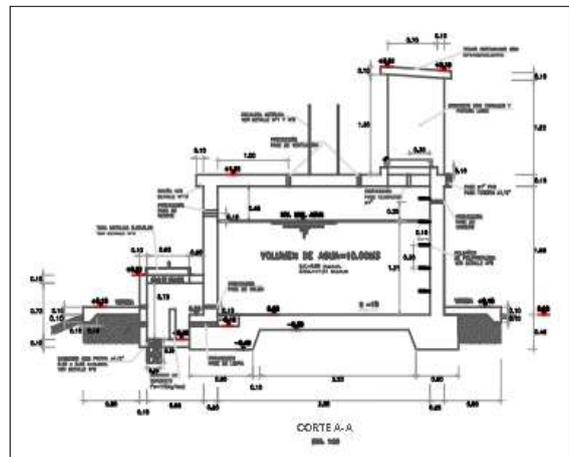
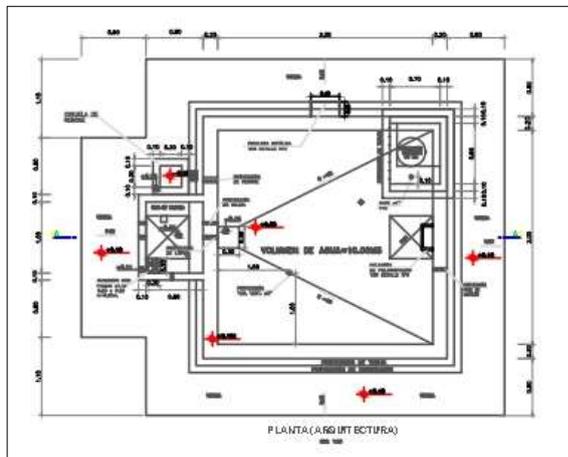


Tabla N 12: Dimensionamiento del reservorio

Se considera una H > 2.50m y < 8.00 m			
asumimos un H de		2.5	m
Formula	despejando formula		
$VR = A * H$	<div style="text-align: center; color: red; font-size: 2em;">→</div>		
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$A = \frac{VR}{H}$	$A = \frac{10}{2.80}$	4	m <sup>2</sup>
se considera un area de	A	5	m <sup>2</sup>

Donde:  
 VR= Volumen de Reservorio 10 m<sup>3</sup>  
 A= Área rectangular del reservorio  
 H= Altura de agua 2.8 m

LARGO Y ANCHO DEL RESERVORIO		
LARGO	2.5	m
ANCHO	2.5	m

CALCULO DE DIAMETRO PARA REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

CUM

RED DE DISTRIBUCION									DIAMETRO		Q <sub>mb</sub> (Lt/s.)	0.300	Q <sub>mit.</sub> (Lt/s./Pp.)	0.00165					CUMPLE	
N°	NUDOS	Cota Dinamico	LONG. (Mt.)	LONG. (KM)	LONG. REAL (Mt.)	N° PP	CAUDAL (L.P.S.)	PENDIENTES (M/KM)	D CALC.(")	D ASUM.(")	VELOCIDAD FLUJO	Hf	H Piezom. Llegada.	H Piezom. Salida.	Presion Llegada	Presion Salida	Parametros de Comprobacion		V O F	
RESERV.	R	3419.00												3420.25		1.25				
1	R - A	3407.00	41.03	0.0410	0.0427	12	0.020	292.47	0.20	3/4	0.67	0.02	3420.23	3420.23	13.23	13.23	<b>1.29</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
2	A - B	3395.00	381.04	0.3810	0.3812	13	0.021	31.49	0.33	3/4	0.68	0.23	3420.00	3420.00	25.00	25.00	<b>2.45</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
3	A - C	3383.00	159.00	0.1590	0.1595	11	0.018	75.47	0.26	1/2	0.74	0.51	3419.48	3419.48	36.48	36.48	<b>3.57</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
4	C-D	3371.00	104.25	0.1043	0.1049	8	0.013	115.11	0.21	3/4	0.65	0.03	3419.46	3419.46	48.46	48.46	<b>4.74</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
5	D-E	3359.00	160.12	0.1601	0.1606	11	0.018	74.94	0.26	3/4	0.66	0.07	3419.38	3419.38	37.48	37.48	<b>3.67</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
6	D-F	3347.00	222.21	0.2222	0.2225	7	0.012	54.00	0.24	3/4	0.64	0.04	3419.34	3419.34	49.46	72.34	<b>4.84</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
7	C-G	3335.00	69.45	0.0695	0.0705	13	0.021	172.79	0.24	3/4	0.68	0.04	3419.30	3419.30	38.48	38.48	<b>3.77</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
8	G-H	3323.00	194.33	0.1943	0.1947	6	0.010	61.75	0.22	3/4	0.63	0.03	3419.27	3419.27	50.46	50.46	<b>4.94</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
9	G-I	3311.00	95.65	0.0957	0.0964	10	0.016	125.46	0.23	3/4	0.66	0.04	3419.23	3419.23	39.48	39.48	<b>3.86</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
10	I-J	3299.00	106.20	0.1062	0.1069	14	0.023	112.99	0.26	1/2	0.78	0.54	3418.70	3418.70	51.46	51.46	<b>5.04</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
11	I-K	3287.00	551.65	0.5517	0.5518	8	0.013	21.75	0.30	3/4	0.65	0.14	3418.56	3418.56	40.48	40.48	<b>3.96</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
12	K-L	3275.00	298.58	0.2986	0.2988	10	0.016	40.19	0.29	1/2	0.73	0.81	3417.75	3417.75	52.46	52.46	<b>5.13</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
13	K-M	3263.00	435.37	0.4354	0.4355	9	0.015	27.56	0.30	3/4	0.65	0.13	3417.62	3417.62	41.48	41.48	<b>4.06</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
14	M-N	3251.00	69.50	0.0695	0.0705	11	0.018	172.66	0.22	1/2	0.74	0.22	3417.39	3417.39	53.46	53.46	<b>5.23</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
15	M-O	3239.00	120.20	0.1202	0.1208	10	0.016	99.83	0.24	3/4	0.66	0.05	3417.35	3417.35	42.48	42.48	<b>4.16</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
16	O-P	3227.00	330.22	0.3302	0.3304	12	0.020	36.34	0.31	3/4	0.67	0.17	3417.17	3417.17	54.46	54.46	<b>5.33</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
17	O-Q	3215.00	316.00	0.3160	0.3162	9	0.015	37.97	0.28	1/2	0.72	0.70	3416.47	3416.47	43.48	43.48	<b>4.26</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
18	Q-R	3203.00	208.00	0.2080	0.2083	5	0.008	57.69	0.20	1/2	0.67	0.16	3416.31	3416.31	55.46	55.46	<b>5.43</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
19	Q-S	3191.00	81.56	0.0816	0.0824	3	0.005	147.13	0.14	1/2	0.64	0.02	3416.29	3416.29	44.48	44.48	<b>4.35</b>	<b>Bar</b>	<b>SERIE 13.3 (Clase 7.5)</b>	CUMPLE
<b>LONG. TOTAL EN METROS</b>			<b>3,944.362</b>	<b>3,654.802</b>	<b>3,664.056</b>	182														

### DISEÑO CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6

PROYECTO :

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO SHUMPILLAN, DISTRITO DE PAROBAMBA, PROVINCIA DE POMABAMBA, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021

#### 1. Cámara Rompe Presión:

Se conoce :  $Q_{md} =$   l/s (Caudal máximo diario)

$D =$

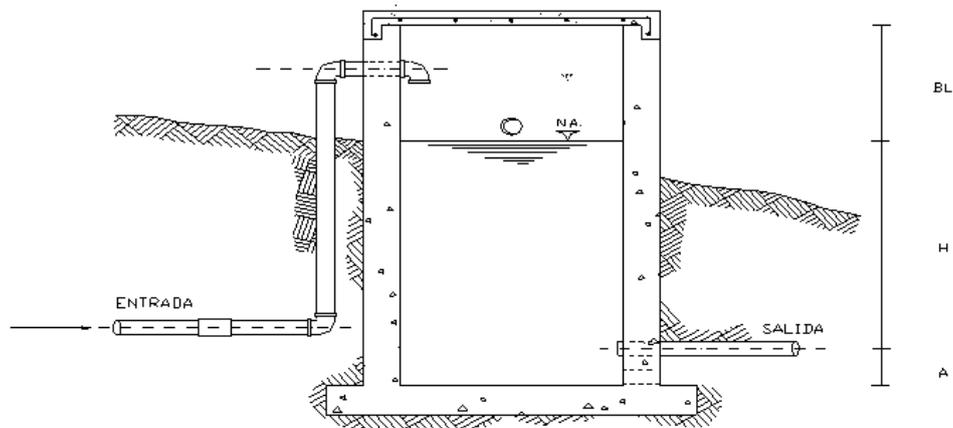
Del gráfico :

A: Altura mínima = 10.0 cm      0.10 m  
 H : Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir  
 BL : Borde libre = 40.0 cm      0.40 m  
 H<sub>t</sub> : Altura total de la Cámara Rompe Presión  
 $H_t = A+H+BL$

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario la carga requerida (H)  
 Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

Se sabe :

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2 * g} \quad \text{y} \quad V = \frac{Q}{A}$$



$$V = 0.99 \text{ m/s}$$

Reemplazando en:

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

$$H = 0.077 \text{ m} \quad 8 \text{ cm}$$

Por procesos constructivos tomamos H = 0.4 m

Luego :

$$\begin{aligned} H_t &= A + H + BL \\ H_t &= 0.1 + 0.4 + 0.4 \\ H_t &= 0.90 \text{ m} \end{aligned}$$

Con menor caudal se necesitarán menores dimensiones, por lo tanto la sección de la base de la cámara rompe presión para la facilidad del proceso constructivo y por la instalación de accesorios, consideraremos una sección interna de 0.60 \* 0.60 m

## 2. Cálculo de la Canastilla:

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

$$D_c = 2 \times D$$

$$D_c = 2 \quad \text{pulg}$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$L = (3 \times D) \times 2.54 = 7.62 \quad \text{cm}$$

$$L = (6 \times D) \times 2.54 = 15.24 \quad \text{cm}$$

$$\text{Lasumido} = 20 \quad \text{cm}$$

Area de ranuras:

$$A_r = 7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}^2$$

$$A_r = 35 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

Area total de ranuras  $A_t = 2 A_s$ , Considerando  $A_s$  como el area transversal de la tubería de salida

$$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$$

$$A_s = 5.07 \quad \text{cm}^2$$

$$A_t = 10.13 \quad \text{cm}^2$$

Area de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

$$A_g = 50.80 \quad \text{cm}^2$$

El numero de ranuras resulta:

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

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = 29$$

## 3. Rebose:

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de

Hazen y Williams ( para  $C=150$ )

$$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro (pulg)

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

Hf = Pérdida de carga unitaria (m/m). Considera = 0.010

$$D = 1.39 \quad \text{pulg}$$

Considerando una tubería de rebose de 2 pulg.

RESUMEN

	Rango	Diámetro mínimo
$Q_{md}$	0.0 - 0.5lps	1.0 pulg
$Q_{md}$	0.5 - 1.0lps	1.0 pulg
$Q_{md}$	1.0 - 1.5lps	1.5 pulg

## **Anexo 5: estudio de agua**



**SEDACHIMBOTE S.A.**

MINISTERIO DE SALUD - GOBIERNO REGIONAL DE CHIMBOTE

**"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia"**

*Chimbote, 07 de julio del 2021*

**CARTA GEGE N° 0230 – 2021**

Señor:

*Walter Luis Ita Bayona*

*Alumno de la Escuela Académica de Ingeniería Civil*

*Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*

*Chimbote*

REF.: Carta d/f 02.06.2021 (Reg. 3549)

*Sirva la presente para dirigirme a usted con la finalidad de dar respuesta al documento en referencia, a través del cual, en su calidad de estudiante de ingeniería civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, hace de conocimiento que se encuentra desarrollando su tesis titulada "Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío Shumpillan, Distrito de Parobamba, Provincia de Pomabamba, Región Áncash, para su Incidencia en la Condición Sanitaria de la Población – 2021", solicitando para ello se le brinden facilidades para la investigación con la información que indica en su documento.*

*En virtud del cual, nuestra Gerencia Técnica hace llegar el Reporte de Resultados de Análisis Físico – Químico y Bacteriológico de la muestra de agua tomada de la captación de la zona de investigación indicada en el título de su tesis, indicando que todos los parámetros analizados reportan valores que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al D.S. N.º 031-2010-SA.*

*Sin otro particular, me suscribo de ustedes.*

*Atentamente*

*[Firma]*  
Ing. Juan A. Sono Cabre  
**GERENTE GENERAL**  
**SEDACHIMBOTE S.A.**



*/apc.*



**SEDACHIMBOTE S.A.**

SECTOR DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO DEL CENTRO Y NOROCCIDENTE DEL PERÚ

**CONTROL DE CALIDAD**

ANÁLISIS DE AGUA			
DEPARTAMENTO	: ANCASH	MUESTREADO POR	: WALTER LUIS ITA BAYONA
PROVINCIA	: POMABAMBA	FECHA DE RECEPCIÓN	: 07/07/2021
DISTRITO	: PAROBAMBA	HORA DE RECEPCIÓN	: 10:20 A.M.
TIPO DE FUENTE	: CAPTACIÓN	FECHA DE MUESTREO	: 12/07/2021
PUNTO DE MUESTREO	: SUPERFICIAL	HORA DE MUESTREO	: 09:00 A.M.
<b>OBSERVACIÓN:</b> TESIS, EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO SHUMPILLAN, DISTRITO DE PAROBAMBA, PROVINCIA DE POMABAMBA, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2021.			

PARÁMETROS DE CONTROL	RESULTADOS	L.M.P. (D.D. N° 031-2010-SA)
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>		
Coliformes Totales, UFC/100m.	1	0
Coliformes Fecales, UFC/100m.	0	0
Bacterias Heterotróficas, UFC/100m.		500
<b>ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICOS</b>		
Cloro Residual libre, mg/L	0.75	>=0.50
Turbidez, UNT	0.82	5
pH	7.20	6.5 a 8.5
Temperatura, C°	20.41	
Color Aparente, UC	0	0
Color, UCV escala Pt-Co	0	15
Conductividad, us/cm	473	0
Sólidos Disueltos Totales, mg/L	419	1,000
Salinidad, ‰/100	0.40	-
Alcalinidad Total, mg/L	166	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína, mg/L	0	-
Dureza Total, mg/L	261	500
Dureza Cálcica Total, mg/L	270	-
Dureza Magnesiánica, mg/L	83	-
Cloruro, mg/L	152	250
Sulfatos, mg/L	162.20	250
Hierro, mg/L	0.003	0.3
Manganeso, mg/L	0.041	0.4
Aluminio, mg/L	0.025	0.2
Cobre, mg/L	0.0041	2
Nitratos, mg/L	7.98	50

**ANALISTA ÁREA MICROBIOLÓGICA: BLGO. KELLY TAPIA ESQUIVEL**  
**ANALISTA ÁREA FÍSICO QUÍMICO: ING. QCO. ROLANDO LOYOLA SANTOYA**

  
 ING. TAPIA ESQUIVEL KELLY MERCED  
 SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD



  
 ING. ALEJANDRO HUACCHA QUIROZ  
 GERENCIA TÉCNICA



## **Anexo 7: Panel Fotográfico**



Fotografía 1 realizando la encuesta anexo 1 compendium



Fotografía 2 caserío shumpillam trazo de la tubería de conducción



Fotografía 3 reservorio de almacenamiento de agua potable



Fotografía 4 canal existente para riego del caserío



Fotografía 5 camara rompe presion tipo 6



Fotografía 6 Trazo de la linea de conduccion



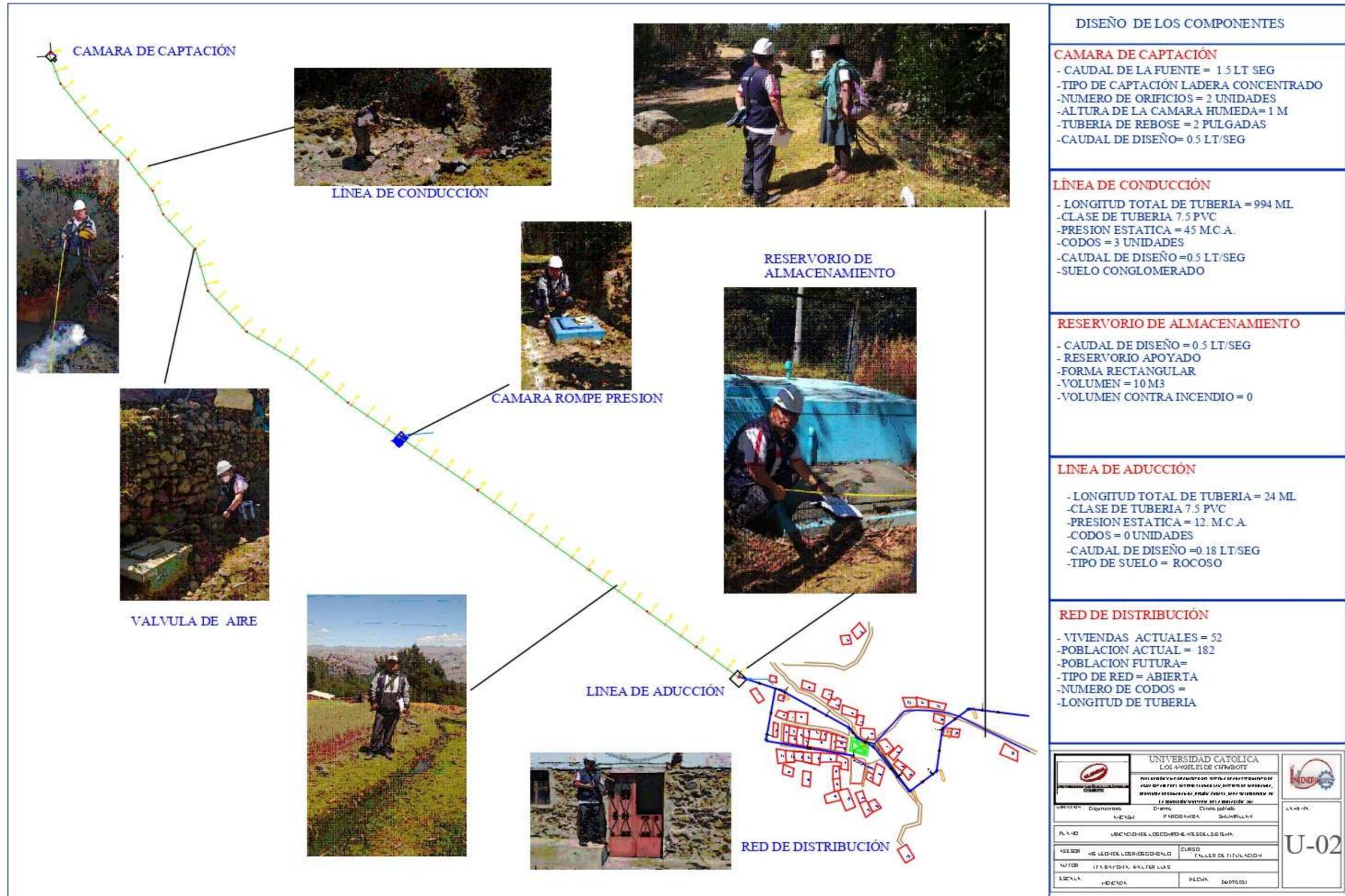
Fotografía 7 aplicación de la encuesta anexo 1 del compendiun



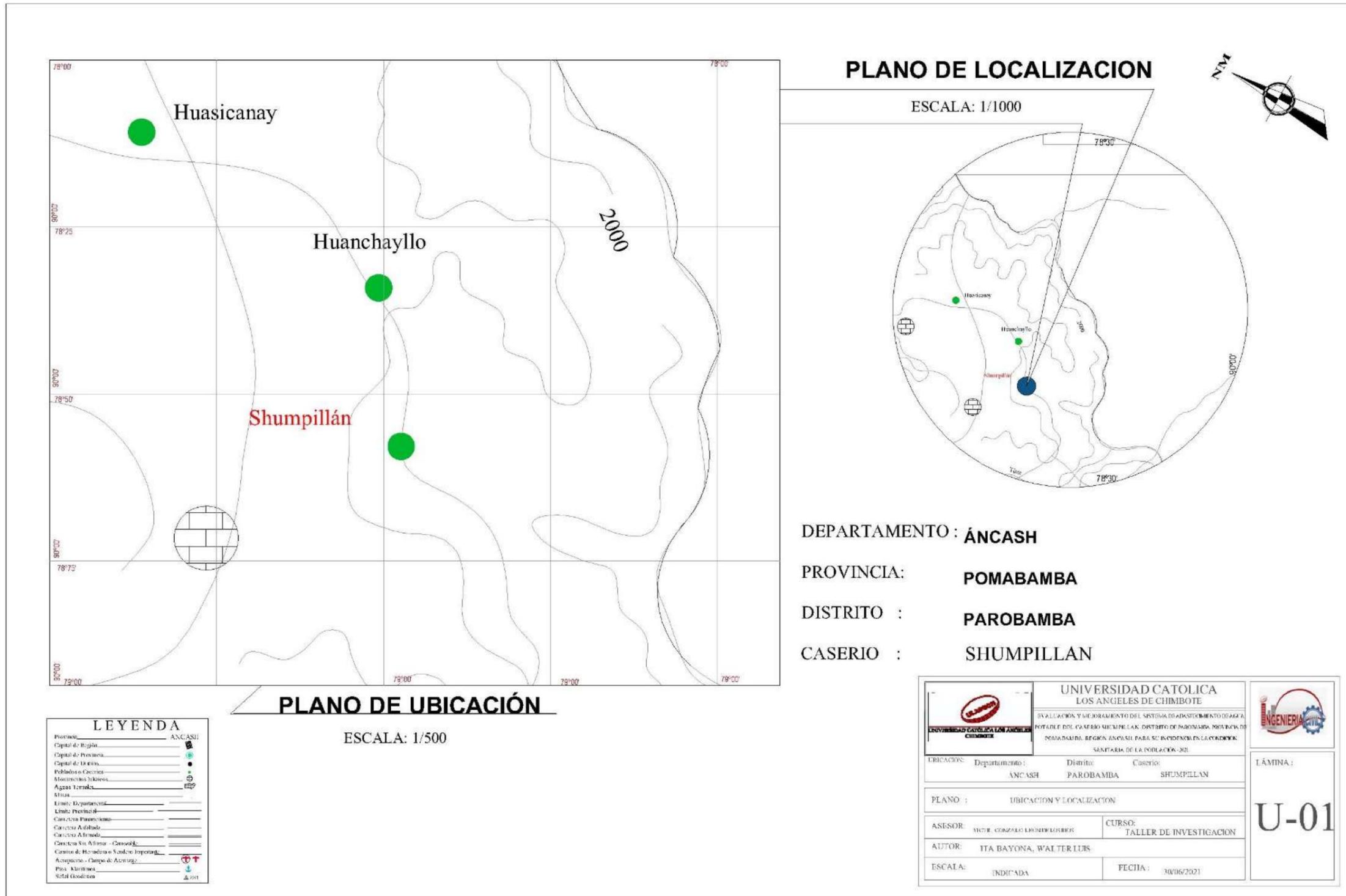
Fotografía 8 aplicación de la encuesta anexo 1 del compendiun

## **Anexo 8: Planos arquitectónicos y estructurales**

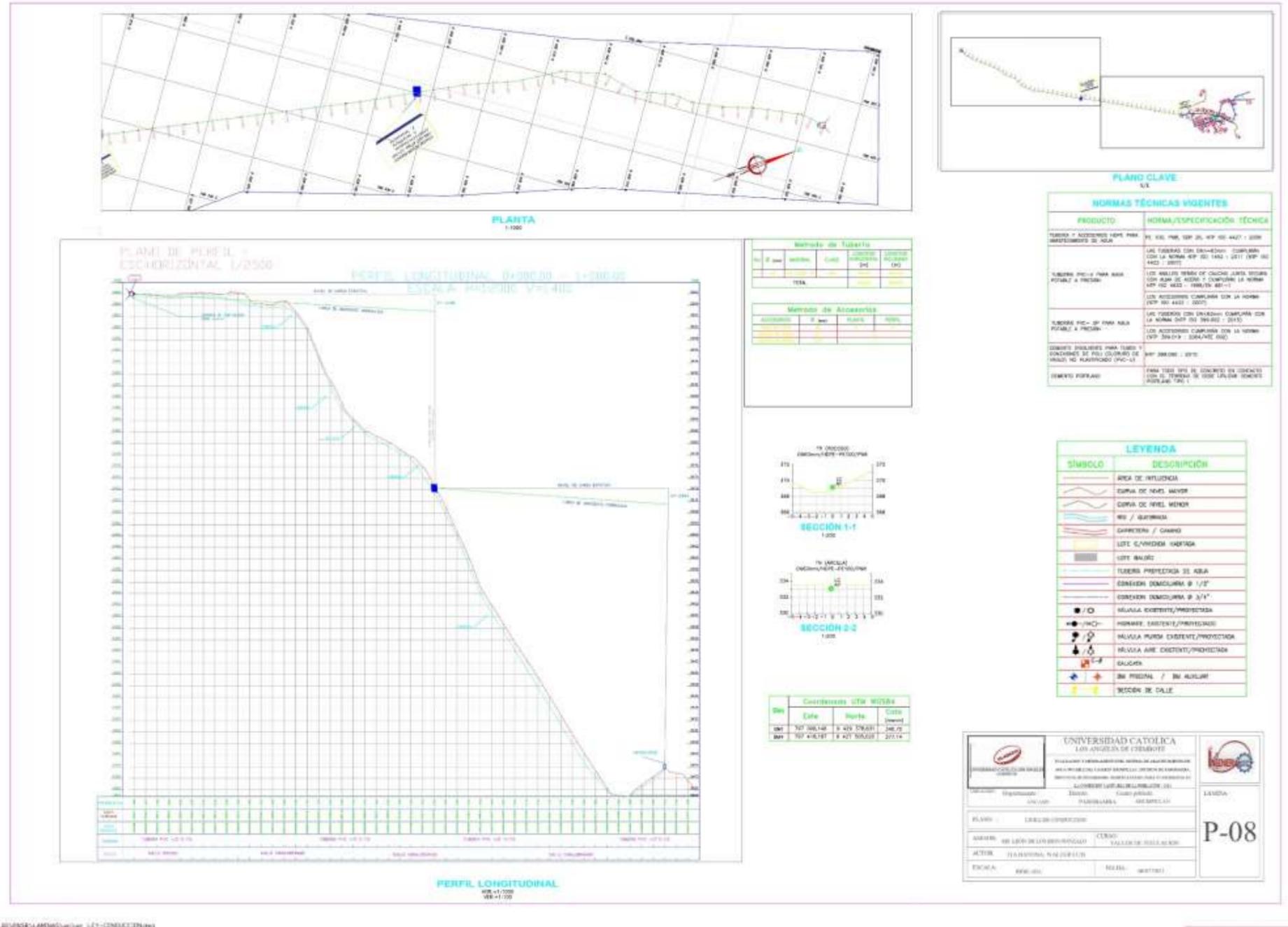
# Plano 1 distribución y ubicación de los componentes



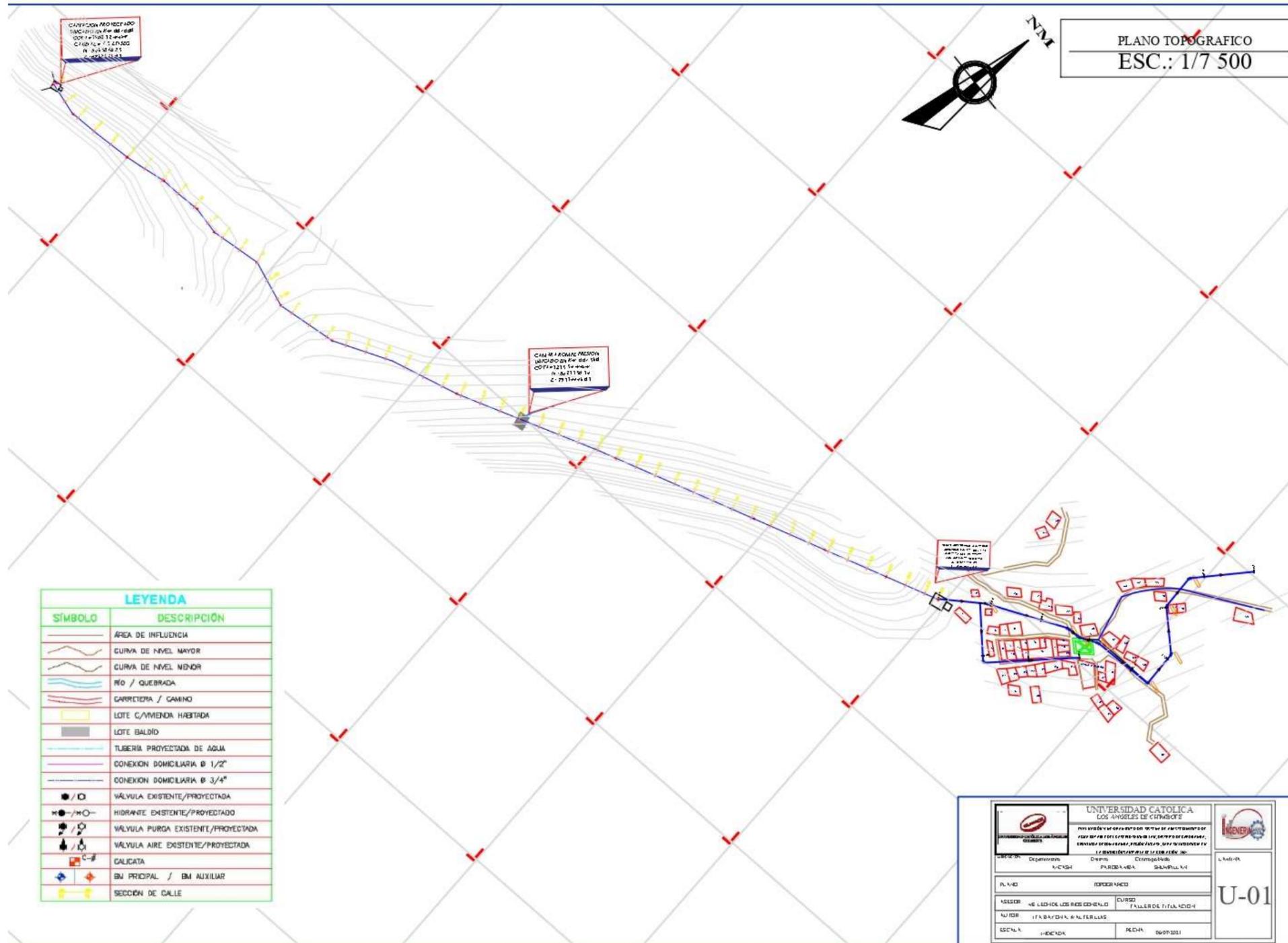
# Plano 2 plano de ubicación y localización



# Plano 3 perfil longitudinal de la línea de conducción

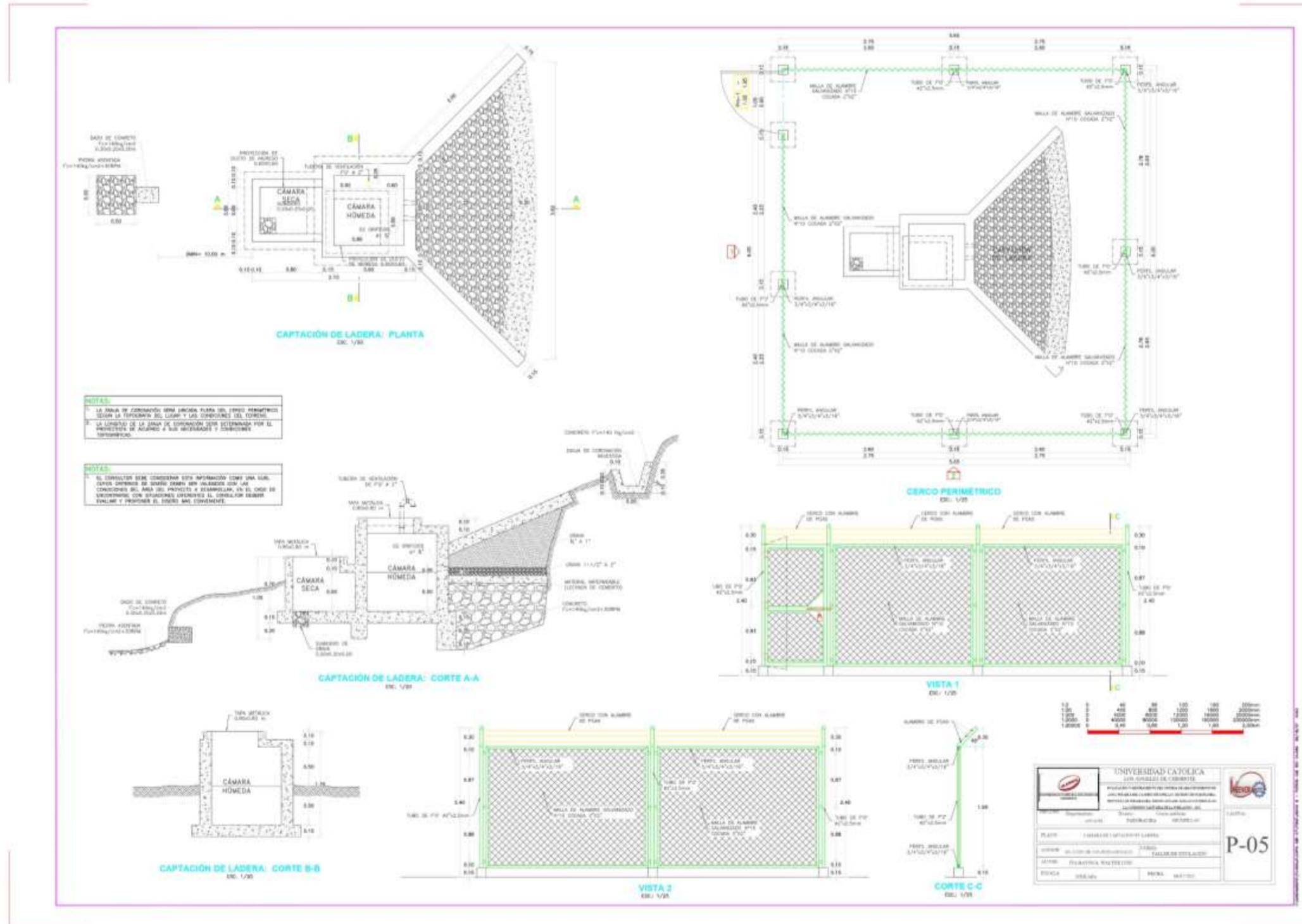


# Plano 4 topografía del centro poblado Shumpillan





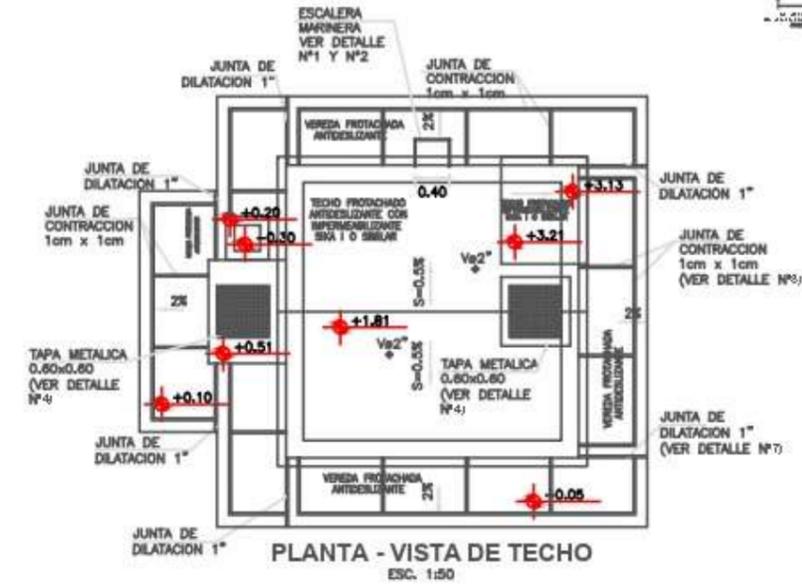
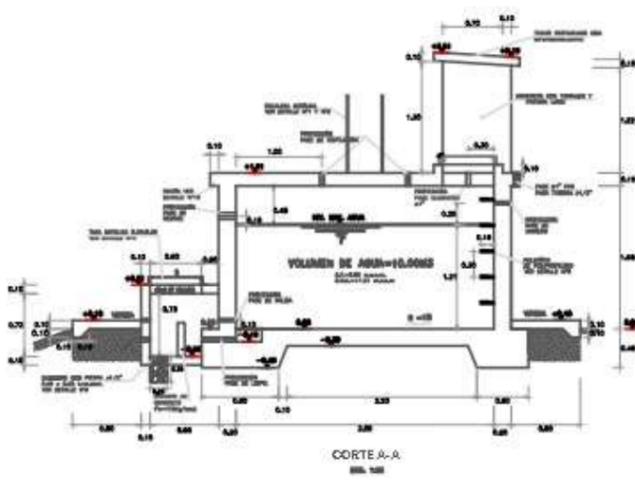
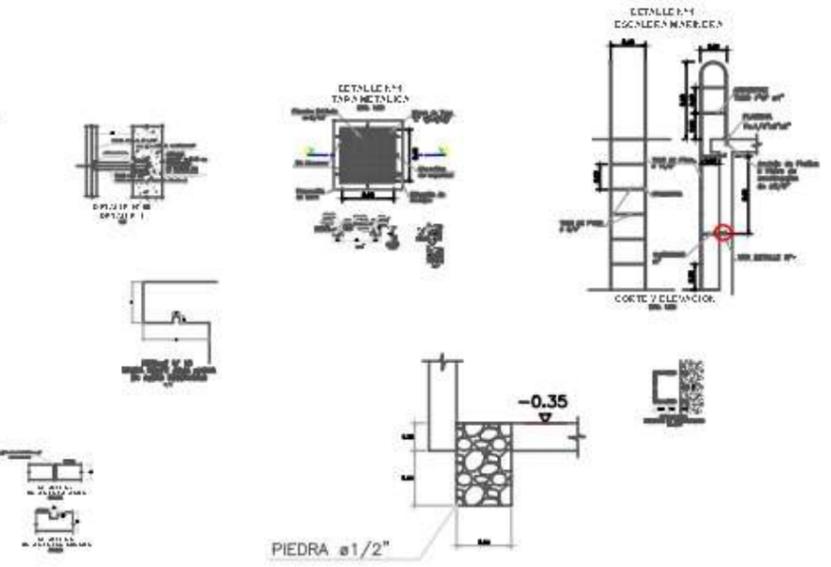
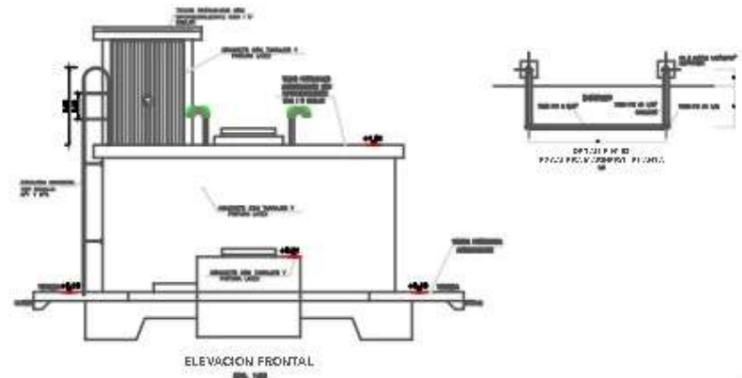
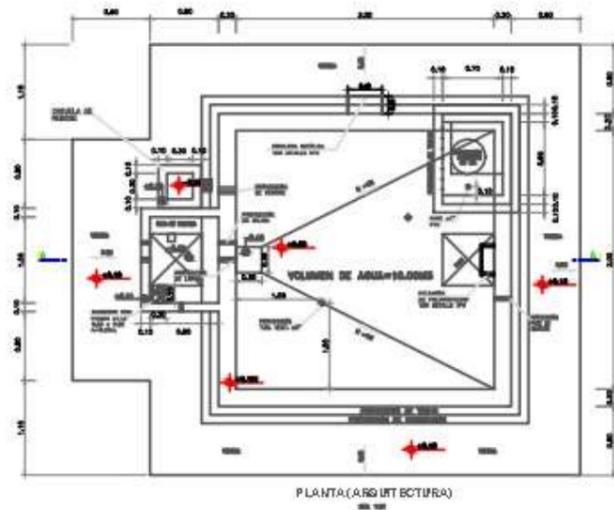
Plano 6 diseño de la cámara de captación





Plano 8 diseño del reservorio de almacenamiento

# PLANTA (ARQUITECTURA)



		<b>UNIVERSIDAD CATOLICA</b> LOS ANGELES DE CHIMBOTE		
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL		INSTITUCION EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR DE INGENIERIA CIVIL DE LOS ANGELES DE CHIMBOTE CARRERA DE INGENIERIA CIVIL TALLER DE TITULACION		
UBICACION DEPARTAMENTO DISTRITO CARRERA	DEPARTAMENTO INGENIERIA CIVIL	DISTRITO PAROQUIA	CARRERA INGENIERIA CIVIL	CÁMERA  <b>P-03</b>
PLANO RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO				
ASESOR ING. LEONEL ROSALES	CURSO TALLER DE TITULACION			
AUTOR IBA BAYONA WALTER LUIS	ESCALA MEDIANA			
FECHA 06/07/2021				

## Plano 9 cámara rompe presión

