



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL  
CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA,  
DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE  
HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA LA  
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA  
POBLACIÓN - 2021.**

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

**AUTORA:**

**RAMIREZ MELGAREJO, SHILLEY ALEXANDRA**

**ORCID: 0000-0002-4927-7006**

**ASESOR:**

**LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL**

**ORCID: 0000-0002-1666-830X**

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2022**

## **1. Título de la tesis**

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash, para la incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.

## **2. Equipo de trabajo**

**Autora**

Ramírez Melgarejo, Shilley Alexandra

ORCID: **0000-0002-4927-7006**

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de pre grado, 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.

**JURADOS**

Mgtr. Sotelo Urbano Johana Del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

**Presidente**

Mgtr. Córdova Córdova, Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

**Miembro**

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002--8238-679X

**Miembro**

### **3. Firma del jurado**

Mgr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

**Presidente**

Mgr. Córdoba Córdoba, Wilmer Oswaldo

**Miembro**

Mgr. Bada Alayo Delva Flor

**Miembro**

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

**Asesor**

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

## **Agradecimiento**

*Ante todo doy gracias a Dios por brindarme la vida y darme la oportunidad de tener unos padres maravillosos que los agradezco mucho porque ellos están en cada paso que doy, siempre apoyándome y demostrándome mucho amor.*

*Doy gracias a la universidad “ULADECH” por brindarme buenos docentes que por ende se les agradece por sus enseñanzas y ayudarme en mi formación académica y profesional; principalmente a mi asesor de tesis Mgtr. León De Los Ríos, Gonzalo Miguel, por su apoyo durante el presente proyecto.*

## **Dedicatoria**

*A mi padre Valentín Ramirez Mejía, por sacarme adelante a pesar de muchas circunstancias siempre estuvo para apoyarme en lo que necesite; a mi madre Janet Melgarejo Minaya, por estar siempre conmigo brindándome su apoyo incondicionalmente, por hacerme una persona de bien con su buen ejemplo y consejos.*

*Dedico también a mis amigos y docentes que estuvieron durante el trayecto de mi carrera profesional.*

## **5. Resumen y abstract**

### **Resumen**

La presente tesis fue desarrollado bajo la línea de investigación: Sistema de abastecimiento de agua potable en donde el enunciado del problema planteado de la investigación fue **¿La evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable mejorarán la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash - 2021?**, para responder al enunciado se planteó un **objetivo general:** Realizar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash. La **metodología** empleada fue de tipo descriptivo porque describe todo lo que se encuentra en el lugar sin alterar datos, el nivel de investigación fue exploratorio porque se recolecta información exacta para poder estudiar la realidad en su contexto natural, El estudio del proyecto desarrollado fue no experimental porque describe los fenómenos tal y como están sin alteraciones de datos, y así poder analizar y hacer un nuevo diseño de mejoramiento. La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, y la **muestra** estuvo conformado por el sistema de abastecimiento del centro poblado. **Los resultados** tienen coincidencia con los objetivos planteados de la investigación, la evaluación arrojó un funcionamiento deficiente que por ende se propone un nuevo diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la población.

**Palabras clave:** Sistema de abastecimiento de agua potable y condición sanitaria, evaluación, mejoramiento.

### **Abstract**

This thesis was developed under the research line: Drinking water supply system where the statement of the problem posed by the research was ¿The evaluation and improvement of the drinking water system will improve the sanitary condition of the Santiago de Huiña populated center, district of Huayán, province of Huarney, Áncash region - 2021?, to respond to the statement, a general objective was proposed: Carry out the evaluation and improvement of the drinking water supply system and its impact on the sanitary condition of the Santiago de Huiña populated center, district of Huayán, province of Huarney, Ancash region. The methodology used was descriptive because it describes everything that is found in the place without altered data, the level of research was exploratory because exact information is collected to be able to study reality in its natural context, the study of the developed project was non-experimental because it describes the phenomena as they are without data alterations, and thus be able to analyze and make a new improvement design. The population was made up of the drinking water supply system in rural areas, and the sample was made up of the supply system of the populated center. The results coincide with the stated objectives of the investigation, the evaluation showed a deficient operation that finally proposes a new design of a drinking water supply system for the population.

Keywords: Drinking water supply system and sanitary condition, evaluation, improvement.

## 6. Contenido

1. Título de la tesis.....	ii
2. Equipo de trabajo .....	iii
3. Firma del jurado .....	v
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	vii
5. Resumen y abstract.....	x
6. Contenido.....	xiii
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros .....	xvi
I. Introducción .....	1
II. Revisión de la literatura .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	4
2.1.3. Antecedentes locales .....	6
2.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	9
2.2.1. Agua: .....	9
2.2.2. Afloramiento.....	11
2.2.3. Aforo .....	11
2.2.4. Fuentes de agua .....	12
2.2.5. Agua potable.....	15
2.2.6. Parámetros de diseño de un sistema de agua potable rural.....	18

2.2.7.	<b>Demanda de agua</b> .....	21
2.2.8.	<b>Dotación por consumo</b> .....	23
2.2.9.	<b>Sistema de abastecimiento de agua potable:</b> .....	24
2.2.10.	<b>Captación:</b> .....	26
2.2.11.	<b>Caudal</b> .....	29
2.2.12.	<b>Línea de conducción</b> .....	30
2.2.13.	<b>Reservorio</b> .....	35
2.2.14.	<b>Línea de aducción:</b> .....	40
2.2.15.	<b>Red de distribución</b> .....	42
2.2.16.	<b>Condición sanitaria:</b> .....	47
<b>III.</b>	<b>Hipótesis</b> .....	50
<b>IV.</b>	<b>Metodología</b> .....	51
4.1.	<b>Diseño de la investigación</b> .....	51
4.2.	<b>Población y Muestra</b> .....	52
4.3.	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	55
4.4.	<b>Plan de análisis</b> .....	56
4.5.	<b>Matriz de consistencia</b> .....	59
4.6.	<b>Principios éticos</b> .....	62
<b>V.</b>	<b>Resultados</b> .....	63
5.1.	<b>Resultados</b> .....	63
5.2.	<b>Análisis de resultados</b> .....	77

<b>VI. Conclusiones</b> .....	80
<b>Aspectos complementarios:</b> .....	82
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	84
<b>Anexos</b> .....	88

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

### Índice de gráficos:

Gráfico 1: calidad de agua potable .....	73
Gráfico 2: continuidad de agua potable .....	74
Gráfico 3 cobertura de agua potable .....	75
Gráfico 4 cantidad de agua potable.....	76

## Índice de tablas:

<b>TABLA 1.</b> Diseño de la cámara de captación .....	69
<b>TABLA 2.</b> Diseño de la línea de conducción.....	71
<b>TABLA 3.</b> Diseño del reservorio de almacenamiento .....	72

## Índice de cuadros:

<b>Cuadro 1.</b> Coeficiente de crecimiento poblacional.....	20
<b>Cuadro 2.</b> Precipitación por regiones .....	49
<b>Cuadro 3.</b> Definición y operacionalización de variables .....	53
<b>Cuadro 4.</b> Matriz de consistencia .....	59

## I. Introducción

La elaboración de la tesis tuvo como objetivo evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento y así lograr elevar el nivel de vida de los moradores de la población, así como mejorar la condición de salubridad de los mismos; ya que en la actualidad se ven problemas de abastecimiento de agua potable. El centro poblado Santiago de Huiña está ubicado a una altura promedio de 548 m.s.n.m. y su vía de acceso es trocha carrozable, donde se evaluó el sistema de agua potable en la actualidad y se determinó deficiencias por lo que fue necesario realizar un proyecto de mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable con la finalidad de una mejora en la condición sanitaria de la población, por tal motivo se planteó un problema, **¿La evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable mejorarán la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash - 2021?**, y en respuesta a tal problema se planteó como **objetivo general:** Realizar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash. Como también se plantearon tres **objetivos específicos:** Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población; elaborar el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población; y por último determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado

Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población. La presente investigación se **justifica** por la necesidad de saber la condición en la que se encuentra el sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, ya que los habitantes no tienen el debido conocimiento para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, por lo tanto los resultados adquiridos de la investigación ayudarán a los encargados a tener conocimiento de los debidos mantenimientos del sistema de abastecimiento con el fin de mantener un buen servicio y uso del sistema de abastecimiento de agua potable de la población. La **metodología** empleada consta de las siguientes características: Tipo de investigación descriptivo porque describe todo lo que se encuentra en el lugar sin alterar datos, el nivel de investigación fue exploratorio porque se recolectó información exacta para poder estudiar la realidad en su contexto natural, El estudio del proyecto desarrollado fue no experimental porque describe los fenómenos tal y como están sin alteraciones de datos, y así poder analizar y hacer un nuevo diseño de mejoramiento. La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, y la **muestra** estuvo conformado por el sistema de abastecimiento del centro poblado, y **la técnica e instrumento** fue de observación directa porque se recopiló información mediante cuestionarios, encuestas y guía de observación. **Los resultados** de la evaluación nos arrojaron un funcionamiento deficiente que por ende se propone un nuevo diseño de sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash.

## II. Revisión de la literatura

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

*Según Quevedo (1)*

En su tesis titulada “Diseño de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico victoria” tuvo como **objetivo** Diseñar las obras de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de Cuyuja, mediante la evaluación del sistema existente garantizando el suministro de agua potable a la población de Cuyuja, aplicándose una **metodología** geométrico que es el modelo comúnmente más usado y el método aritmético para poder comparar la variación existente entre ambos modelos de proyección, se aplicó datos proporcionados por el INEC. Se obtuvo un **resultado** para cada estudio y evaluación tales como estudio de suelos, la calidad del agua, las redes del sistema de agua potable, el sistema de agua potable, estudio topográfico, las redes del sistema de alcantarillado y la calidad del agua residual. Se llegó a la **conclusión** de que el funcionamiento actual del sistema de agua potable de la población Cuyuja ha indicado varios parámetros por los cuales los habitantes no reciben el servicio de agua potable constantemente y aun el servicio recibido no es de la calidad esperada para consumo; los problemas presentados son los siguientes: falta de obra de infraestructura para las fuentes de

captación de agua cruda, no brindar un mantenimiento constante a los filtros en la planta de tratamiento, no tener micro medidores en la red domiciliaria, no tener un macro medidor a la salida de la planta de tratamiento

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

*Según Chalco (2)*

En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cayhua, distrito de Querobamba, provincia de Sucre, región Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población– 2020.” tuvo como **objetivo** desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado de Cayhua, distrito de Querobamba, provincia de Sucre, región Ayacuch, aplicándose una **metodología** de tipo correlacional, nivel cualitativo y cuantitativo, diseño fue no experimental y se aplicó de manera transversal. Se obtuvo un **resultado** para cada estudio y evaluación tales como estudio de suelos, la calidad del agua, las redes del sistema de agua potable, el sistema de agua potable, el sistema de alcantarillado, estudio topográfico, las redes del sistema de alcantarillado y la calidad del agua residual. Se llegó a la **conclusión** de que es ineficiente el estado del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cayhua, el cual se basó en mejorar la captación de manantial de

ladera, con un ancho y largo de 1.10 m y alto de 1.10 m, la línea de conducción de 519.00 m de longitud, con diámetro de 1.00 plg, clase 10.00, tipo PVC, el reservorio rectangular de 10.00 m<sup>3</sup>, largo 3.00 m, ancho 3.00 m y alto 1.21 m, la línea de aducción de 117.00 m de longitud, con diámetro de 1.00 plg, clase 10.00, tipo PVC y la red de distribución que abastecerá a 36 viviendas con diámetros de  $\frac{3}{4}$  y 1.00 plg, clase 10.00, tipo PVC.

*Según Ramírez (3)*

En su tesis titulada “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali - año 2019” tuvo como **objetivo** mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, Distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, Departamento Ucayali - Año 2019, aplicándose una **metodología** de tipo descriptivo no experimental, de corte transversal, en enfoque cualitativo, permitiendo llevar a cabo una recopilación de información en el caserío Puerto Caridad, para corroborar los datos de la población existente.. Se obtuvo un **resultado** para cada estudio y evaluación tales como estudio de suelos, la calidad del agua, las redes del sistema de agua potable, el sistema de agua potable, el sistema de alcantarillado, estudio topográfico, las redes del sistema de alcantarillado y la calidad del agua residual. Se llegó a la **conclusión** de que la población del

caserío Puerto Caridad, pueda acceder servicio de agua potable, deteriorando la calidad de vida de la población. El mejoramiento propuesto aumentara las condiciones sanitarias en un 100% para los beneficiarios.

*Según Carbajo (4)*

En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020” tuvo como **objetivo** Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento del sistema de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima y su incidencia en la condición sanitaria de la población, aplicándose una **metodología** de tipo correlacional, y trasversal. El Nivel de investigación de carácter cualitativo. El diseño descriptivo no experimental. Se obtuvo un **resultado** Se tuvo como resultado, diseño de dos cámaras de captación de tipo ladera, línea de conducción con tubería PVC de 1424m de 2“clase 10. Un reservorio de 25m<sup>3</sup> que abastecerá a una población de 689 proyectados a 20 años. Se llegó a la conclusión de una propuesta de diseño para el mejoramiento de la condición sanitaria en el caserío de Uramasa.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

*Según Cordero (5)*

En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable en el puerto Casma – distrito de comandante Noel – provincia de Casma – Áncash – 2017” tuvo como **objetivo** Evaluar el Funcionamiento Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma, Ancash., aplicándose una **metodología** de tipo descriptivo y diseño no experimental porque no se realiza ninguna manipulación de la variable y sin alteraciones de datos recopilados. Se obtuvo un **resultado** negativo, siendo principalmente la contaminación del agua y para mitigar este punto negativo se dio a conocer una propuesta de mejora a corto plazo. Se llegó a la **conclusión** de se logró realizar la evaluación de la calidad del agua mediante un análisis basado en muestras adquiridas de la red de distribución, estas muestras sirvieron para el análisis microbiológico, parasitológico y fisicoquímico que se basó en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano.

*Según Solano (6)*

En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del Funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano Villa Hermosa II Etapa Distrito de Casma – Ancash, 2017” tuvo como **objetivo** Evaluar el funcionamiento del sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano Villa Hermosa II Etapa, Distrito de Casma

– Ancash, 2017, aplicándose una **metodología** de manera descriptiva donde el investigador logró los datos e información con el instrumento en campo, en este caso la ficha técnica, de tal manera que la población y muestra de la presente investigación está constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable. Se obtuvo un **resultado** para cada estudio y evaluación tales como estudio de suelos, la calidad del agua, las redes del sistema de agua potable, el sistema de agua potable, el sistema de alcantarillado, estudio topográfico, las redes del sistema de alcantarillado y la calidad del agua residual. Se llegó a la **conclusión** de que que el asentamiento Humano Villa Hermosa presentaba fallas en su sistema de abastecimiento en especial como redes domiciliarias incumpliendo lo presentado en la norma, por tal motivo no se encontraba muy bien abastecida de agua potable.

## **2.2. Bases Teóricas de la Investigación**

### **2.2.1. Agua:**

El agua es una sustancia líquida donde sus moléculas están compuestas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

El agua es un elemento líquido, sin sabor olor o color, que cubre la mayor parte de la superficie de la tierra, el agua es muy fundamental para el sostenimiento y la producción de la vida en la tierra, ya que constituye el medio vital de vida y del ecosistema del planeta tierra.

(7)

#### **2.2.1.1. Ciclo de agua**

El ciclo del agua, también conocido como ciclo hidrológico, es el proceso de transformación y circulación que describe cómo se presenta y como se da el movimiento del agua en la tierra.

El agua en el planeta siempre está en movimiento y un cambio constante de estado, desde líquido, a vapor, a hielo y viceversa. (8)

La sostenibilidad del ambiente se relaciona directamente con el ciclo del agua y las intervenciones del hombre. La conservación de la vegetación y del suelo dependen constantemente del ciclo hidrológico. (9)

Tenemos las siguientes etapas del ciclo hidrológico:

Evaporación: Es donde inicia el tratamiento natural del agua por ende es un proceso físico que traspasa

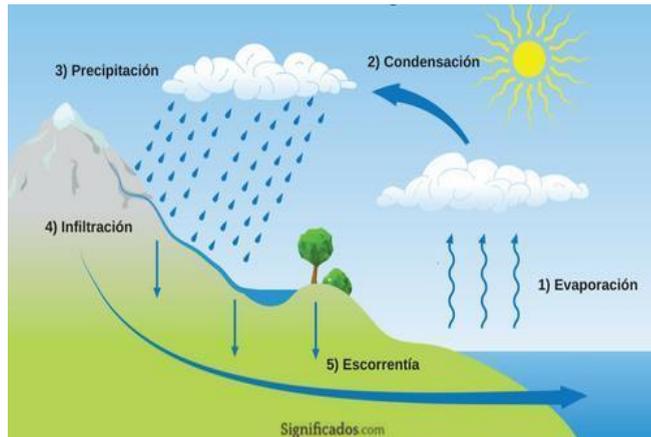
gradualmente de un estado líquido a un estado gaseoso que aumenta la temperatura.

Condensación: Consiste el cambio de estado del contenido de vapor de agua en las masas de aire que se encuentra en la atmósfera a fase líquida que es gracias al enfriamiento de las mismas. La condensación es importante porque gracias a ello se produce las nubes, ya que las nubes pueden producir precipitación y así el agua regresa a la tierra.

Precipitación: Es el agua en forma de aguanieve, nieve, granizo o lluvia que es liberada desde las nubes y cae a la corteza terrestre, siendo el principal proceso por el cual el agua regresa a la tierra.

Infiltración: Es el proceso después que haya caído la precipitación sobre la corteza y así el agua se penetra en el suelo para así seguir con el proceso hidrológico.

Escorrentía: Es el proceso físico que consiste en la corriente de agua que desborda de su depósito por la red de drenaje hasta que alcance la red fluvial y así alimentar a los ríos.



**Figura 1.** Ciclo del agua

### **2.2.2. Afloramiento**

“Es el ascenso de agua de niveles más profundos, más fría y rica en sales nutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos). Esta agua sustituye al agua superficial, más cálida y generalmente más pobre en nutrientes, que ha sido desplazada por la acción del viento.” (10)

**Los factores más importantes que intervienen en la localización, dirección y área de influencia de los afloramientos son:**

- ✓ El ciclo hidrológico de la región
- ✓ La topografía
- ✓ La geología de la cuenca

### **2.2.3. Aforo**

“El aforo consiste en la medición del volumen de agua en un tiempo determinado, existen varios métodos para determinar el volumen del agua, el que se usara en la

población en cuestión es el método volumétrico y de velocidad área.” (11)

#### **2.2.4. Fuentes de agua**

##### **2.2.4.1.Fuentes subterráneas:**

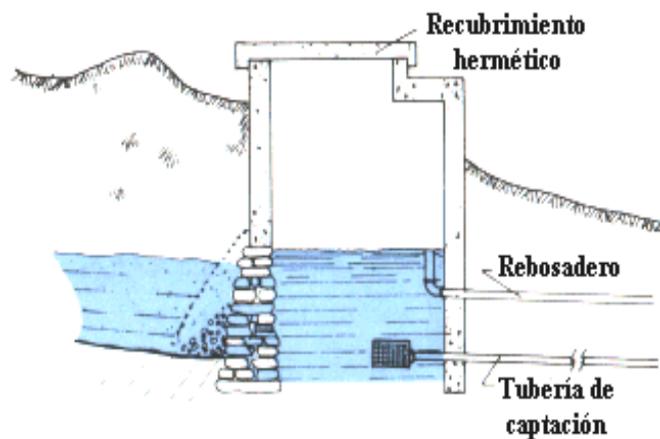
Son masas de agua acumuladas a través de la condensación, que se encuentra bajo la superficie de la corteza terrestre que puede ser recaudada por medio de túneles o perforaciones, como también mana naturalmente hacia la superficie a través de filtraciones o manantiales a los recursos fluviales. Regularmente es agua potable que solo necesita una desinfección.

*Según Sunass (12)*

“Las fuentes subterráneas de las EPS producen aproximadamente 630 mm<sup>3</sup> por año. Las ciudades que utilizan exclusivamente aguas subterráneas de pozos para el abastecimiento de agua potable son Ica, Piura y Huacho. Dadas las características de estas aguas, en estas ciudades como en otras localidades de la costa, es necesario incrementar el uso de aguas superficiales con proyectos de alto costo. Otras ciudades como Pisco, Andahuaylas,

Azángaro y Jauja se abastecen sólo de manantiales y galerías de infiltración.” (12)

La captación Se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares. (11)



*Figura 2.* Captación de agua subterránea.

#### **2.2.4.2. Fuentes superficiales:**

Son generadas mediante la precipitación, son lagos, ríos o deshielos, ya sea reposado o corrientes en la parte superior del suelo.

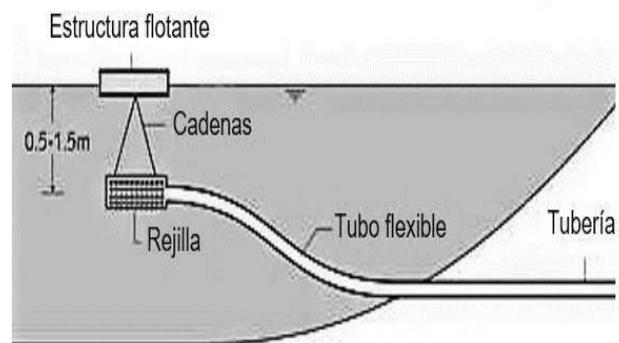
*Según Sunass* (12)

“Las EPS utilizan aproximadamente 892 mm<sup>3</sup> /año de aguas superficiales para el consumo humano con previo tratamiento. Las ciudades que sólo se abastecen de aguas superficiales para dar el servicio de agua potable son Iquitos, Tarapoto, Ayacucho, Juliaca, Cajamarca, Pasco, Moyobamba, Abancay,

Huancavelica, Quillabamba, Puerto Maldonado, Chachapoyas, Bagua y Jaén” (12)

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, arroyos, embalses, etc.

La calidad del agua puede estar contaminada es necesario un tratamiento requerido en caso que no atiendan los requerimientos de calidad para consumo humano (11)

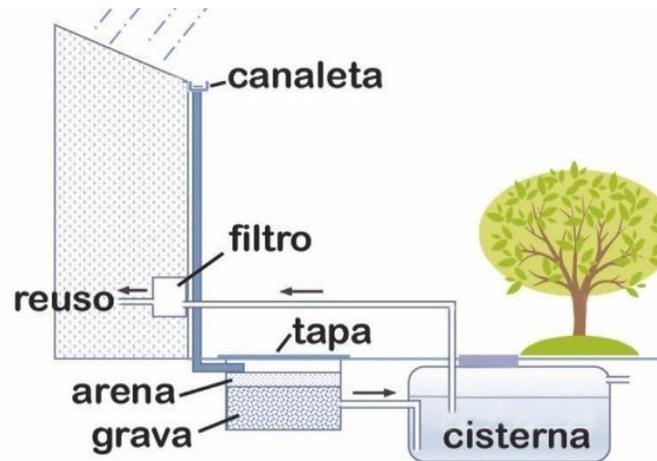


**Figura 3.** Captación de agua superficial.

#### **2.2.4.3. Fuentes pluviales:**

Es cuando el agua no se absorbe por el suelo pero si se almacena debido a la precipitación y se almacena en pozos naturales o en laderas.

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. (13)



*Figura 4.* Captación de agua Pluvial.

#### 2.2.5. Agua potable

El agua potable es útil para el consumo humano, la cual se puede beber o usarse para lavar o preparar alimentos, sin inconvenientes de salubridad, de la cual depende la salud de la comunidad.

“El agua potable en el mundo está constantemente amenazada por la contaminación, por lo que se debe tomar con mucho cuidado el cuidado del agua, para que pueda estar libre de microorganismos y bacterias, lo cual requiere pureza que la hacen apta para el consumo cotidiano”. (7)

*Según OMS* (14), **Consideraciones para una buena calidad de agua potable:**

#### **2.2.5.1.Aspectos microbiológicos:**

La garantía de la higiene del abastecimiento de agua se basa en la aplicación, desde la captación hasta el consumidor. La calidad del agua mejora mediante la fijación de barreras múltiples como la selección, recursos hídricos y una correcta aplicación de series de tratamientos para proteger y mantener la calidad del agua tratada. Debe prestarse una especial atención a la aplicación de un marco para la seguridad del agua y de planes de seguridad del agua. De no haber cumplido con la seguridad del agua, los usuarios quedan expuesto a un riesgo de enfermedades infecciosas.

#### **2.2.5.2.Desinfección:**

Se necesita una buena desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua potable para reducir enfermedades intestinales infecciosas.

Puede controlarse y medirse con facilidad la concentración de algunos desinfectantes de agua de consumo, como el cloro; es recomendable realizar frecuentes análisis si se practica la cloración del agua.

#### **2.2.5.3.Aspectos químicos:**

Es probable que haya muchos productos químicos en el agua potable, pero solo unos pocos traen consigo un peligro para la salud en cualquier circunstancia determinada.

La presencia de nitritos y nitratos en el agua se ha agrupado con la metahemoglobinemia, ante todo en bebés que son alimentados mediante biberón.

Como también hay cálculos de valores de referencia para variados componentes químicos del agua potable y el valor de referencia normalmente presenta la concentración de un componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud.

#### **2.2.5.4.Aspectos radiológicos:**

Debe de tenerse muy en cuenta el riesgo para la salud asociado a la presencia en el agua de consumo de radionúclidos de origen natural, aunque su contribución a la exposición total a radionúclidos es muy pequeña en circunstancias normales.

#### **2.2.5.5.Aspectos relativos a la aceptabilidad:**

El agua no debe presenciar olores o sabores que resulten desagradable para la mayoría de los usuarios.

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento porque

el agua de la naturaleza contiene impurezas que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente.

## **2.2.6. Parámetros de diseño de un sistema de agua potable rural**

### **2.2.6.1. Periodo de diseño**

Para tener en cuenta un periodo de diseño de deben considerar:

- La factibilidad de construcción
- La vida útil de instalaciones
- La factibilidad de construcción
- Posibilidades de financiamiento
- Posibilidades de ampliación de crecimiento de la población

Parámetros de valores para cada población de zonas rurales:

- Obras de captación: 20 años
- Línea de conducción: 10 a 20 años
- Reservorio: 20 años
- Redes de distribución: 10 a 20 años
- Para los proyectos de abastecimiento de agua potable es necesario tener en cuenta un periodo de diseño de 20 años

### 2.2.6.1.1. Método de cálculo

#### ✓ Método geométrico

Con este método se asume que el crecimiento de la población es adecuado al tamaño de esta.

La fórmula es la siguiente:

$$Pf = Pa(1 + r)t$$

Donde:

$Pf$ = población futura

$Pa$ = población actual

$r$ = tasa de crecimiento anual

$t$ = periodo de diseño en años

#### ✓ Método aritmético

Es un método de proyección teórico, es la valorización de la población de diseño.

Para emplear este método se necesita datos de tamaño de la población en dos distintos tiempos.

La fórmula es la siguiente:

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

Donde:

$Pf$ = Población futura

$Po$ = Población actual

$r$ = Coeficiente de crecimiento anual por  
1000 habitantes

$T$ = N° de años

**Cuadro 1.** Coeficiente de crecimiento  
poblacional.

Departamento	Crecimiento anual por 1000 habitantes
Moquegua	10
Loreto	10
Puno	15
Arequipa	15
Apurímac	15
Cusco	15
Ancash	20
La Libertad	20
Junín	20
Cajamarca	25
Huánuco	25
Pasco	25
Lima	25
Piura	30
San Martín	30
Ica	32

Lambayeque	35
Tacna	40
Amazonas	40
Madre de Dios	40

*Fuente:* Instituto Nacional de Estadística e Informática.

### 2.2.7. Demanda de agua

La demanda estimada corresponde al volumen de agua usado por los sectores económicos y la población. Considera el agua que es extraído o que se almacena de los sistemas hídricos y que limita otros usos. (15)

#### 2.2.7.1. Consumo máximo horario

Es la hora máxima de consumo en el día.

Se calcula con la siguiente fórmula:

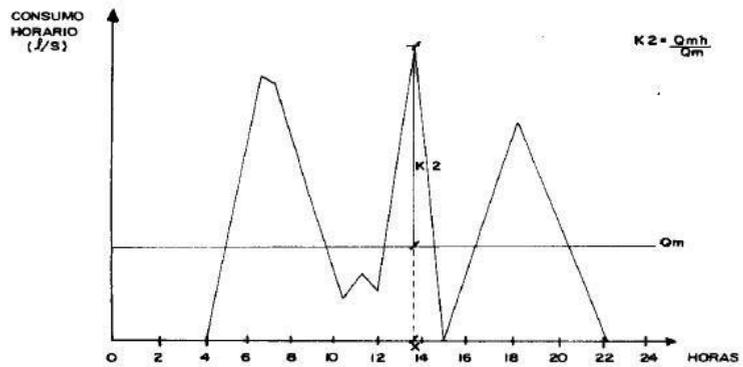
$$Q_{mh} = Q_{md} \times K_2$$

Donde:

$Q_{mh}$  = Consumo máximo horario (l/s)

$Q_{md}$  = Consumo promedio diario (l/s)

$K_2$  = Coeficiente de variación diaria, lo normal es 1.8



**Figura 5.** Variaciones horarias de consumo

### 2.2.7.2. Consumo máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante todos los días del año.

Se calcula con la siguiente fórmula:

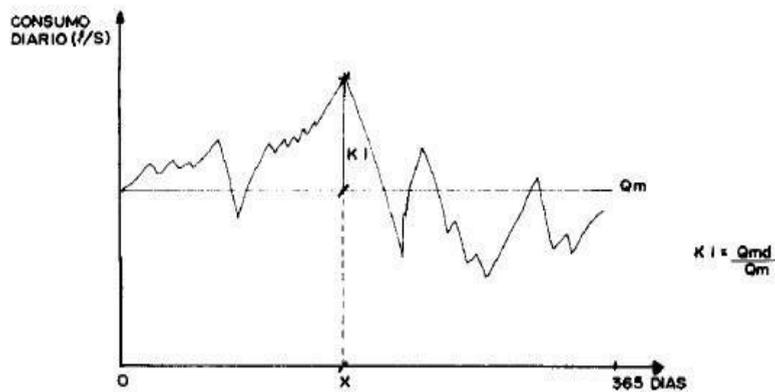
$$Q_{md} = Q_m \times K_1$$

Donde:

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

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

$K_1$  = coeficiente de variación diaria, lo normal es 1.3



**Figura 6.** Variaciones diarias de consumo

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

Es el resultado de una estimación de consumo para la población futura.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot d}{365}$$

Donde:

Qm = consumo promedio diario (l/s)

Pf = Población futura (hab)

d = dotación (l/hab/día)

### 2.2.8. Dotación por consumo

“Es la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realizara en un dia medio anual y siempre se debe de tomar en cuenta las perdidas.” (16)

La dotación se integra por los siguientes consumos:

- ✓ **Consumo doméstico:** varía según los hábitos higiénicos de la población, nivel de vida, grado de desarrollo, usos y costumbres, etc.
- ✓ **Consumo público:** se refiere a los edificios e instalaciones públicas tales como escuelas, mercados, hospitales lavados de redes de alcantarillado, etc.
- ✓ **Consumo industrial:** depende del grado de

industrialización y del tipo de industrias, grandes o pequeñas, las zonas industriales en muchos casos

conducen a un desarrollo urbanístico que tiene como consecuencia un aumento del consumo del agua.

- ✓ **Consumo comercial:** depende del tipo y cantidad de comercio tanto en la localidad como en la región.
- ✓ **Fugas y desperdicios:** es un factor que debe ser considerado. Estas pérdidas aunadas al mal uso de los consumos públicos y al irracional uso doméstico, conducen a **gravar el consumo general de agua.**”

(16)

### **2.2.9. Sistema de abastecimiento de agua potable:**

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras que son necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales que puede ser subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con el sistema (17)

Un correcto diseño del sistema de abastecimiento de agua potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población; por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento. (17)

Un sistema de abastecimiento de agua potable por rudimentario y básico consta de los siguientes elementos:

(18)



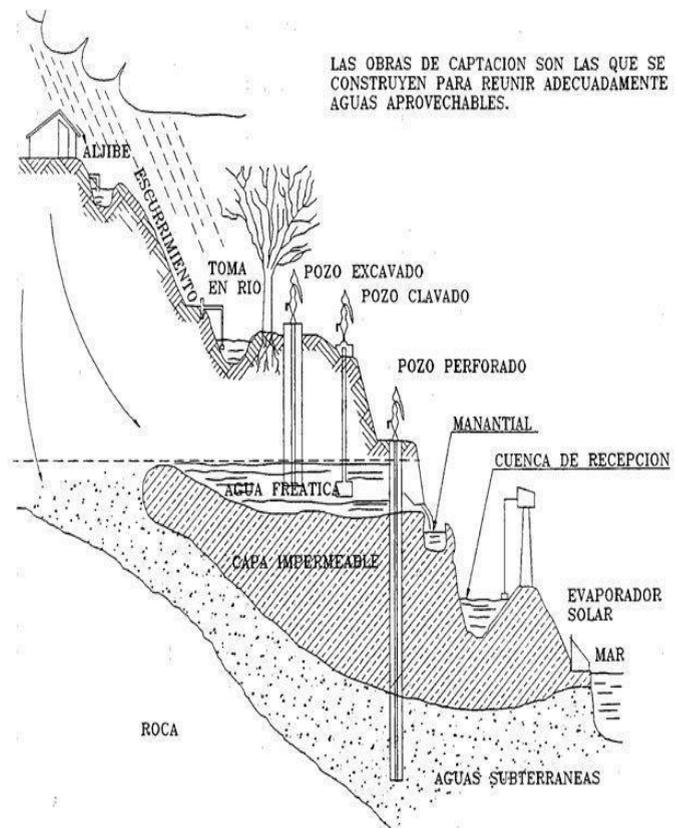
**Figura 7.** Sistema de abastecimiento de agua potable

- ✓ Fuente de abastecimiento: pueden ser ríos, lagos, embalses, agua de lluvias o aguas subterráneas. Las fuentes constan depende de la calidad del agua y de la localización de la fuente con respecto a la población a suministrar.” (18)
- ✓ Obras de captación: estructura para captar el agua. En los casos de agua superficial como ríos, se construyen bocatomas, mientras que para la captación de aguas subterráneas se habla de pozos. (18)

- ✓ Obras para el transporte del agua: el diseño de este elemento dependerá del tipo de fluido. (18)
- ✓ Tratamiento del agua: el agua requiere un tratamiento mínimo de cloración con el objetivo de prevenir a los organismos patógenos durante la conducción del agua. (18)
- ✓ Almacenamiento: debe ser almacenada en un tanque porque el caudal ni la demanda no es siempre el mismo. (18)
- ✓ Distribución: se puede suministrar a través de una pileta o a través de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio. (18)

#### **2.2.10. Captación:**

**2.2.10.1. Definición:** Consiste en recolectar y almacenar agua que proviene de distintas fuentes para su uso beneficiando a las personas de una población. El agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro. (19)



**Figura 8.** Captación

### 2.2.10.2. Tipos de captación:

*Según Acosta (20)*

✓ **Captación de aguas pluviales:** esas

captaciones se puede hacer en los tejados o áreas especiales debidamente dispuestas.

En estas condiciones el agua arrastra las impurezas de dichas superficies, es necesario filtrarla porque el agua arrastra las impurezas de dichas superficies.

- ✓ **Captación directa por gravedad o bombeo:** este caso es común para sistemas rurales por lo que se presentara con mayor detalle en un aparato especial.
- ✓ **Captación directa:** es cuando el agua de un río está relativamente libre de materiales de arrastre en toda época del año.
- ✓ **Captación por bombeo:** se usa la captación por bombeo cuando la captación por gravedad no sea factible.
- ✓ **Captación de aguas subterráneas:** esta captación existe casi en cualquier parte por debajo de la superficie terrestre.
- ✓ **Captación de aguas manantial:** consiste en captar y aprovechar los pequeños manantiales, que se encuentran generalmente en las laderas de las montañas, con el fin de llevar el agua a las partes bajas, donde se aprovechara para el consumo humano.” (20)
- ✓ **Captación de aguas superficiales:** son las que circulan o se hallan estancadas sobre la superficie terrestre que proceden de los ríos, los pantanos, etc. (21)

- ✓ **“Pozos someros:** son los que permiten la explotación del agua freática y/o subálvea. Se construyen con picos y palas.
- ✓ **Captación sumergida tipo dique-toma:** cuando las corrientes de agua de escasos caudal y las secciones transversales del río en el sitio donde se proyecta la bocatoma son de poco ancho (0 a 10m), es conveniente proyectar un dique para garantizar el caudal que se debe captar. (20)

## **2.2.11. Caudal**

**2.2.11.1. Definición:** Caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, a sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específico.  
(22)

Existen 2 fórmulas para determinar el caudal del agua. La primera fórmula se emplea para calcular caudales hasta 10.11% y el segundo para caudales mayores a 10.11%.

Estos son:

**Método volumétrico:** calcula el llenado de un recipiente (vol) en un determinado tiempo (seg), adquiriendo el caudal (l/s)

$$Q = \frac{v}{t}$$

Donde:

Q = caudal

v = volúmen del recipiente en litros

t = tiempo promedio en seg.

Método de la velocidad-área: toma medida de la velocidad de un objeto en un área determinada sobre el paso del agua.

$$Q = 800 * V * A$$

Donde:

Q = caudal

V = velocidad superficial en m/s

A = área de sección transversal en m<sup>2</sup>

## 2.2.12. Línea de conducción

### 2.2.12.1. Definición:

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el

reservorio, aprovechando la carga estática existente. (23)

#### **2.2.12.2. Criterios de diseño:**

Se debe de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) “Carga disponible: la carga disponible bien representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.
- b) Gasto de diseño: es el correspondiente al gasto máximo diario, el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado y el factor del día de máximo consumo.
- c) Clases de tubería: estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática.
- d) Diámetros: para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico.” (23)

### 2.2.12.3. Velocidad:

Es la velocidad del agua que transita en las tuberías produciendo presión en ella.

Se calcula de la siguiente manera:

$$V = 0.355 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde:

V = velocidad

R = radio hidráulico

C = coeficiente de rugosidad relativa

S = pendiente de carga de la línea de alturas piezométric

### 2.2.12.4. Diámetro:

Es el orificio del tubo que a través de ella transita el agua para el consumo humano, el diámetro conducirá a velocidad comprendida entre 0.6 y 3.0m.

Se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

D = diámetro de la tubería

hf = pérdida de carga unitaria

Q = caudal

#### 2.2.12.5. Pérdida de carga:

Gasta energía necesariamente para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería.

#### 2.2.12.6. Pérdida de carga por tramo:

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$H_f = h_f * D$$

Donde:

$H_f$  = pérdida de carga por cada tramo

$h_f$  = pérdida de carga unitaria

$D$  = diámetro en pulgadas

#### 2.2.12.7. Pérdida de carga unitaria:

Se calcula con la siguiente fórmula:

Se calcula con la siguiente fórmula de Hazen y

Williams:

$$h_f = \left( \frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right)$$

Donde:

$h_f$  = pérdida de carga unitaria (m/m)

$D$  = diámetro de la tubería (pulg)

$Q$  = caudal (l/s)

#### 2.2.12.8. Presión:

Es la presión que produce el agua por la cantidad gravitacional contenida en el agua.

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

Donde:

Z = Altura donde se encuentra la tubería

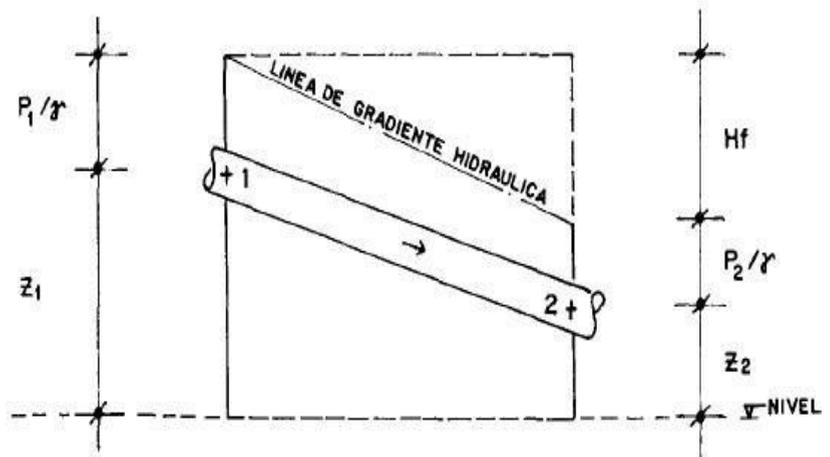
P = presión

$\gamma$  = peso específico del agua

V = velocidad del fluido

$h_f$  = pérdida de carga

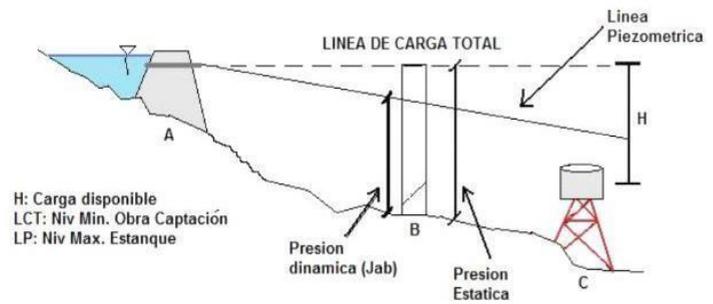
g = aceleración de gravedad (m/s<sup>2</sup>)



*Figura 9.* Energías de presión y posición

### 2.2.12.9. Carga disponible:

Viene representada por la diferencia de altura entre el reservorio y la captación.



**Figura 10.** Carga disponible

#### 2.2.12.10. Caudal de diseño:

Es necesario que la estructura tenga capacidad para conducir como mínimo un caudal máximo diario. Se debe de utilizar al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado.

#### 2.2.13. Reservorio

##### 2.2.13.1. Definición:

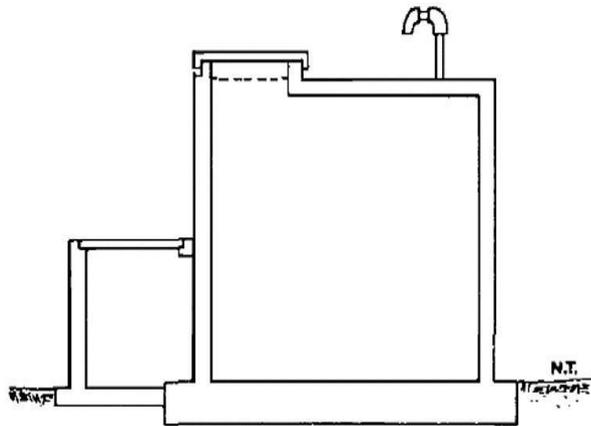
Es un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construyen y a su vez compensan las variaciones horarias de su demanda. La utilización del reservorio garantiza una permanente disponibilidad de líquido en los lugares que se requiera. A su vez proporciona un aumento en la presión y caudal del agua, siempre

y cuando estén sus tuberías correctamente instaladas. (24)

### 2.2.13.2. Tipos de reservorio:

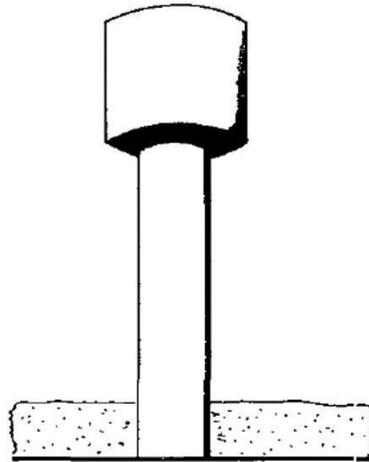
*Según Guillinta (25)*

- A. Reservorio apoyado:** tienen forma circular y rectangular, generalmente son construidos directamente sobre la superficie del suelo.



*Figura 11.* Reservorio apoyado

- B. Reservorio elevado:** por lo general tienen forma cilíndrica, esférica y de paralelepípedo, son construidas sobre columnas, pilotes, torres, etc.



*Figura 12.* Reservorio elevado

**C. Reservorio enterrado:** por lo general son de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

### **2.2.13.3. Volumen del reservorio**

*Según Norma OS0.30*

El volumen se debe determinar con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares. (26)

Se aplica la siguiente fórmula:

$$V = Q_m \times 0.25$$

Donde:

V = volumen

$Q_m$  = consumo de promedio diario anual

#### **2.2.13.4.Ubicación de reservorio:**

*Según Norma OSO.30*

Los reservorios se deben ubicar en áreas altas y libres. El reservorio deberá tener un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones. (26)

#### **2.2.13.5.Tipos de material:**

Para los reservorios de agua potable hay tres 3 tipos de materiales:

- Concreto reforzado: se considera para reservorios que tengan un gran volumen, y tanques elevados.
- Concreto armado: es el que más se emplea en obras de abastecimientos de agua potable en zonas rurales.
- Acero inoxidable: es el que se usa muy poco se emplea, solo es en casos excepcionales.

#### **2.2.13.6.Diseño estructural de reservorio:**

Para el diseño estructural de reservorios es recomendable emplear el método de la asociación del cemento portland. Según las condiciones de borde que se fijen existen tres condiciones de selección:

- La tapa articulada y fondo articulado.

- La tapa libre y fondo articulado.
- La tapa libre y fondo empotrado.

En los reservorios superficiales o apoyados, común para poblaciones rurales, de preferencia se utiliza la condición que considera el fondo empotrado y la tapa libre.

Cuando actúa solo el empuje del agua, la presión en el borde es cero y la presión máxima (P), ocurre en la base:

$$P = \gamma_a * h$$

El empuje del agua es:

$$V = \gamma_a h^2 b$$

Dónde:

$\gamma_a$  = peso específico del agua.

h = altura del agua.

b = ancho de la pared

Para el diseño de losa cubierta es necesario considerar las cargas actuantes, el peso propio y la carga viva estimada; para el diseño de losa de fondo, se considera el empuje del agua con el reservorio netamente lleno y los momentos en los extremos producidos por el empotramiento y el peso de la losa y la pared.

## **2.2.14. Línea de aducción:**

**2.2.14.1. Definición:** Se considera como el tramo de tubería que sale del sitio de reserva hacia las viviendas y que conduce la cantidad de agua que se consume en ese momento. La línea de aducción o también llamada impulsión es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento. (27)

Para esta condición de flujo se debe evaluar cuánto caudal transporta a fin de diseñar los dispositivos en el desarenador que permitan evacuar el excedente de caudal antes de entrar al proceso de desarenación.

**Zona de entrada:** Es la cámara donde se disipa la energía del agua que llega con alguna velocidad de la captación. En esta zona se orientan las líneas de corriente mediante un dispositivo denominado pantalla deflectora, a fin de eliminar turbulencia en la zona de sedimentación.

**Zona de sedimentación:** Propiamente dicha, cuyas características de régimen de flujo permiten la remoción de los sólidos del agua. (28)

### 2.2.14.2. Diámetro

Es el orificio del tubo que atreves de ella transportara el agua para el consumo humano.

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

Donde:

D= Diámetro de la tubería (m)

hf= Perdida de carga unitaria (m/m)

Q= Caudal (l/s)

### 2.2.14.3. Velocidad

Es la velocidad del agua que circula en las tuberías ejerciendo presión en ella.

$$V = 0.355 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde:

V = Velocidad [m/seg]

R = Radio hidráulico [m]

S = Pendiente de carga

C = Coeficiente de la rugosidad relativa de

Hazen Williams

### 2.2.14.4. Presión

Es una cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

En el tramo de tubería que está operando lleno, se puede plantear la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{\rho_1}{\rho} + \frac{\rho v_1^2}{2\rho} = Z_2 + \frac{\rho}{\rho} + \frac{\rho v_2^2}{2\rho} + h_f$$

Donde:

Z = Altura donde se encuentra la tubería

P = presión

$\rho$  = peso específico del agua

V = velocidad del fluido

Hf = pérdida de carga

g= aceleración de gravedad (m/s<sup>2</sup>)

#### 2.2.14.5. Diseño

Los parámetros que se aplican serán iguales a la línea de conducción la excepción en el consumo, se tomará el máximo horario para su diseño. La Línea de Aducción abarca las tuberías que inician en el estanque (Reservorio) hasta punto de la red de distribución.

#### 2.2.15. Red de distribución

**2.2.15.1. Definición:** Las redes de distribución de agua potable son el conjunto de tuberías que se desarrollan enterradas bajo el terreno, que permiten conducir el agua potable para su distribución a las viviendas. Esta red debe permitir entregar agua

potable al consumidor tanto en cantidad suficiente,  
como de la calidad, presión y

continuidad fijadas por la norma. Por norma las presiones en la red de distribución deben mantenerse entre los 15 y 70 m.c.a.

Los componentes básicos de una red de distribución de agua potable son:

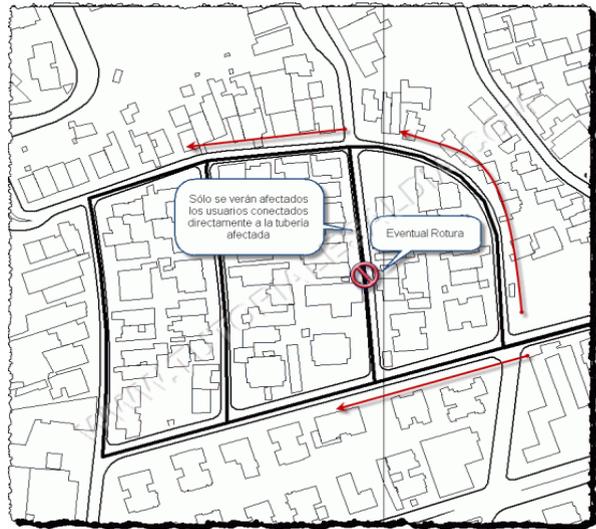
- Tuberías de la red, las que podrán ser de variados materiales disponibles en el mercado.
- Piezas especiales en los nudos.
- Grifos contra incendios.
- Válvulas de corta de acuartelamiento y sus cámaras. No se consideran como parte de la red de distribución los arranques domiciliarios con sus medidores y las estaciones reductoras de presión, cada una de las cuales ha sido valorizada con una matriz independiente. (29)

El primer paso en el diseño de la red de distribución de agua potable es la definición de su trazado en planta, para lo cual es necesario estudiar las características de la vialidad, de la topografía y de la ubicación de los puntos de alimentación y estanques. (30)

#### **2.2.15.2. Tipos de red de distribución**

- a. Sistema cerrado:** Es el sistema más conveniente porque que tiene todas sus

conexiones de tuberías interconectadas entre sí.  
En cualquier rotura solo afectara a menor cantidad de usuarios.



**Figura 13.** Sistema cerrado

**b. Sistema abierto:** está constituida por un conductor como eje principal, que por ende ante una rotura u otra falla dejará sin servicio a todos los usuarios.

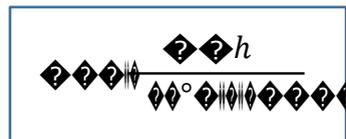


**Figura 14.** Sistema abierto

### 2.2.15.3. Caudal de diseño:

Según la norma OS. 050 (31)

La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmh). Desde el reservorio hasta la red principal. El Caudal de Diseño (Qdiseño), será el caudal unitario (Qunit.). Así obteniéndose el caudal (l/s).



Donde:

Qunit. = Caudal Unitario/Caudal de diseño

Qmh = Caudal Máximo Horario

N°viviendas = Número de Viviendas

### 2.2.15.4. Diámetro:

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial. En casos excepcionales, se podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo. El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor será determinado por el cálculo hidráulico.

### 2.2.15.5. Velocidad:

Es la velocidad del agua que circula en las tuberías ejerciendo presión en ella.

$$V = 0.355 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde:

V = Velocidad [m/seg]

R = Radio hidráulico [m]

S = Pendiente de carga

C = Coeficiente de la rugosidad relativa de

Hazen Williams

### 2.2.15.6. Presión

Es una cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

En el tramo de tubería que está operando lleno, se

puede plantear la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Donde:

Z = Altura donde se encuentra la tubería

P = presión

$\rho$  = peso específico del agua

V = velocidad del fluido

$h_f$  = pérdida de carga

g = aceleración de gravedad (m/s<sup>2</sup>)

### **2.2.16. Condición sanitaria:**

El sistema de abastecimiento de agua potable, necesariamente tiene que estar en buenas condiciones porque es para consumo humano y lo que se debe lograr es que los consumidores no enfermen de ninguna infección intestinal u otra enfermedad a causa de una mala condición de servicio sanitario.

Por lo tanto se tiene que tener en cuenta aspectos fundamentales como:

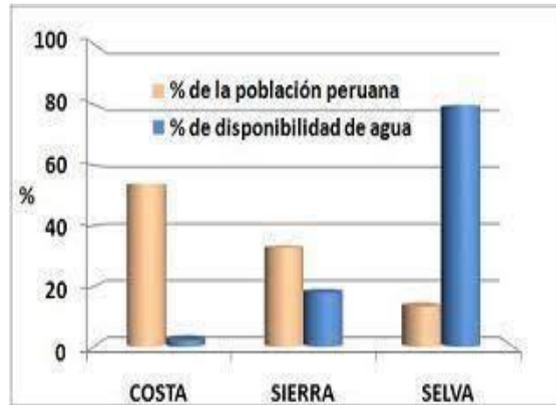
#### **a) Calidad de agua potable**

La calidad de agua es muy esencial para la salud, y desarrollo sostenible. Para eliminar agentes que sean infecciosos se coloca de forma periódica el nivel de cloro según el tipo de sistema que se haya elaborado.

#### **b) Cantidad de agua potable:**

La cantidad de agua para consumo humano, su fuente es medible, para poblaciones rurales en el Perú, tomando el caudal del manantial en litros por segundo, y si hay más de un manantial, se suma todos los manantiales que abastecen al sistema. Según

estudios y estadísticas, el Perú es el octavo país con mayor cantidad de agua dulce.



*Figura 15.* Cantidad de agua potable en

Perú

**c) Cobertura de servicio de agua potable:**

Es el porcentaje de usuarios con mejores servicios de agua potable. Y se puede decir que en los últimos años no accede al servicio de abastecimiento de agua potable por red pública, se abastecen por medio de cisternas, pozos, ríos, entre otros. Según el último informe de la Organización Mundial de la salud (OMS) la cifra de usuarios en el Perú, es de 61.8%.

**d) Continuidad de servicio de agua potable:**

Aclara que el servicio de agua llegue en forma continua y que sea disponible las 24 horas del día.

**Cuadro 2.** Precipitación por regiones

Región	Subregión	Temp. Media	Precip. Media
Costa	Norte	24 °C	200 mm
	Centro-Sur	18 °C	150 mm
Andes	Yunga-Quechua	20 °C	500 mm
	Quechua-Suni	12 °C	700 mm
	Suni-Puna	6 °C	700 mm
	Janca	0 °C	.....
Selva	Baja	25 °C	2000 mm
	Alta	22 °C	5000 mm

**Fuente:** MINAGRI

### **III. Hipótesis**

No aplica, porque es descriptivo.

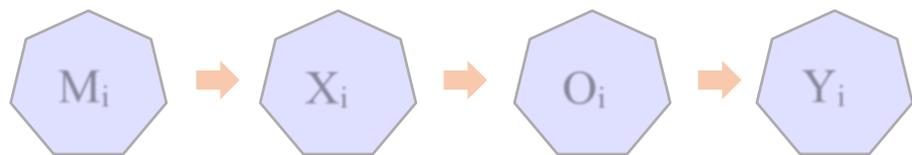
## IV. Metodología

### 4.1. Diseño de la investigación

El tipo de investigación del proyecto fue descriptivo porque se recolectó datos basados en la naturaleza, estudiando la realidad y describe todo los fenómenos que se encuentra en dicha población sin alterar datos.

El nivel de investigación fue exploratorio porque se recolecta información exacta para poder estudiar la realidad en su contexto natural.

El estudio del proyecto desarrollado fue no experimental porque describe los fenómenos tal y como están sin alteraciones de datos, y así poder analizar y hacer un nuevo diseño de mejoramiento para analizar el problema. Describe los fenómenos tal y como están sin alteraciones de datos, y así poder analizar y hacer un nuevo diseño de mejoramiento.



Donde:

$M_i$  = muestra: centro poblado Santiago de Huiña<sup>a</sup>.

$X_i$  = Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Santiago de Huiña

$Y_i$  =

$Y_i$  = Incidencia en la condición sanitaria de la población

$O_i$  = Resultados obtenidos de la evaluación.

## **4.2. Población y Muestra**

### **4.2.1. Población:**

La población estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash

### **4.2.2. Muestra:**

La muestra estuvo conformada por el sistema de abastecimiento básico de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash.

### 4.3. Definición y operacionalización de variables:

*Cuadro 3.* Definición y operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	Según Cárdenas (17) “Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras que son necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales que puede ser subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con el sistema”	Se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable que contemple desde la fuente hasta la distribución en la población. Cumpliendo las siguientes Normas: -OS.010 -OS.030 -OS.050 Se utilizaron variadas fichas, metrados, valorización y memoria de cálculos hidráulicos.	Captación	-Tipo -Caudal	Nominal Intervalo
			Línea de conducción	-Tipo de tubería -Clase de tubería -Diámetro -Caudal -Velocidad	Nominal Ordinal Intervalo Intervalo
			Reservorio de Almacenamiento	-Presión -Tipo -Forma -Volúmen -Material	Intervalo Nominal Nominal Intervalo Nominal
			Línea de aducción	-Tipo de tubería -Diámetro -Clase de tubería -Caudal -Velocidad	Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo

				-Presión	Intervalo
				-Tipo de tubería	Nominal
				-Diámetro	Ordinal
			Red de distribución	-Clase de tubería	Ordinal
				-Caudal	Intervalo
				-Velocidad	Intervalo
				-Presión	Intervalo
<b>CONDICION SANITARA DE LA POBLACION</b>	En la actualidad las condiciones sanitarias en las zonas rurales suelen ser poco adecuadas y limitadas. Todo ser humano deben de recibir un buen servicio de agua, de buena calidad y forma continua para así lograr una mejor condición sanitaria.	Se desarrolló encuestas y una evaluación de cobertura de la condición sanitaria con las guías del DRVCS, SIRAS y CARE.	Calidad de suministro de agua potable	-Cantidad -Calidad -Continuidad -Cobertura	Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal

*Fuente:* elaboración propia (2021)

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

##### **4.4.1. Técnica de recolección de datos**

Para recolectar datos de información del sistema de abastecimiento básico del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarvey, región Áncash, se aplicara la técnica de observación la cual nos permite recoger información general que se tiene que estimar para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria y las muestras obtenidas mediante calicatas del lugar de estudio.

##### **4.4.2. Instrumento**

Se hará uso de los siguientes instrumentos:

- **Ficha técnica:** se constata para la recolección de datos simples que se encuentran en campo como el clima, topografía, economía, etc. Me permitió evaluar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua en la localidad.
- **Cuestionarios:** se cuenta como apoyo para adquirir datos sobre la administración de los dirigentes con el tema de abastecimiento de agua en dicha localidad; como también me permitió determinar la mejoría de la condición sanitaria.
- **Protocolo:** es conformado por los estudios de suelos para las descripciones de sus características físicas y mecánicas del suelo del centro poblado Santiago de Huiña.

- **Análisis del contenido:** está compuesto por los resultados de laboratorio certificados sobre los análisis químicos físicos del agua y el análisis Bacteriológico.

#### **4.5. Plan de análisis**

El plan de análisis se comprende de la siguiente manera:

Tiene la perspectiva descriptiva la cual se obtuvo la información con los instrumentos del campo así mismo con ficha técnica, cuestionarios, protocolo y análisis de contenido, de esta forma estuvo previamente validado por especialistas de la rama; para luego juntar la información y datos que no son empleados para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron todos los datos necesarios y respectivamente se realizaron los cálculos para el diseño, donde se recurrió a las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (saneamiento), también se consultó libros para la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash.

El método de investigación del estudio fue de tipo descriptivo ya que el principal objetivo fue la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash, para poder conocer el estado actual de las condiciones en que se encuentra el sistema de abastecimiento.

Las conclusiones del análisis fundamentaron cada fragmento de la propuesta de solución al problema.



#### 4.6. Matriz de consistencia

*Cuadro 4.* Matriz de consistencia

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash, para la incidencia en la condición sanitaria de la población - 2021.				
Problema	Objetivos	Revisión de la literatura	Metodología	Referencias bibliográficas
<p>Caracterización del problema: <b>Los problemas de abastecimiento de agua potable se encuentran de distintas maneras en el territorio principal problema que presenta el centro poblado Santiago de</b></p>	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de</p>	<p><b>Antecedentes:</b> Antecedentes Internacionales Antecedentes Nacionales Antecedentes Locales</p> <p><b>Bases teóricas:</b> Agua Afloramiento Aforo Fuentes de agua Agua potable</p>	<p><b>Tipo de la investigación:</b> Fue de tipo descriptivo porque se recolectó datos basados en la naturaleza, estudiando la realidad.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> El universo está conformado por el sistema de abastecimiento básico de la población y la muestra está conformado por el sistema de abastecimiento básico de la población.</p>	<p>Ramirez Isuiza DD. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali - año 2019. Tesis. Puerto Caridad: ULADECH, Carbajo Milla AC. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su</p>

<p><b>Huiña es la deficiencia en el abastecimiento de agua potable.</b></p> <p>Enunciado del problema:</p> <p><b>¿La evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable mejorarán la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Ancash?</b></p>	<p>Huayán, provincia de Huarmey, región Ancash para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Elaborar el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Ancash para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Ancash para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p>	<p>Parámetros de diseño</p> <p>Demanda de agua</p> <p>Dotación por consumo</p> <p>Sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Captación Caudal</p> <p>Línea de conducción</p> <p>Reservorio</p> <p>Línea de aducción</p> <p>Red de distribución</p> <p>Condición sanitaria</p>	<p><b>Definición y operacionalización de variables:</b></p> <p>Variable, definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicador, escalas de medición.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de información:</b></p> <p><b>Instrumento:</b> está compuesto por ficha técnica cuestionarios, protocolo, análisis de contenido.</p> <p><b>Plan de análisis:</b> se realizó de manera descriptiva porque</p>	<p>incidencia en la condición sanitaria de la población - 2020. Tesis. Cajatambo: ULADECH, Lima; 2020.</p> <p>Solano Moscoso JG. "Evaluación y mejoramiento del Funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano Villa Hmosa II Etapa Distrito de Casma - Ancash 2017. Tesis. Casma : UCV, Ancash; 2017.</p>
--	--	---	--	--

---

que obtuvo información con el instrumento en el campo.

**Principios éticos:** los beneficiados gracias al presente informe, directamente será la comunidad.

---

*Fuente:* Elaboración propia (2022)

#### **4.7.Principios éticos**

##### **a. Ética para el inicio de la evaluación**

Realizar de manera ordenada y responsable los equipos y materiales usados para la evaluación experimental en campo antes de ir a ella.

Pedir el permiso correspondiente al caserío para explicarles los objetivos y la justificación de nuestra investigación para luego proceder a la zona de estudio, así una vez obteniendo el permiso por el caserío comenzar con la ejecución del proyecto de investigación.

##### **b. Ética en la recolección de datos**

Se tiene que ser responsables y verdaderos al momento de realizar la recolección de datos en la zona evaluada, pero antes de realizar el estudio fue necesario pedir permiso a las autoridades del centro poblado y hacerles saber los objetivos y la justificación de dicho informe.

Se debe practicar la honestidad durante la investigación ante la sociedad.

##### **c. Ética en la solución de resultados**

Se obtiene los resultados de las evaluaciones de las muestras tomando en cuenta la realidad de los componentes obtenidos y los tipos de daños que afectan al sistema de abastecimiento de agua potable.

##### **d. Ética en el diseño del sistema de agua potable**

El diseño se debe de realizar con el apoyo de las normas del Reglamento de Edificaciones (saneamiento).

➤ OS.010

➤ OS.030

➤ OS.050

## **V. Resultados**

### **5.1. Resultados**

**5.1.1. Dando respuesta al primer objetivo específico:** Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

**Ficha 01:** Evaluación del estado de la cámara de captación.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°01					UNIVERSIDAD			
<b>TÍTULO</b> EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.					 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTUACIÓN				
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4	
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	SANTIAGO DE HUIÑA HUAYÁN HUARMEY ÁNCASH	NO TIENE	MALO	REGULAR	BUENO	
<b>I. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>								
<b>1.1 CAPTACIÓN</b>								
TIPO DE CAPTACIÓN	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							
	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación	No presenta			
Ladera						X		
<b>1.1.1 CERCO PERIMÉTRICO</b>								
						ASIGNACIÓN DE PUNTAJES		
Estado del centro perimétrico		En buen estado						
		En mal estado						
		No tiene		X			1	
<b>1.1.2 ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA</b>								
			NO TIENE	Sí tiene			ASIGNACIÓN DE PUNTAJES	
				Bueno	Regular	Malo		
<b>Cómo se encuentra las válvulas? (A)</b>			X				1	
Tapa sanitaria 1 (filtro)	Madera							
	Concreto							
	Metal							
	No tiene		X				1	
	Seguro	Sí tiene						
		No tiene						
Tapa Sanitaria 2 (camara colectora)	Madera							
	Concreto					X	2	
	Metal							
	No tiene							
	Seguro	Sí tiene						
		No tiene						
Tapa Sanitaria 3 (caja de válvulas)	Madera							
	Concreto							
	Metal							
	No tiene		X				1	
	Seguro	Sí tiene						
		No tiene						
Estructura (C)					X		3	
Canastilla (f)			X				1	
Tubería de limpia y rebose (g)						X	2	
Dado de protección (h)			X				1	
Fórmula P1.1.1 = (Cercos capt.1 + Cercos capt.2 ...)/ Número de cerco capt. B = Tapas = (Tapa 1 + Tapa 2 + Tapa 3)/3 D = Accesorios = (f + g + h)/3 P1.1.2 = (A + B + C + D)/4								
<b>Captación = (P1.1.1 + 1.1.2)/2 =&gt; 2</b>								
Asignación de puntajes según (DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SIRAS Y CARE)								

Interpretación: En la ficha N° 01 se aprecia el estado de los componentes de la captación, que está en función a los habitantes del centro poblado Santiago de Huiña; no cuenta con cerco perimétrico, la cámara colectora está en mal estado, la tubería de limpia y rebose se encuentra en mal estado y no cuenta con dado de protección. Con una puntuación de 2 que viene a ser un estado malo.

## Ficha N°02: Evaluación de la línea de conducción

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°02							
TÍTULO					UNIVERSIDAD		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.					 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTUACIÓN			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	SANTIAGO DE HUIÑA HUAYÁN HUARMEY ÁNCASH	*Colapsada  *No tiene	*Malograda  *Malo	*Enterrada en forma parcial  *Regular	*Enterrada totalmente  *Bueno
<b>EL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>							
<b>1.2 LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>							
<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS</b>							
Inundaciones	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación		No presenta	
							X
<b>1.2.1 TUBERÍA DE CONDUCCIÓN</b>						<b>ASIGNACIÓN DE PUNTAJES</b>	
<b>Estado de la tubería de conducción</b>		Enterrada totalmente					
		Enterrada de forma parcial		X		3	
		Malograda					
		Colapsada					
<b>1.2.2 CRUCE/PASE AÉREOS</b>						<b>ASIGNACIÓN DE PUNTAJES</b>	
<b>¿En qué estado se encuentra el cruce/pase aéreo?</b>		Bueno					
		Regular					
		Malo					
		No tiene		X		1	
<b>Formula</b>							
<b>Captación =(P1.2.1) =&gt; 3</b>							
Asignación de puntajes según (DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SIRAS Y CARE)							

Interpretación: el estado de la tubería de conducción se encuentra enterrada parcialmente, es decir que no está enterrado por completo. Con un puntaje de 3 que viene a ser un estado regular.

### Ficha N°03: Evaluación del reservorio

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°03							
TÍTULO					UNIVERSIDAD		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁN CASH, PARA SU IN CIENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.					 <b>UN IVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTAJACIÓN			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MIGUEL RÍOS, GONZALO	PUEBLO	SANTIAGO DE HUIÑA	NO TIENE	MALO	REGULAR	BUENO
		DISTRITO	HUAYÁN				
		PROVINCIA	HUARMEY				
		DEPARTAMENTO	ÁN CASH				
ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA							
1.3 RESERVORIO							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							
Inundaciones	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles	Contaminación	No presenta		
					X		
1.3.1 CERCO PERIMÉTRICO							
						ASIGNACIÓN DE PUNTAJES	
Estado del centro perimétrico		En buen estado					
		En mal estado					
		No tiene					
1.3.2 ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA							
			No tiene	Bueno	Sí tiene Regular	Malo	ASIGACIÓN DE PUNTAJES
Tapa sanitaria 1	Madera						
	Concreto				X		3
	Metal						
	No tiene						
Tapa Sanitaria 2	Seguro		Sí tiene				
			No tiene	X			1
	Madera						
	Concreto			X			4
Metal							
No tiene							
Seguro		Sí tiene					
		No tiene	X				4
Tanque de almacenamiento (a)					X		3
Caja de válvulas (b)					X		3
Canastilla (c)			X				1
Tubería de limpia y rebose (d)						X	2
Tubo de ventilación (e)					X		3
Hipoclorador (f)			X				1
Válvula flotadora (g)			X				1
Válvula de entrada (h)						X	2
Válvula de salida (i)						X	2
Válvula de desagüe (j)						X	2
Nivel estático (k)					X		3
Dado de protección (l)				X			4
Cloración por goteo (m)					X		3
Grifo de enjuague (n)			X				1
Formula							
P1.3.1 = (Puntaje de la tapa + puntaje del seguro)/2 Tapa de valvulas = (Puntaje de la tapa + puntaje del seguro)/2 Tapa sanitaria = (tapa de reservorio + tapa de valvulas)/2							
P1.3.2 = (a + b + c + d + e + f + g + h + i + j + k + l + m + n) /14							
<b>Captación = (P1.3.1 + 1.3.2)/2 =&gt; 2.5</b>							
Asignación de puntajes según (DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SIRAS Y CARE)							

Interpretación: cuenta con una tapa sanitaria sin seguro en estado regular, un tanque de almacenamiento regular, caja de válvula regular tubería limpia y rebose en un mal estado, válvula de entrada y salida en mal estado y el dado de protección se encuentra en buen estado. Con un puntaje de 2.5 que viene a ser un estado regular.

## Ficha N°05: Evaluación de la línea de aducción y red de distribución

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°04							
TÍTULO					UNIVERSIDAD		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.					 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTUACIÓN			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	SANTIAGO DE HUIÑA HUAYÁN HUARMEY ÁNCASH	*Colapsada  *No tiene	*Malograda  *Malo	*Enterrada en forma parcial  *Regular	*Enterrada totalmente  *Bueno
<b>1. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>							
<b>1.4 LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN</b>							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							
Inundaciones	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación	No presenta		
					X		
1.4.1 TUBERÍA						ASIGNACIÓN DE PUNTAJES	
Estado de la tubería		Enterrada totalmente					
		Enterrada de forma parcial		X		3	
		Malograda					
		Colapsada					
1.4.2 VÁLVULAS DEL SISTEMA						ASIGNACIÓN DE PUNTAJES	
			Bueno	Regular	Malo	No tiene	
Válvulas de aire (A)						X	1
Válvulas de purga (B)						X	1
Válvulas de control (C)						X	1
1.4.3 CRUCE/PASE AÉREOS						ASIGNACIÓN DE PUNTAJES	
			Bueno	Regular	Malo	No tiene	
¿En qué estado se encuentra el cruce/pase aéreo?						X	1
Formula <b>Línea de aducción y de distribución = P1.4.1 =&gt; 3</b> <b>Válvulas=(A+B+C)/#respuestas válidas =&gt; 1</b>							
Asignación de puntajes según (DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SIRAS Y CARE)							

**Ficha resumen 01: Estado del sistema de abastecimiento de agua potable**

FICHA DE RESUMEN						
TÍTULO				UNIVERSIDAD		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.				 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD		
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO DISTRITO PROVINCIA DEPARTAMENTO	SANTIAGO DE HUIÑA HUAYÁN HUARMEY ÁNCASH	2  *Malo	3  *Regular	4  *Bueno
ESTADO DEL SISTEMA						
CAPTACIÓN	LINEA DE CONDUCCIÓN		RESERVORIO	LINEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN		TOTAL
2	3		2.5	3		<b>2.6</b>

Interpretación: en resumen de todas las fichas se llegó a un puntaje final de 2.6 que viene a ser un estado regular.

**5.1.2. Dando respuesta al segundo objetivo específico:** Elaborar el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

*Tabla 1.* Diseño de la cámara de captación

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Caudal de la fuente	<b>1.14</b>	<b>l/seg</b>
Números de orificios en la pantalla	<b>3</b>	<b>und</b>
Ancho de pantalla	<b>1.10</b>	<b>m</b>
Altura de cámara húmeda	<b>1</b>	<b>m</b>
Distancia afloramiento a la cámara húmeda	<b>1.57</b>	<b>m</b>
Longitud de la canastilla	<b>0.2</b>	<b>m</b>
Diámetro de la canastilla	<b>3</b>	<b>pulg</b>
Largo de la ranura de la canastilla	<b>7</b>	<b>mm</b>
Ancho de la ranura de la canastilla	<b>5</b>	<b>mm</b>
Área de la ranura de la canastilla	<b>35</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
Número de ranura de la canastilla	<b>115</b>	<b>und</b>
Diámetro de tubería de rebose y limpia	<b>2</b>	<b>pulg</b>

**Fuente:** elaboración propia (2021)

**Descripción:** Para calcular el caudal de la captación se usó el método volumétrico, también se usó el cronómetro para saber el tiempo de

llenado, lo cual nos dio un resultado de 1.14 l/seg; para calcular el número de orificios de la pantalla se estimó el área del diámetro, la cual se llegó al resultado de 3 orificios; para calcular el ancho de pantalla se tuvo en cuenta el diámetro de la tubería y el número de orificios, lo cual resultó 3"; para calcular la altura de la cámara húmeda se tuvo en cuenta que la altura de agua para que el caudal de salida fluya por la tubería de conducción es recomendable una altura mínima de 30 cm, lo cual se llegó al resultado de 1m; para calcular la distancia de afloramiento se tuvo en cuenta la pérdida de carga de afloramiento por lo cual se llegó al resultado de 1.57m; para calcular la longitud de canastilla se tuvo en cuenta la longitud de la canastilla que tenga un promedio entre 3 y 7 de diámetro, en donde se llegó al resultado 7 mm; para calcular el diámetro de la canastilla se estimó dos veces el diámetro de la línea de conducción por lo cual se llegó al resultado de 3 pul; para calcular el largo y ancho de ranura de la canastilla se estimó medidas recomendadas por lo cual se llegó al resultado de 7mm y 5mm; para calcular el área de la ranura de la canastilla se estimó el ancho de la ranura de la canastilla por lo cual se llegó al resultado de 35 mm<sup>2</sup>; para calcular el número de ranura de la canastilla se estimó el área total de ranura entre área de la ranura por lo cual se llegó a la conclusión de 115 ranuras; para calcular el diámetro de tubería de rebose y limpia se estimó el caudal máximo de la fuente y el diámetro de tubería de entrada se calculó estimando el área requerida para descargar por lo cual se llegó al resultado de 2 pulg.

**Tabla 2.** Diseño de la línea de conducción

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Población actual	<b>400</b>	<b>hab</b>
Dotación	<b>50</b>	<b>1/hab/día</b>
Población futura	<b>680</b>	<b>hab</b>
Caudal máximo diario	<b>0.61</b>	<b>l/s</b>
Cota terreno inicial	<b>613</b>	<b>msnm</b>
Cota terreno final	<b>545</b>	<b>msnm</b>
Velocidad	<b>0.60</b>	<b>m/seg</b>
Clase de tubería	<b>10</b>	
Diámetro de la tubería	<b>2</b>	<b>pulg</b>

**Fuente:** elaboración propia (2021)

**Descripción:** Se recolectó información y se llegó a la conclusión de que hay un promedio de 400 habitantes en la población Santiago de Huiña, la cota de terreno inicial es de 613 msnm y cota final de 545 msnm; la dotación fue considerada de 50 l/hab/día; para la población futura se calculó con el método aritmético por lo cual se llegó al resultado de 680 habitantes, para calcular el caudal máximo diario se estimó el caudal máximo anual por el coeficiente de 1.30, lo cual se llegó al resultado de 0.61 l/seg; se usó la clase 10 tubería PVC; el diámetro de la tubería de consideró 2 pul.

**Tabla 3.** Diseño del reservorio de almacenamiento

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Caudal máximo diario	<b>0.61</b>	<b>l/seg</b>
Volumen de reserva del reservorio	<b>3.30</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Volumen de regulación del reservorio	<b>10</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Forma del reservorio	<b>Rectangular</b>	
Volumen del reservorio	<b>10</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Tipo de reservorio	<b>Apoyado</b>	
Altura hasta nivel de agua	<b>2.2</b>	<b>m</b>
Borde libre	<b>0.30</b>	<b>m</b>

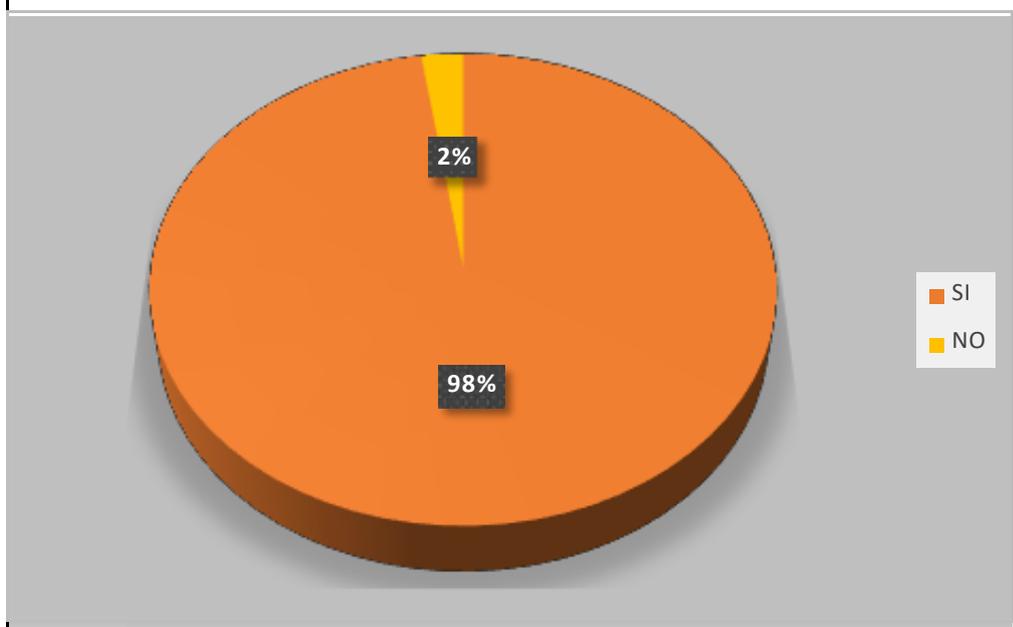
**Fuente:** elaboración propia (2021)

**Descripción:** Los resultados del diseño del reservorio es de forma rectangular y de tipo apoyado; para calcular el caudal máximo diario se estimó el caudal máximo anual por el coeficiente de 1.30, lo cual se llegó al resultado de 0.61 l/seg; para calcular el volumen de reserva del reservorio se llegó al resultado de 3.30 m<sup>3</sup>; para calcular el volumen de regulación del reservorio se estimó el 25% por la población futura por la población futura por dotación entre mil, por lo cual se llegó al resultado de 10 m<sup>3</sup>; la altura hasta el nivel del agua se llegó al resultado de 2.2m y el borde libre de 0.30 m.

**5.1.3. Dando respuesta al tercer objetivo específico:** Determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

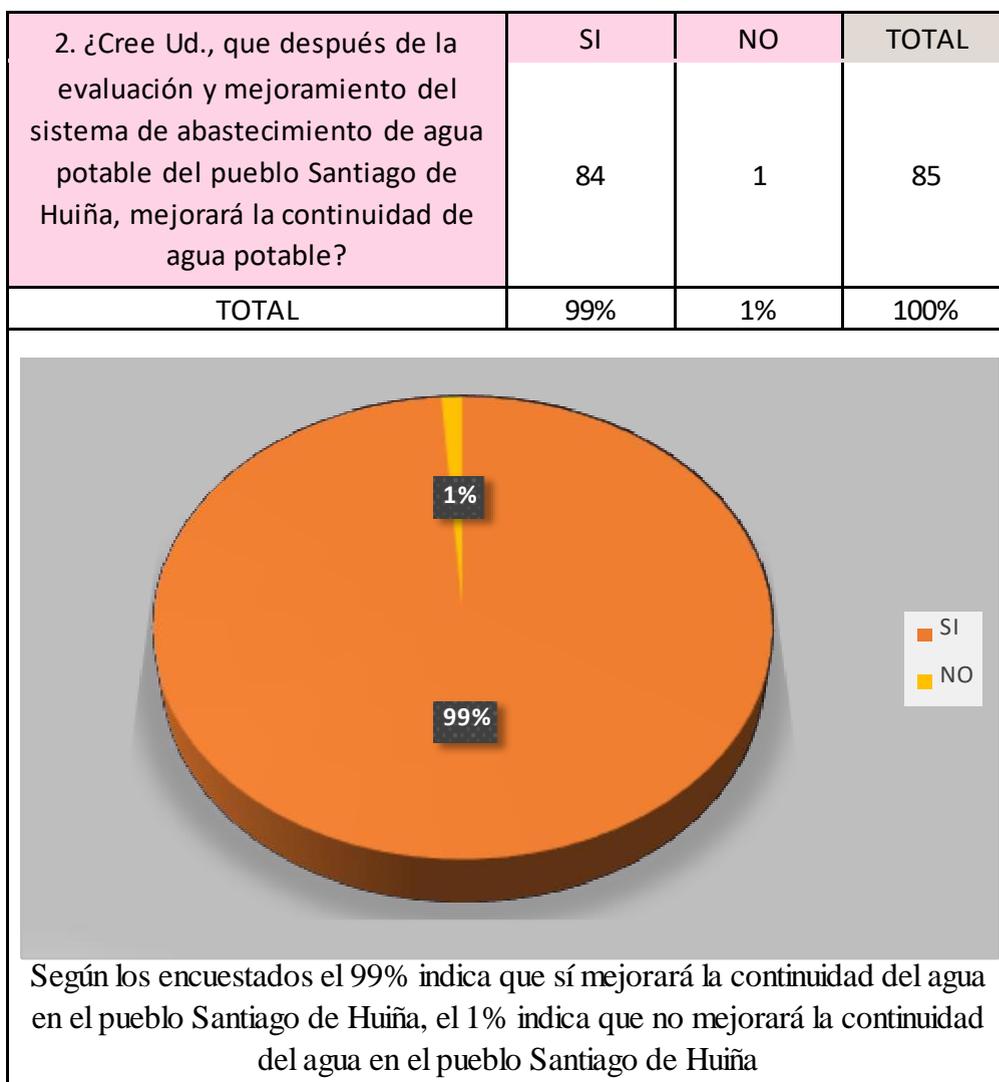
*Gráfico 1: Calidad de agua potable*

1.¿Cree Ud., que con la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la calidad de agua potable?	SI	NO	TOTAL
	83	2	85
TOTAL	98%	2%	100%



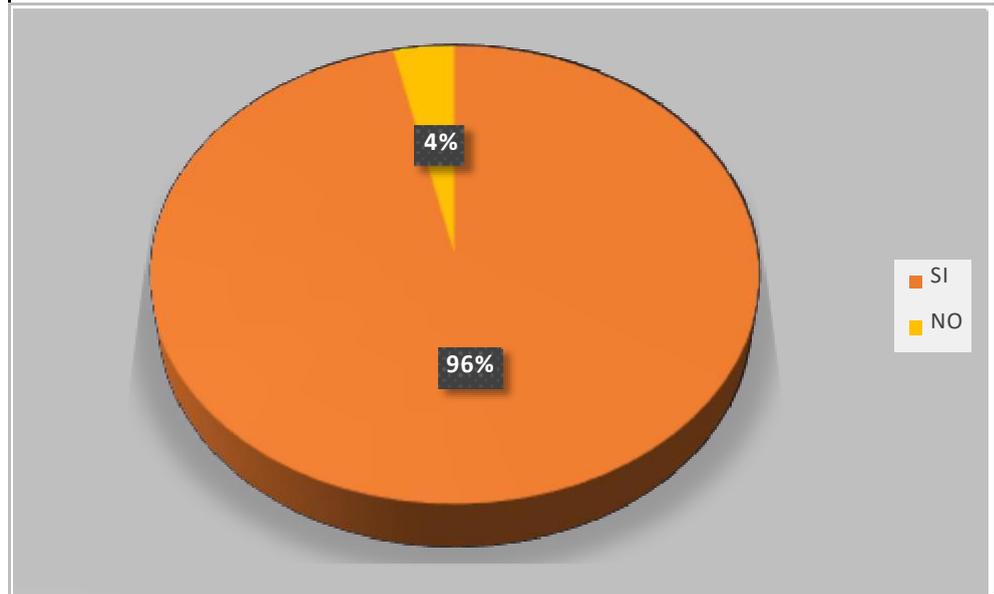
Según los encuestados el 98% indica que sí mejorará la calidad del agua en el pueblo Santiago de Huiña, el 2% indica que no mejorará la calidad del agua en el pueblo Santiago de Huiña

Gráfico 2: Continuidad de agua potable



*Gráfico 3 Cobertura de agua potable*

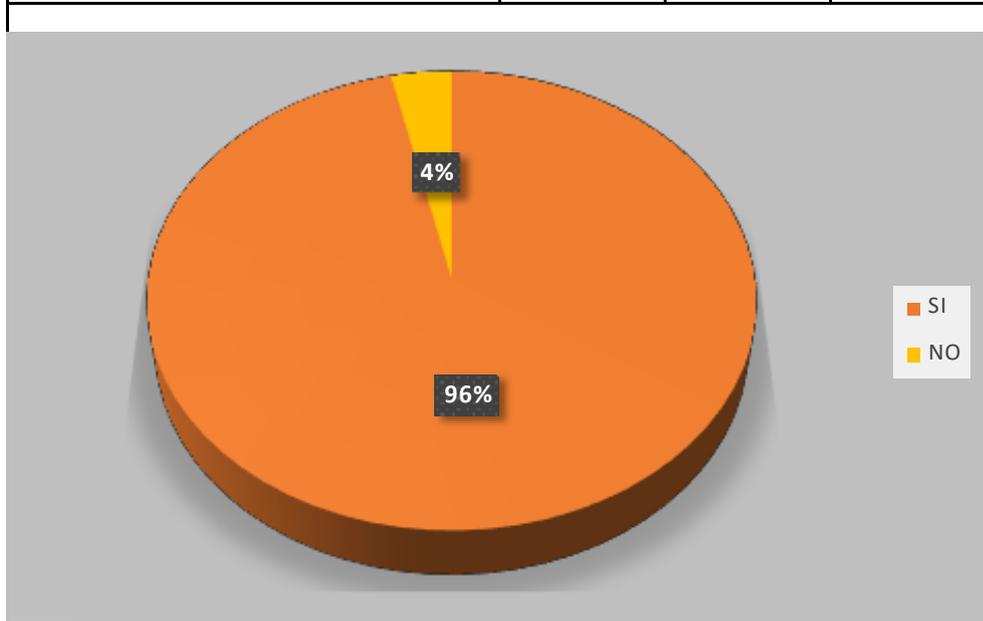
3. ¿Cree Ud.. que después de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la cobertura de agua potable?	SI	NO	TOTAL
3. ¿Cree Ud.. que después de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la cobertura de agua potable?	82	3	85
TOTAL	96%	4%	100%



Según los encuestados el 96% indica que sí mejorará la cobertura del agua en el pueblo Santiago de Huiña, el 4% indica que no mejorará la cobertura del agua en el pueblo Santiago de Huiña

Gráfico 4 Cantidad de agua potable

	SI	NO	TOTAL
4. ¿Cree Ud., que después de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la cantidad de agua potable?	82	3	85
TOTAL	96%	4%	100%



Según los encuestados el 96% indica que sí mejorará la cantidad del agua en el pueblo Santiago de Huiña, el 4% indica que no mejorará la cantidad del agua en el pueblo Santiago de Huiña

## 5.2. Análisis de resultados

**1. Respuesta al primer objetivo:** Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

Según Chalco (2) En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cayhua, distrito de Querobamba, provincia de Sucre, región Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población; al realizar la evaluación al sistema de abastecimiento se determinó que el sistema es ineficiente, no cuenta con accesorios requeridos ni cumple las normas básicas de saneamiento y que por ende busca mejorar el sistema de agua potable; al igual que la población Santiago de Huiña.

**2. Respuesta al segundo objetivo específico:** Elaborar el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarmey, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

Según Carbajo (4) En su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población”; realizó un nuevo diseño cámara de captación de tipo ladera, línea

de conducción con tubería PVC de 1424m de 2“clase 10. Un reservorio de 25m<sup>3</sup> que abastecerá a una población de 689 proyectados a 20 años. Se llegó a la conclusión de una propuesta de diseño para el mejoramiento de la condición sanitaria en el caserío de Uramasa. Y en comparación a esta tesis, se realizó un nuevo diseño de abastecimiento de agua potable en la población Santiago de Huiña para una mejor condición sanitaria en la población y evitar enfermedades u otras consecuencias por tener un sistema en mal estado.

- 3. Respuesta al tercer objetivo específico:** Determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Santiago de Huiña, distrito de Huayán, provincia de Huarney, región Áncash para la mejora de la condición sanitaria de la población.

Según Ramírez (3) En su tesis titulada “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali”; concluye que la población del caserío Puerto Caridad, pueda acceder servicio de agua potable, deteriorando la calidad de vida de la población. El mejoramiento propuesto aumentara las condiciones sanitarias en un 100% para los beneficiarios; a comparación de mi tesis el cual se evaluó a través de fichas y estudios reglamentados, teniendo una buena cobertura que abastece

a la mayoría de los habitantes del centro poblado, una buena cantidad de agua y también tiene una continuidad buena de servicio.

## VI. Conclusiones

1. Se concluye que el centro poblado Santiago de Huiña, actualmente cuenta con deficiencias, la captación no cuenta con los accesorios requeridos, ni cerco perimétrico, la captación cuenta con cámara húmeda y cámara seca en mal estado; la línea de conducción no cuenta con el diámetro, la clase, el tipo de tubería recomendado porque se encuentra al aire libre; el reservorio no cuenta con un sistema de cloración, ni los accesorios requeridos; la línea de aducción no se encuentra enterrada y no cuenta con el diámetro, clase y tipo de tubería recomendada, las deficiencias descritas se dan por falta de conocimiento y por ende no aplican el diseño adecuado.
2. Se concluye que el centro poblado de Santiago de Huiña, el tipo de captación es de ladera en donde necesita un nuevo diseño para un buen funcionamiento y una buena condición sanitaria, a través de la mejora que se le aplicará al sistema de abastecimiento cumplirá con abastecer a toda la población.

Para el diseño de la cámara de **captación**, el caudal de la fuente será de 1.14 l/seg; el número de orificios en la pantalla será de 3 unidades; el ancho de la pantalla será de 1.10 m y la altura será de 1 m; la distancia de afloramiento a la cámara húmeda será de 1.57 m.; la longitud de la canastilla será de 0.2 m.; el diámetro de la canastilla será de 3 pulgadas; el largo de la ranura de la canastilla será de 7 mm y el ancho de 5 mm.; el área de la ranura de la canastilla será de  $35\text{m}^2$ .; el número de ranura de la canastilla será de 115 unidades; el diámetro de tubería de rebose y limpia será de 2 pulgadas.

Para el diseño de la **línea de conducción**, se tiene una población actual de 400, se considera una dotación de 50 l/hab/día; una población futura a 20 años de

680 hab; con un caudal máximo diario de 0.61 l/s; cota de terreno inicial de 613 m.s.n.m y final de 545 m.s.n.m, con una velocidad de 0.60 m/seg; la clase de tubería será PVC tipo 10 y el diámetro de tubería será de 2 pulgadas.

Para el diseño del **reservorio de almacenamiento**, con un caudal máximo diario de 0.61 l/seg; volumen de reserva del reservorio de 3.3 m<sup>2</sup>; volumen de regulación del reservorio de 10 m<sup>3</sup>; la forma del reservorio será de forma rectangular y el tipo será apoyado; con un volumen de reservorio de 10 m<sup>3</sup>; la altura hasta nivel de agua será de 2.2m.; y el borde libre de 0.30 m.

3. Se concluye que la condición sanitaria en el centro poblado Santiago de Huiña por lo general se encuentra en un estado bueno, el cual se evaluó a través de fichas y estudios reglamentados, teniendo una cobertura buena, que abastece a la mayoría de los habitantes del centro poblado, una cantidad de agua buena, una continuidad de servicio buena, ya que el agua no se seca y abastece a si sea por horas, pero la calidad del agua se encuentra en un estado regular, ya que no tiene un sistema de cloración.

## **Aspectos complementarios:**

### **Recomendaciones:**

1. Para una buena condición sanitaria el centro poblado Santiago de Huiña necesita subsanar esas deficiencias encontradas a si mismo clorar el agua en un rango de 0.3 mg/lit a 0.8 mg/lit para aclarar el agua y desinfectar y evitar enfermedades como infecciones estomacales, entre otras que se da debido a la mala desinfección del agua.
2. Se recomienda fijar una entidad que tenga conocimientos previos, encargada de realizar evaluaciones con regularidad cada año a los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable para evaluar el estado de la condición sanitaria de la población; como también se hace un análisis al sabor, olor, color, Ph, entre otros; y hacerle un respectivo mantenimiento del sistema de agua potable y limpieza de los componentes para evitar fallas hasta el periodo de diseño.
3. Se recomienda obtener la información en campo con cuestionarios, protocolos formalizados en reglamentos, fichas técnicas, normas y manuales de estudio, para evaluación y mejoramiento de un sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Santiago de Huiña y así llevar a cabo un mejoramiento de agua potable.
4. Para el cálculo de las tuberías del sistema, como la línea de aducción, conducción y red de distribución, se recomienda las fórmulas de Bernoulli y Hazen – Williams.

5. Para evitar que las veredas futuras causen patologías a las tuberías, se recomienda que las tuberías principales sean lo más cercano posible a las viviendas de la población, y que sus ramales estén enterradas a los 70 cm.
  
6. Se recomienda enterrar la tubería a 0.70 m de profundidad para que no sufra exposiciones al aire libre, es considerado por el tipo de tubería que se usó al momento de diseño, siguiendo parámetros de diseño y normas para la ejecución del proyecto.

## Referencias bibliográficas

1. Quevedo Figueroa T. Diseño de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico victoria. Tesis. Cuyuja: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2016.
2. Chalco Pillpe RM. Evaluación y Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cayhua, distrito de Querobamba, Provincia de Sucre, Region Ayacucho y su incidencia en la condicion sanitaria de la poblacion - 2020. Tesis. Sucre: ULADECH, Ayacucho; 2020.
3. Ramirez Isuiza DD. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali - año 2019. Tesis. Puerto Caridad: ULADECH, Ucayali; 2019.
4. Carbajo Milla AC. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2020. Tesis. Cajatambo: ULADECH, Lima; 2020.
5. Cordero Olivera J. “Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Agua Potable En El Puerto Casma - Distrito De Comandante Noel - Provecia De Casma - Ancash - 2017. tesis. Casma: UCV, Ancash; 2017.
6. Solano Moscoso JG. “Evaluación y mejoramiento del Funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano Villa Hemosá II Etapa Distrito de Casma - Ancash 2017. Tesis. Casma : UCV, Ancash; 2017.
7. Raffino ME. concepto.de. [Online].; 2019 [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://concepto.de/agua/>.
8. Water Science School. USGS. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del->

agua-water-cycle-spanish?qt-science\_center\_objects=0#qt-science\_center\_objects.

9. Miracle Sol R. OpenEdition. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://journals.openedition.org/polis/5105>.
10. Oceanografía IEd. Raia. [Online].; 2011 [cited 2021 mayo 06. Available from: <http://www.indicedeafloramiento.ieo.es/afloramiento.html>.
11. Guia de orientacion en saneamiento basico. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-2sas.htm>.
12. Sunass. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica>.
13. Castilla E. SlideShare. [Online].; 2017 [cited 2021 mayo 06. Available from: [https://es.slideshare.net/erick\\_castilla/fuentes-de-agua-79271688](https://es.slideshare.net/erick_castilla/fuentes-de-agua-79271688).
14. OMS. Guías para la calidad del agua potable. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_fulll\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowres.pdf).
15. MINAMBIENTE. SIAC. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <http://www.siac.gov.co/demandaagua>.
16. Civilgeeks. Dotación en sistema de agua potable. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>.
17. Cardenas Jaramillo L, Patiño Guaraca E. Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucan, Canton Paute, Provincia del Azuay. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero civil. Tutucan : Universidad de Cuenca ; 2010.
18. Arkiplus. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:

- <https://www.arkiplus.com/sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable/>.
19. Castillo S, Galvez J. Introducción a la catacion del agua. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/GT3%20Water%20Harvesting.pdf>.
  20. Acosta Gonzales C. SlideShare. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://es.slideshare.net/CarlosXAcostaG1/tipo-de-obras-captacion>.
  21. Cuellar Bustamante ML. Scribd. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 02. Available from: <https://es.scribd.com/document/166096126/Captacion-de-Aguas-Superficiales>.
  22. Fibras y normas de Colombia. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/caudal-definicion-y-metodos-de-medicion/>.
  23. Seguil P. SlideShare. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://es.slideshare.net/pool2014/linea-de-conduccion>.
  24. EMAPAD. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<http://www.emapad.gob.ec/home/9-ultimas-noticias/121-reservorios-de-agua>.
  25. Guillinta R. Slideshare. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from: <https://es.slideshare.net/ronaldguillintalaura/diseo-de-reservorio-apoyado>.
  26. OS.030. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
[https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf).
  27. Camila. Blogger. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from: <http://ingcamilarojas.blogspot.com/2012/03/linea-de-aduccion.html>.

28. Línea de aducción. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<http://www.espyumbo.com/aduccion.htm>.
29. Infota. Red de distribución de agua potable. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
[http://infota.siss.cl/concesiones/empresas/AguasdeAntofagasta/13%20Estudio%20Consolidado/Anexos/Anexo%20SVI\\_ok/TEXTOS/RED%20AP%20\(TEXTO\).pdf](http://infota.siss.cl/concesiones/empresas/AguasdeAntofagasta/13%20Estudio%20Consolidado/Anexos/Anexo%20SVI_ok/TEXTOS/RED%20AP%20(TEXTO).pdf).
30. Tutoriales Ingeniería Civil. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>.
31. OS.050. Redes de distribución de agua para consumo humano. ; 2020.
32. Yovera Morales EY. “Evaluación y Mejoramiento del Sistema de agua potable del Asentamiento Humano Santa Ana - Valle San Rafael de la Ciudad de Casma, Provincia de Casma - Ancash, 2017. Tesis. Casma : UCV, Ancash; 2017.
33. Salinas Laura CL. Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable de Caracollo. Tesis. Caracollo: Universidad Técnica de Oruro, Oruro.
34. Carlos S. Scribd. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<https://es.scribd.com/doc/64075877/TIPOS-DE-REDES-DE-DISTRIBUCION>.
35. JIMENES TERÁN JM. Manual para el diseño de agua potable y alcantillado sanitario. [Online].; 2016 [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseño-para-Proyectos-de-Hidráulica.pdf>.
36. Vega Zavala A. Slideshare. [Online]. [cited 2021 mayo 06. Available from:  
<https://es.slideshare.net/sisari/importancia-de-laeducacionsanitaria>.

## **Anexos**

**Anexo N° 01:**

**Solicitud de permiso**



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

Huarmey, 15 de abril 2021

Sr. Remo Feliciano Maldonado Llanto  
Teniente gobernador del centro poblado Santiago de Huiña

Presente:

Yo, Ramírez Melgarejo Shilley Alexandra, identificada con N° DNI: 76625180  
CODIGO: 1101140001 me presento y expongo:

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente, y al mismo tiempo, manifestarme que para acciones de investigación de tesis que se viene realizando en la Universidad los Ángeles de Chimbote, solicito a Ud. me otorgue el permiso para realizar mi investigación de tesis que se realizará en el Centro Poblado Santiago de Huiña.

Agradecida por su atención, me despido.

Atentamente:

Ramírez Melgarejo Shilley

Teniente gobernador

REMO MALDONADO LLANTO  
TENIENTE GOBERNADOR  
HUIÑA - HUARMEY - ANCASH

**Anexo 02: 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 rrrurnos, 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 períodos 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 retornar 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.
- e) 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.

- h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 4.2.2 Pozos Excavados

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.
- e) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo desizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 4.2.3 Galerías Filtrantes

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

#### 4.2.4 Manantiales

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

### 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
- e) 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
- e) 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.

TABLA N°1

**COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN  
LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

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

### 5.1.3 Accesorios

#### a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

#### b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

## 5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El

dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

- b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

### 5.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES

- a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.
- b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.
- c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.
- d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

## GLOSARIO

<b>ACUIFERO</b>	Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
<b>AGUA SUBTERRANEA</b>	Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
<b>AFLORAMIENTO</b>	Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
<b>CALIDAD DE AGUA</b>	Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.
<b>CAUDAL MAXIMO DIARIO</b>	Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.
<b>DEPRESION</b>	Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

<b>FILTROS</b>	Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.
<b>FORRO DE POZOS</b>	Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.
<b>POZO EXCAVADO</b>	Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.
<b>POZO PERFORADO</b>	Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.
<b>SELLO SANITARIO</b>	Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
<b>TOMA DE AGUA</b>	Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación

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.

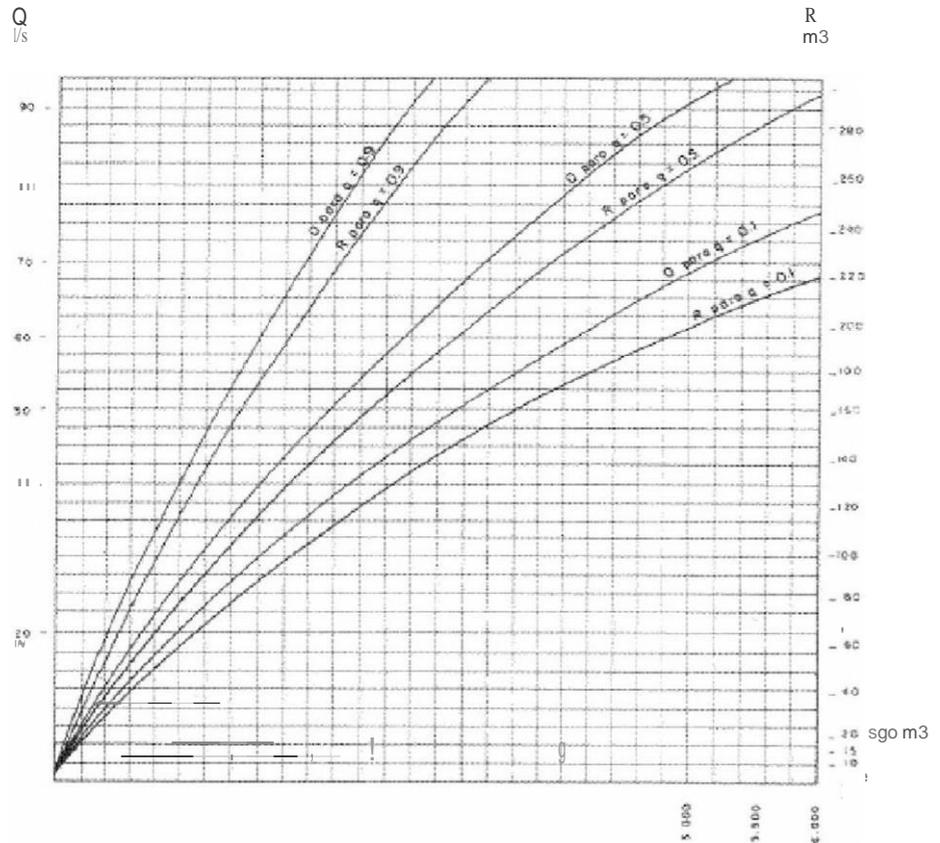
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

## 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>

## 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 sobrepasen 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 domiciliaria 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.
  - ✓ **Período 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 periodo 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	Balsa Flotante			
4	Caisson	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 0,50) o $(>0,50 - 1,00)$ o $(> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{nd}$ " 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	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 1,00) o $(>1,00 - 2,00)$ o $(> 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{nd}$ " 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	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 0,50) o $(>0,50 - 1,00)$ o $(> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{nd}$ " 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	Pase 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	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 0,50) o $(>0,50 - 1,00)$ o $(> 1,00 - 1,50)$		
10.2	Sedimentador		Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{nd}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 0,50) o $(>0,50 - 1,00)$ o $(> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{nd}$ " 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	1,50 l/s	Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado			
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{nd} (l/s) =$ (menor a 1,00) o $(>1,00 - 2,00)$ o $(> 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{nd}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{nd}$ " 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)	Población 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 tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5; ii) 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 (>35 - 40)	Población 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)	Población 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,
14.3	Cercos Perimétrico para Reservorio			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.
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP 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	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
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

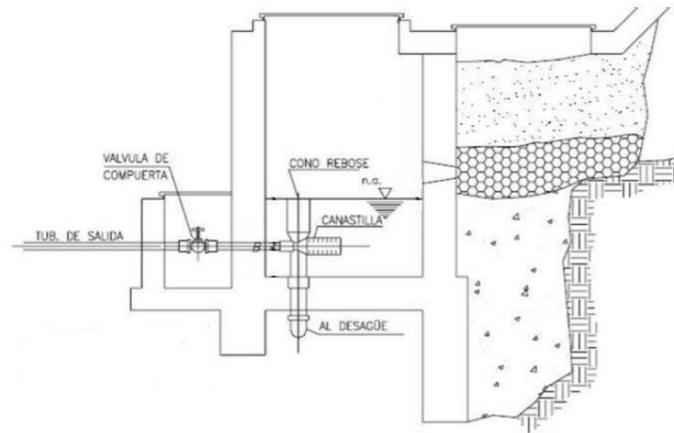
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	$15 \text{ m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	$20 \text{ m}^3$
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 ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )
- $H$  : 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:

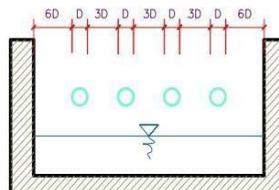
$D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- 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 afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

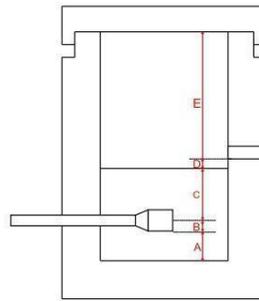
Donde:

L : distancia afloramiento – 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 afloramiento 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 ( $m^3/s$ )

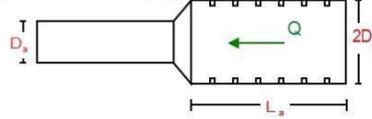
A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

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 ( $A_t$ ) 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  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ :

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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)

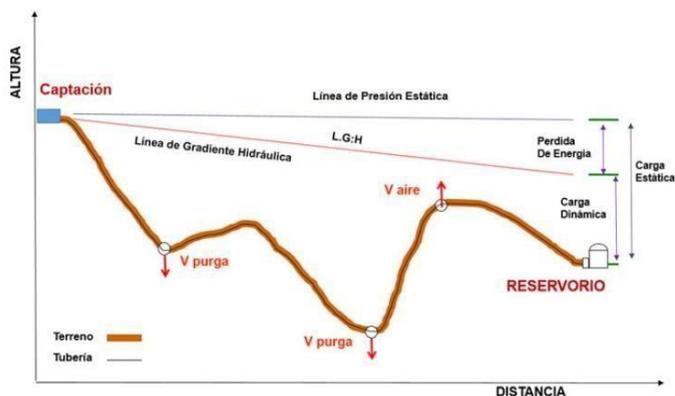
$h_f$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

$D_r$  : 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:

$$H_f = 10,674 * [Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.86})] * L$$

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:

$$H_f = 676,745 * [Q^{1.751} / (D^{4.753})] * L$$

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

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

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, 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**

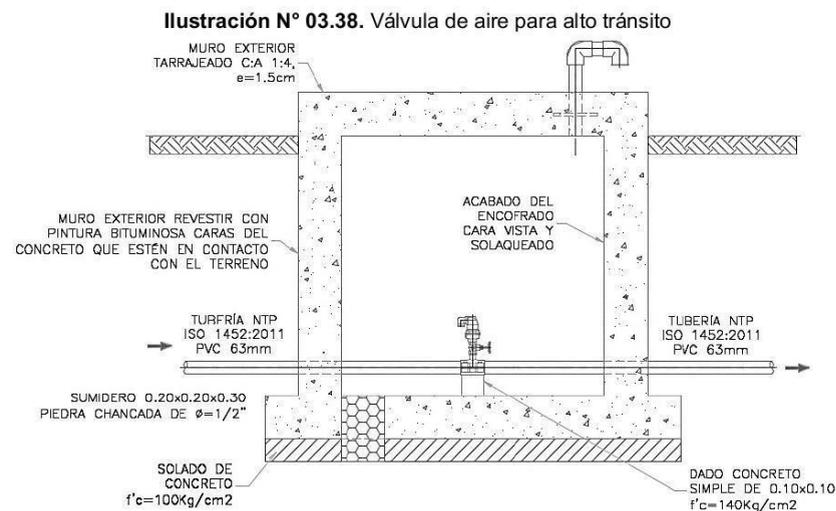
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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  $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$ , tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La estructura será de concreto armado  $f'c = 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$  cuyas dimensiones internas son  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ , para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

Válvula de aire automática

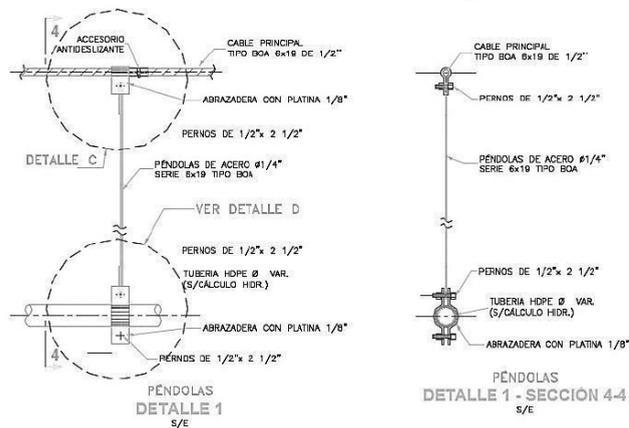
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de  $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$ , tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.



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.

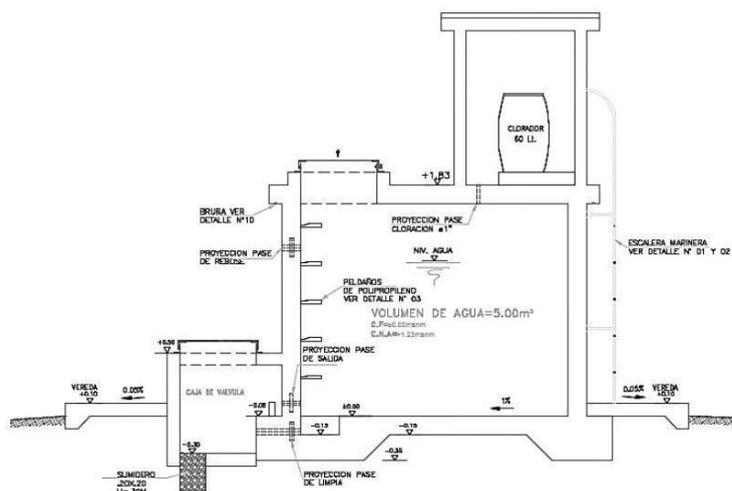
Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



## 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.

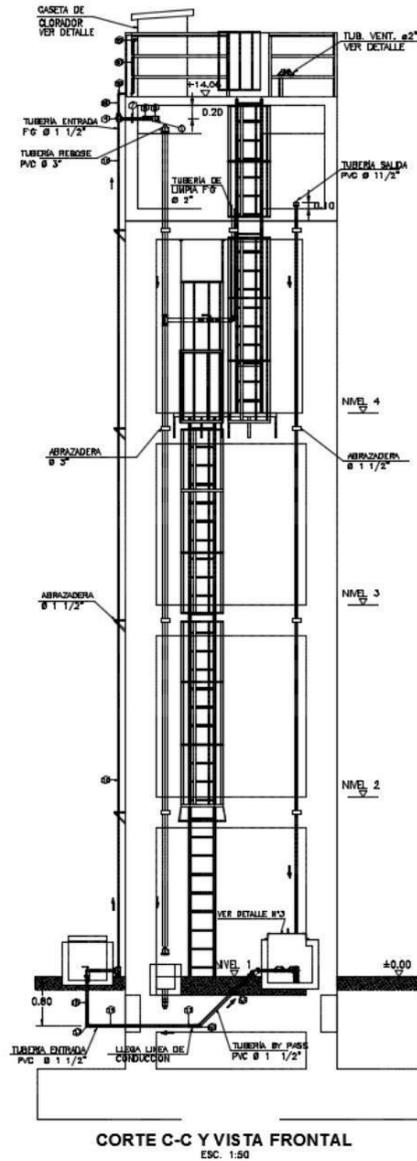
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga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

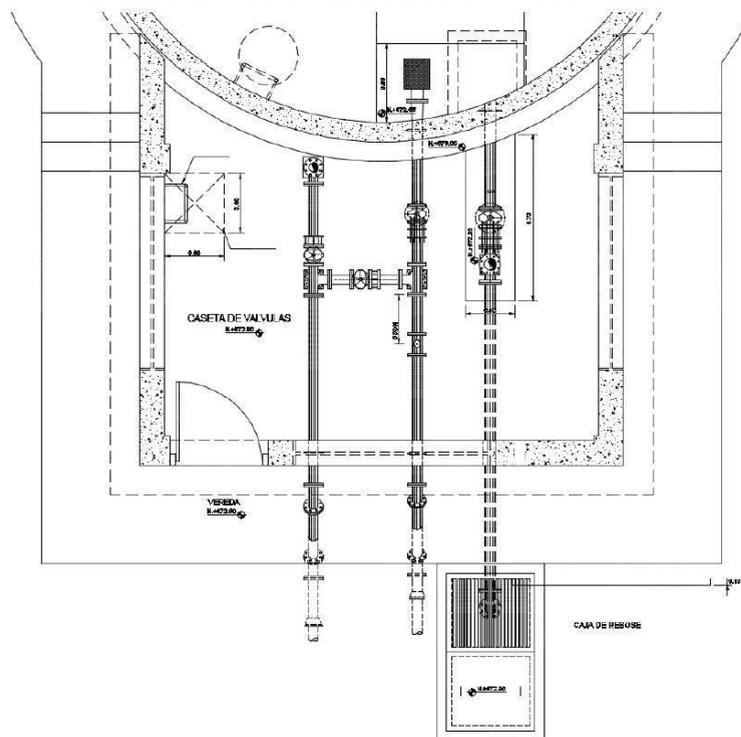
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), 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 1.1/2" x 1.1/2" 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.

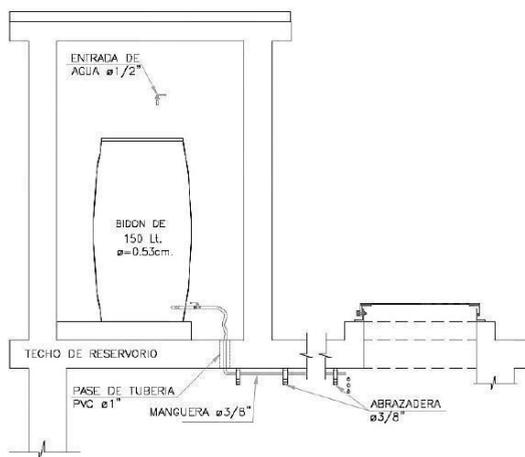
#### Desinfectantes empleados

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 ( $\text{Ca}(\text{OCI})_2$  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

$$P = Q * d$$

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

$$P_c = P * 100/r$$

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

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

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 (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

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.

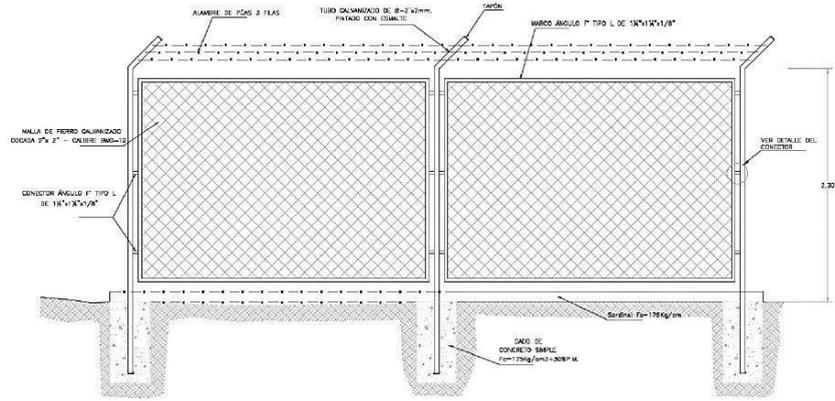
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el rellenado de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de 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  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



## 2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

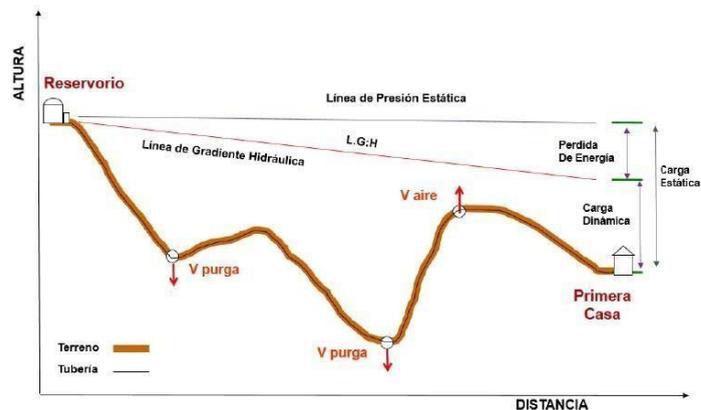
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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 discurran 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 (Qmh).
- 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.

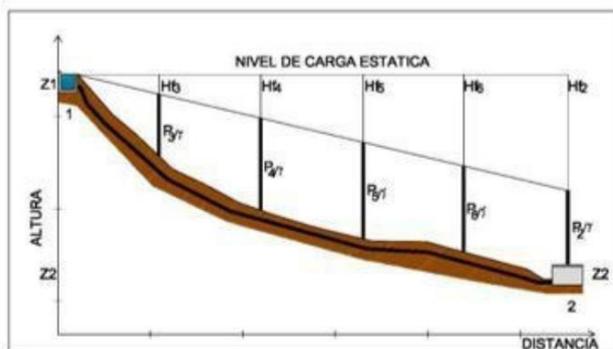
✓ Presión

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.

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

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



Donde:

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

$\frac{P}{\gamma}$  : 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 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:

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

Dónde:

$\Delta H_i$  : 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).

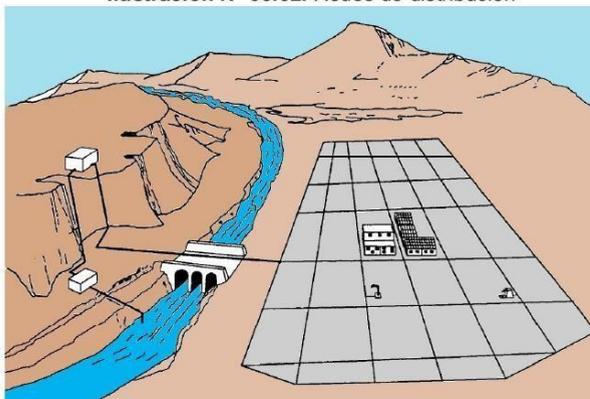
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 reúna 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:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

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 piletta pública en l/h.

$N$  : Población a servir por piletta. 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 piletta 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:

$A_r$  : 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)

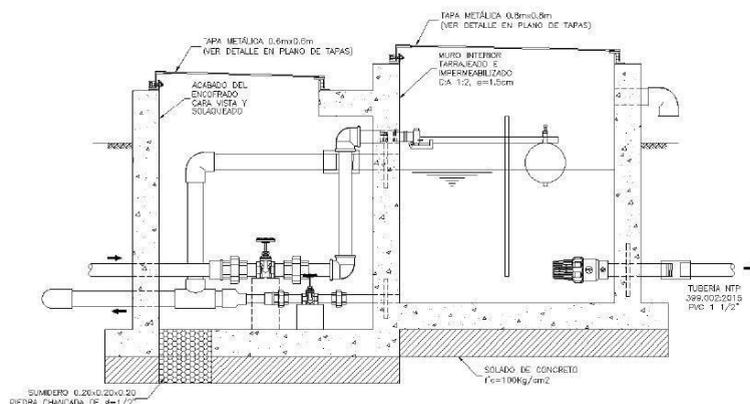
- Cálculo del diámetro de tubería del cono de rebose y limpieza  
 El rebose se instala directamente a la tubería de limpia que realizar la limpieza y evacuación del agua de la cámara húmeda. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

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.



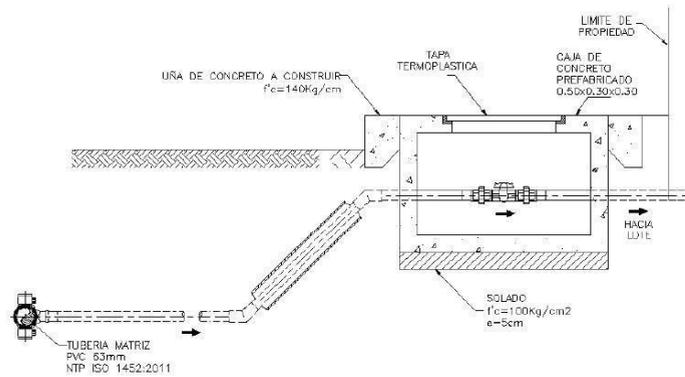
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
  - Instalación: Embridada.
  - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños 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 METÁLICAS 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 niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al ingreso y dentro de su predio una llave de control.
- La conexión domiciliar se realizará a través de una caja prefabricada de concreto o material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

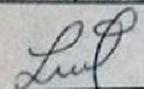
Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar

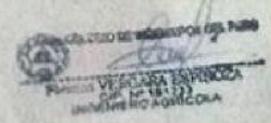


**Anexo N° 03: Instrumento de  
recolección de datos**

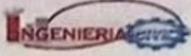
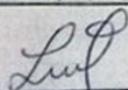
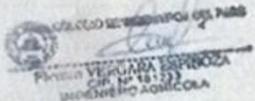
Ficha 01: Evaluación del estado de la cámara de captación.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°01							
TÍTULO				UNIVERSIDAD			
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUÍSA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTAJE			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO	SANTIAGO DE HUÍSA	NO TIENE	MALO	REGULAR	BUENO
		DISTRITO	HUAYÁN				
		PROVINCIA	HUARMEY				
		DEPARTAMENTO	ANCASH				
I. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA							
I.1 CAPTACIÓN							
TIPO DE CAPTACIÓN	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						
	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación	No presenta		
I.1.1 CERCO PERIMÉTRICO							
							ASIGNACIÓN DE PUNTAJES
Estado del cerco perimétrico		En buen estado					
		En mal estado					
		No tiene					
I.1.2 ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA							
			NO TIENE	SI TIENE			ASIGNACIÓN DE PUNTAJES
				Buena	Regular	Mala	
Cómo se encuentra las válvulas? (A)							
Tapa sanitaria 1 (filtro)	Madera						
	Concreto						
	Metal						
	No tiene						
	Seguro	SI TIENE					
		NO TIENE					
Tapa Sanitaria 2 (camara coelectora)	Madera						
	Concreto						
	Metal						
	No tiene						
	Seguro	SI TIENE					
		NO TIENE					
Tapa Sanitaria 3 (caja de válvulas)	Madera						
	Concreto						
	Metal						
	No tiene						
	Seguro	SI TIENE					
		NO TIENE					
Estructura (C)							
Canastilla (f)							
Tubería de limpia y rebose (g)							
Dado de protección (h)							
Formula P1.1.1 = (Cerco capt. 1 + Cerco capt. 2 ... y Numero de cerco capt. B = Tapa = (Tapa 1 + Tapa 2 + Tapa 3) D = Accesorios = (I + g + h) P1.1.2 = (A + B + C + D)							
Captación = (P1.1.1 + 1.1.2)2							
Asignación de puntaje según COMISIÓN REGIONAL DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y saneamiento, SIEGAYCARE							

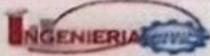
  
**GONZALES ROJAS JOSE EDUARDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 277183

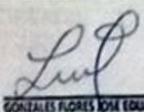
  
 VICERRECTORÍA ACADÉMICA  
 CIP N° 181133  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHIMBOTE

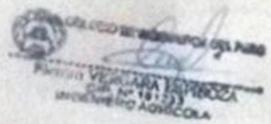
Ficha N°02: Evaluación de la línea de conducción

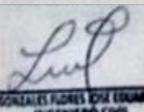
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°02							
TÍTULO				UNIVERSIDAD			
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUÍÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTAJACIÓN			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO	SANTIAGO DE HUÍÑA	*Colapsada	*Malograda	*Enterrada en forma parcial	*Enterrada totalmente
		DISTRITO	HUAYÁN				
		PROVINCIA	HUARMEY	*No tiene	*Malo	*Regular	*Bueno
		DEPARTAMENTO	ANCASH				
<b>I. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA</b>							
<b>1.2 LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>							
<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS</b>							
Inundaciones	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación		No presenta	
<b>1.2.1 TUBERÍA DE CONDUCCIÓN</b>							<b>ASIGNACIÓN DE PUNTAJES</b>
Estado de la tubería de conducción		Enterrada totalmente					
		Enterrada de forma parcial					
		Malograda					
		Colapsada					
<b>1.2.2 CRUCE/PASE AÉREOS</b>							<b>ASIGNACIÓN DE PUNTAJES</b>
¿En qué estado se encuentra el cruce/pase aéreo?		Bueno					
		Regular					
		Malo					
		No tiene					
<b>Formula</b>							
<b>Captación =(P1.2.1)</b>							
<i>Asignación de puntajes según (DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SRRS Y CARE)</i>							
 <b>GONZALES FLORES JOSÉ EDUARDO</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 277103				 <b>Patricia VEGA LARA ESPINOZA</b> CIP N° 46133 INGENIERO AGRÍCOLA			

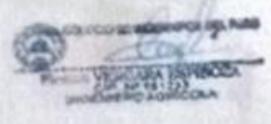
Ficha N°03: Evaluación del reservorio

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS N°04							
TÍTULO					UNIVERSIDAD		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUÍÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.					 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		
DATOS				NIVEL DE SEVERIDAD CON PUNTAJACIÓN			
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		1	2	3	4
SHILLEY ALEXANDRA RAMIREZ MELGAREJO	MGTR. LEON DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL	PUEBLO	SANTIAGO DE HUÍÑA	*Colapsada	*Malograda	*Enterrada en forma parcial	*Enterrada totalmente
		DISTRITO	HUAYÁN				
		PROVINCIA	HUARMY	*No tiene	*Malo	*Regular	*Bueno
		DEPARTAMENTO	ANCASH				
II. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA							
I.4 LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS							
Inundaciones	Hundimiento de terreno	Huayco	Desprendimientos de árboles o rocas	Contaminación	No presenta		
I.4.1 TUBERÍA							ASIGNACIÓN DE PUNTAJES
Estado de la tubería		Enterrada totalmente					
		Enterrada de forma parcial					
		Malograda					
		Colapsada					
I.4.2 VÁLVULAS DEL SISTEMA							ASIGNACIÓN DE PUNTAJES
		Bueno	Regular	Malo	No tiene		
Válvulas de aire (A)							
Válvulas de purga (B)							
Válvulas de control (C)							
I.4.3 CRUCE/PASE AÉREOS							ASIGNACIÓN DE PUNTAJES
¿En qué estado se encuentra el cruce/pase aéreo?		Bueno	Regular	Malo	No tiene		
<i>Formula</i> <b>Línea de aducción y de distribución = P1.4.1</b> <b>Válvulas=(A+B+C)/#respuestas válidas</b>							
<i>Asignación de puntajes según DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, SDRAS Y CAREI</i>							

  
**GONZALES FLORES EDUARDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 277183



  
**GONZALES FLORES EDUARDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 277183



Ficha N°04: Evaluación de la línea de aducción y red de distribución

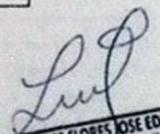
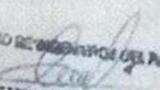
FICHA DE RESUMEN				UNIVERSIDAD				
<b>TITULO</b> EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUAYNA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMAY, REGIÓN ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2011.				 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHUMBOTTE</b>				
								<b>DATOS</b>
AUTORA	ASESOR	UBICACIÓN		NIVEL DE SEVERIDAD				
		PUEBLO	SANTIAGO DE HUAYNA	2	3	4		
		DISTRITO	HUAYÁN					
		PROVINCIA	HUARMAY					
DEPARTAMENTO		ANCASH					"Bueno"	
<b>ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.</b>								
CAPTACIÓN		LINEA DE CONDUCCIÓN		RESERVORIO		LINEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN		
						TOTAL		

  
**EZEQUIEL ROJAS ROSA (DUMAGO)**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 277103

  
 COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHUMBOTTE  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de resumen

Cuestionario de la condición sanitaria

CUESTIONARIO DE LA CONDICIÓN SANITARIA ANTE LA POBLACIÓN		UNIVERSIDAD
TÍTULO		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE HUIÑA, DISTRITO DE HUAYÁN, PROVINCIA DE HUARMEY, REGIÓN ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021.		 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE
Observación: Marcar con una (X) la respuesta que Ud. crea conveniente		
1. ¿Cree Ud., que con la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la calidad de agua potable?		
<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
2. ¿Cree Ud., que después de la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la continuidad de agua potable?		
<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
3. ¿Cree Ud., que después de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la cobertura de agua potable?		
<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
4. ¿Cree Ud., que después de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo Santiago de Huiña, mejorará la cantidad de agua potable?		
<input type="checkbox"/> SI		<input type="checkbox"/> NO
 GONZALES FLORES JOSE EDUARDO INGENIERO CIVIL CIP Nº 277103		 COMITÉ DE DESARROLLO DEL PUEBLO Pimentel VERGARA ESPINOZA CIP. Nº 161233 INGENIERO AGRICOLA

**Anexo N° 04:**  
**Estudio de agua**



PERÚ

Ministerio de Salud

Red de Salud Pacífico Norte

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO FISISQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
N° 051704\_21 - LABCA/USA/DRSPN

Table with 2 columns: Field Name and Value. Fields include SOLICITANTE, LOCALIDAD, DISTRITO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO, TIPO DE MUESTRA, FECHA DE MUESTREO, FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO, FECHA DE REPORTE, and MUESTREADO POR.

DATOS DE MUESTREO

Table with 5 columns: COD. LAB., COD. CAMPO, FUENTE-UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, HORA DE MUESTREO, and COORDENADAS UTM (ESTE, NORTE).

RESULTADO DEL ANÁLISIS FISISQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Table with 2 columns: PARÁMETROS and CÓDIGO DE MUESTRA (051704\_21). Rows list various parameters like Ph, Turbiedad, Conductividad, and Coliformes.

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

Métodos de Ensayo: Conductividad y Sólidos Totales Disueltos: Electrodo APHA, AWW. WEF. 2510 B. 22th Ed.2012. Turbiedad: Nefelométrico: APHA. AWWA. WEF. 2510B. 23h Ed.2017. Numeración de Coliformes Totales y Termotolerantes por el Método Estándarizado de Tubos Múltiples APHA. AWWA. WEF. 9921B y 9221 E 23h Ed. 2017

Atentamente,



CC. USA/RSPN
Archivo
Laboratorio

**Anexo N° 05:**  
**Hoja de cálculos**

### Diseño de cámara de captación

Calculo de Caudal por el Método Volumétrico			
Item	T(s)	Vol.(lt)	Q (Caudal)= Volumen (lt)/ Tiempo (s)
1	17	18.93	<b>Q = 1.14 lt/s</b>
2	17		
3	17		
4	16		
5	16		
Total	16		
Promedio	16.6		
			Q max: 1.18 lt/s
			Q min: 1.11 lt/s

Población Futura (Fórmula)
$\frac{Pf}{Pa} = \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$
Donde:
Pf = Población Futura
Pa = Población Actual
r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes
Tiempo en años (t) = 20 años

Datos						
Población Actual(2021) - Habitantes					400	
Cálculos						
AÑO	Pa (hab.)	t (años)	P =Pf - Pa	Pa.t	r =P/Pa.t	r.t
2001	220					
2011	310	10	90	2200	0.041	0.409
2021	400	10	90	3100	0.029	0.290
Total:		20				0.699

$r =$ Coeficiente de crecimiento anual		
$r = \frac{0.699}{20} =$		0.035
$r =$	<b>35</b>	<b>por cada 1000 habitantes</b>

$Pf =$ Población futura	
$??_{2041} = ??_{2021} \left(1 + \frac{?}{1000}\right)$	
$??_{2041} = 400 \left(1 + \frac{2 \cdot 20}{1000}\right)$	
$=$	<b>680 Habitantes</b>

**Consumo Promedio Diario Anual**

$$\frac{Q_m \cdot 365 \cdot 24}{365 \cdot 24}$$

**CUADRO 2.3**

**Dotación por región**

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

$$680 \text{ h} \cdot 0 \text{ l/hab./día}$$

**$Q_m = 0.472$**

Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh). (Para el consumo máximo diario (Qmd) se recomienda el 130 %)

$Q_{md} \text{ (lt/s)} = 1.3 \times Q_m = 0.61 \text{ lt/s}$

$Q_{md} \text{ (lt/s)} = 0.61$        $Q_{md} = 1 \text{ l/s}$

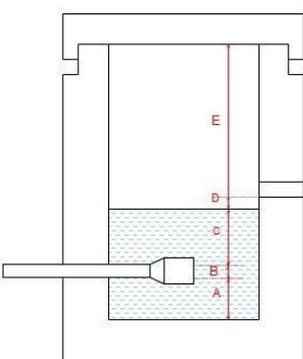
Para el consumo máximo horario (Qmh) se recomienda el 200 % (Según la norma técnica de diseño=2)

$Q_{mh} \text{ (lt/s)} = 2 \times Q_{md} = 1.23 \text{ lt/s}$

Datos:			
Qmax (lt/s):	1.18	0.00118	m3
Cd	0.80		
g (m/s <sup>2</sup> ):	9.81 m/s <sup>2</sup>		
H (m):	0.50 m		
V2(m/s):	0.60 m/s <sup>2</sup>		

1) Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la camara húmeda			
$v = \frac{2 * \sqrt{g * h}}{1.6}$	v2t=	2.51	m/s
	Veloc. de paso asumida:	0.60	m/s
*Perdida de carga en el orificio resultante			
$h^o = 1.6 * \frac{v^2}{2 * g}$ $= h^o$	h°=	0.029	m
	Hf=	0.47	m
* L se define mediante la ecuacion			
$L = \frac{v}{0.30}$	L=	1.57	m

2) Ancho de la pantalla			
$A = \frac{Q}{v}$	A=	0.00246	m <sup>2</sup>
*Diametro de orificio			
$D_c = \sqrt[4]{\frac{4Q}{v}}$	Dc=	0.056 m	2.203 pulg
	Diámetro comercial	2 Pulg	0.051 m
* Calculo del numero de orificios			
$N_{orif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$	Norif=	3.00	orificios
*Ancho de la pantalla			
$b = 2 * D + N * \phi + 3 * D * (NA - 1)$	b=	1.10	m

3) Altura de la camara humeda (Ht)			
			
Donde:			
A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm A= 10.0 cm			
B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida. B= 0.038 cm <> 1.5 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 cm			
E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm). E= 40.00 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).			
$H_t = A + B + C + D + E$	Ht=	93.80	1 m
A=	10	cm	
B=	3.80	cm	1.5 pulgada
$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qm d^2}{2g A^2}$	Qmd=0.10 m <sup>3</sup> /s	A= 0.002	0.019 m
D=	10	cm	
E=	40	cm	

20 cm


=

### 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:  $Q_{max} = 1.18$  l/s  
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.8263935$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  $D_R = 2$  pulg

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 1.18$  l/s  
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.8263935$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  $D_L = 2$  pulg

## Diseño de línea de conducción

TRAMO		LONGITUD TOTAL	CAUDAL	COTA DEL TERRENO		DESNIVEL DEL TERRENO	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA DISPONIBLE	DIÁMETRO TEÓRICO	DIÁMETRO COMERCIAL	VELOCIDAD	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA	PÉRDIDA DE CARGA POR TRAMO Hf	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN INICIAL	PRESIÓN FINAL	PRESION ESTATICA	TIPO DE TUBERIA
				INICIAL	FINAL								INICIAL	FINAL				
				(m)	(l/s)								(msnm)	(msnm)				
CAP-01	CRP-T6	560	1.14	613.00	569.00	44.00	0.1	1.15	2.00	0.6	0.00	2.63	613.00	610.37	0.00	41.37	44.00	C-10
CRP-T6	RESERVORIO	338	1.14	569.00	545.00	24.00	0.1	1.15	2.00	0.6	0.00	1.59	610.37	608.79	0.00	63.79	24.00	C-10

## Diseño de reservorio

### DISEÑO DEL RESERVORIO

#### 1. Periodo de diseño:

Años = 20

#### 2. Poblacion actual:

P.a. = 400 Hab.

#### 3. Tasa de crecimiento:

r = 0.035

#### 4. Poblacion futura:

P.f. = 680 Hab.

#### 5. Dotacion:

Dot. = 50 Lt./Hab./d

#### 6. Consumo Promedio Anual:

Q.prom. = 0.472 Lt./seg.

#### 7. Factor K1:

K1 = 1.3

#### 8. Consumo maximo diario:

Q.m.d. = 0.61 Lt./seg.

#### 9. Factor K2:

K2 = 1.3

#### 10. Consumo maximo horario:

Q.m.h. = 0.61 Lt./seg.

#### 11. Consumo maximo maximorum:

Q.m.m. = 0.80 Lt./seg.

$$Q_{mm} = Q_{prom.} * K1 * K2$$

#### 12. Caudal de la fuente (ladera):

Caudal inicial: Q.inicial = 1.14 Lt./seg.

## VOLUMEN DEL RESERVORIO

### 1. Volumen de Regulación:

$$V.Reg. = ((Q.prom./1000) * 0,25 * 86400) \quad V.Reg. = 10.00 \quad m^3$$

### 2. Volumen de Reserva:

$$V.Res. = (0.33 * V.Reg.) \quad V.Res. = 3.30 \quad m^3/día$$

### 3. Volumen del Reservorio:

$$V.Total = V.Reg. + V.Inc. + V.Res. \quad V.Total = 10.00 \quad m^3$$

## DIMENSIONES DEL RESERVORIO

### 1. Asumiendo una altura:

$$H = 2.50 \quad m$$

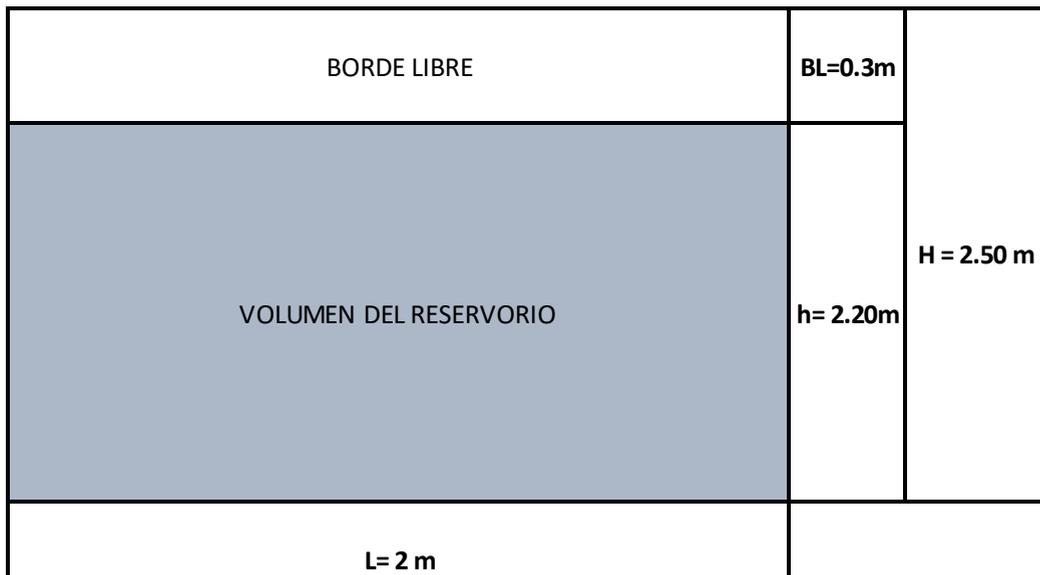
Asumiendo por Criterio un Diseño de Borde Libre:

$$B.Lbr. = 0.30 \quad m$$

Determinamos la Altura o Tirante Máximo del Agua:

$$Tirante = 2.20 \quad m$$

## DISEÑO DEL RESERVORIO



Rectangular		
h=	2 m	
Largo=	2 m	
Ancho=	2.5 m	
Volumen Real	10	m <sup>3</sup>

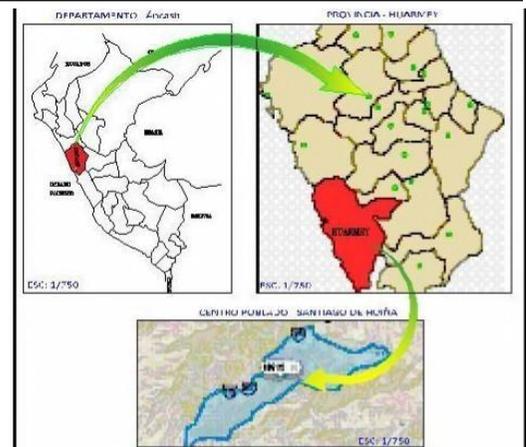
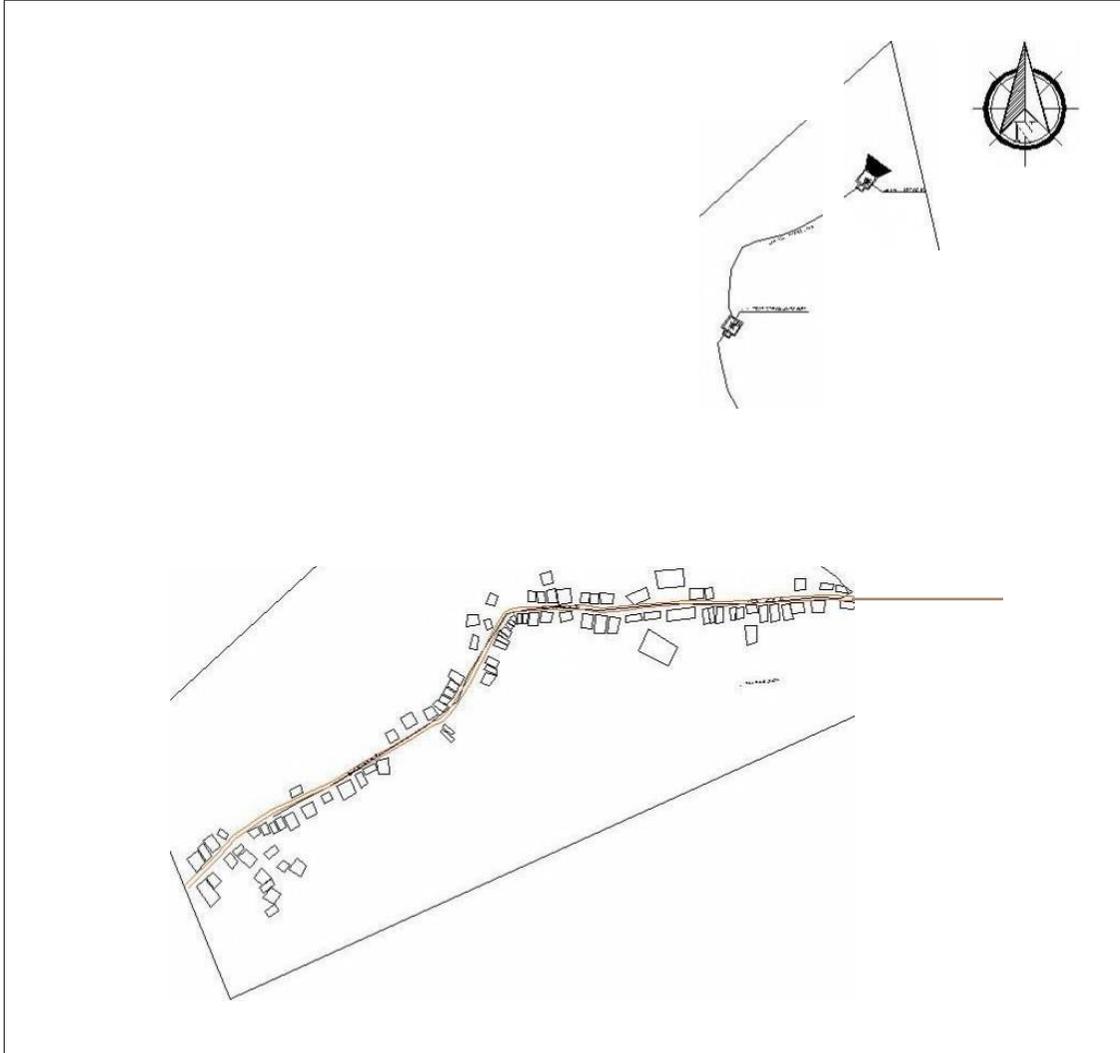
**Anexo N° 05:**

**Plano de ubicación y localización**

### PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

187155.13 E    187355.13 E    187555.13 E    187755.13 E    187955.13 E

N.º 0000000000  
N.º 0000000000  
N.º 0000000000  
N.º 0000000000  
N.º 0000000000



PLANO DE LOCALIZACIÓN



CENTRO POBLADO - SANTIAGO DE HUAYLLA

#### DATOS DE LA UBICACIÓN

REGIÓN:	ÁNCASH
PROVINCIA:	HUARMEY
DISTRITO:	HUARMEY
CENTRO POBLADO:	SANTIAGO DE HUAYLLA

LEYENDA:  
PROYECTO  
VIVIENDA

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

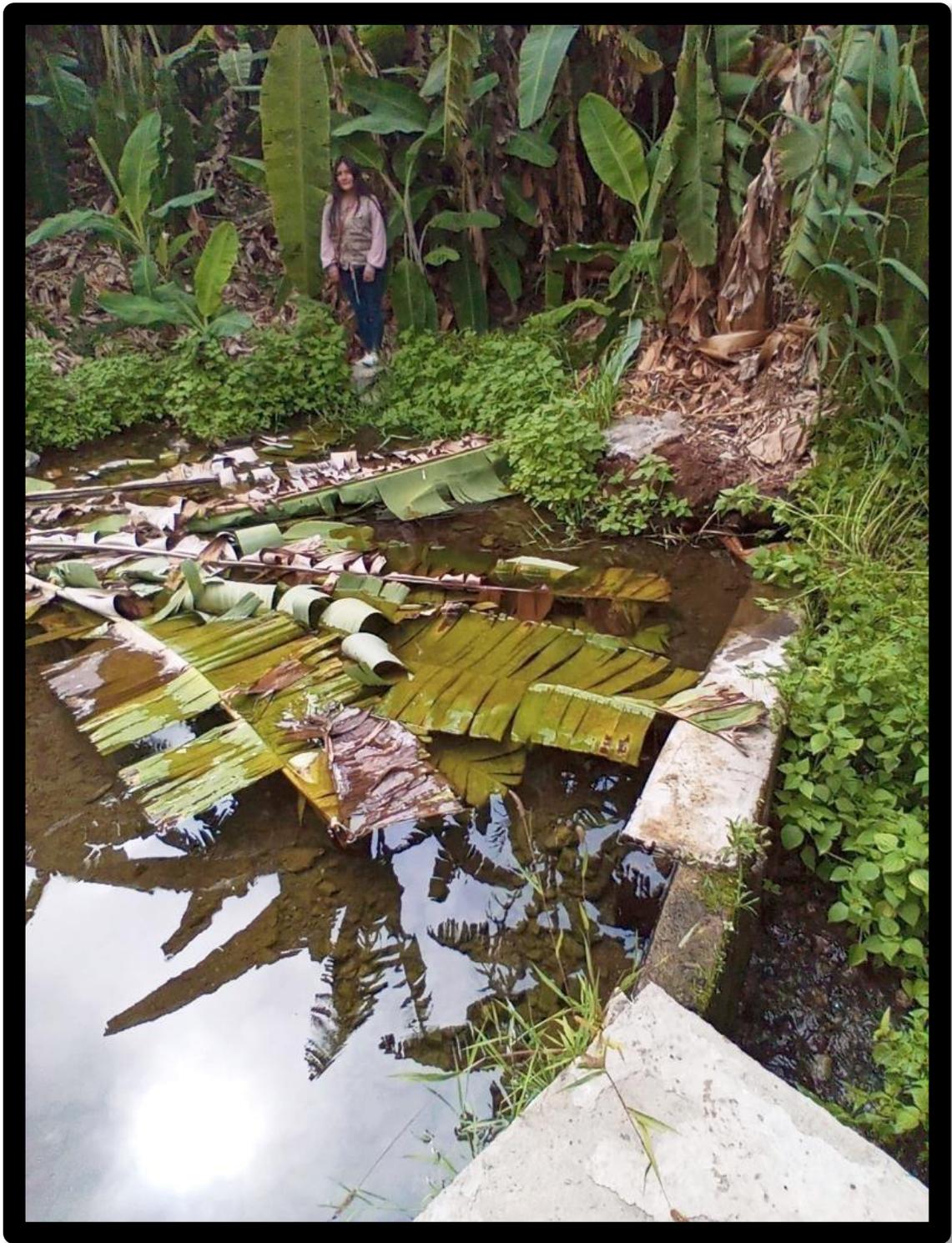
FECHA:	FECHA:	FECHA:
TOPOGRAFÍA:	UBICACIÓN:	PROYECTO:
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:

**Anexo N° 06:**  
**Panel fotográfico**



Fotografía 01: Captación de ladera

Fuente: Elaboración propia (2021)



Fotografía 02: Captación de ladera – lado derecho

Fuente: Elaboración propia (2021)



Fotografía 03: se visualiza la estructura con patologías.

Fuente: Elaboración propia (2021)



Fotografía 04: Reservorio existente con patologías de eflorescencia y fisuras en la estructura.

Fuente: Elaboración propia (2021)

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

53%

★ repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo