



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY,  
DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN,  
REGIÓN LA LIBERTAD, PARA SU INCIDENCIA EN LA  
CONDICION SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022

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

**AUTOR**

C CERNA HERNANDEZ CHRISTIAN AUGUSTO

ORCID: 0000-0002-1144-4470

**ASESOR**

LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2022**

## **1. Título de la tesis**

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad, y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTOR**

Cerna Hernández Christian Augusto

ORCID: 0000-0002-1144-4470

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Bachiller, Chimbote,  
Perú

### **ASESOR**

León de los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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

### **JURADO**

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidenta

Mgtr. Lazaro Diaz, Saul Heysen

ORCID: 0000-0002-7569-9106

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

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

#### **Jurado**

Mgr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Mgr. Lazaro Diaz, Saul Heysen

Miembro

Mgr. Bada Alayo Delva Flor

Miembro

#### **Asesor**

Mgr. Gonzalo Miguel León de los Ríos

Asesor

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

##### **Agradecimiento**

A mis docentes de toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

A Dios por haberme guiado por este sendero de mi vida, por haberme dado las fuerzas para salir adelante; en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia

A mi Padre Willar Augusto Cerna Altamirano, mi Madre Marleny Marisol Hernandez Callacna,

A mis Hermanos. Por último, a mis compañeros de Tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y

A mi Asesor de Tesis quién nos ayudó en todo momento, Ingeniero Mgtr. Gonzalo Miguel León De Los Ríos.

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mi Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis familiares.

A mi Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy en este arduo camino, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y poder superarme día a día.

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, apoyándome en todas mis decisiones.

## 5. Resumen y Abstract

### Resumen

Esta tesis ha sido desarrollada bajo la Área de investigación: de recursos hídricos, de la escuela profesional de Ingeniería civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. La investigación tuvo como objetivo desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad, y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022. Se planteó como el enunciado del problema, ¿el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Caucharatay; mejorará la condición sanitaria de la población? Se usó la metodología cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. Los resultados coinciden con los objetivos planteados en el esquema del proyecto de investigación, la evaluación nos arrojó un estado medianamente sostenible por la cual requiere intervención y en el mejoramiento se diseñó una captación de manantial de ladera, una línea de conducción con 1 1/2” de diámetro se implementara una cámara rompe presión para que se realice algún mantenimiento en el sistema, un reservorio de forma rectangular y de tipo apoyado de 10 m<sup>3</sup> de capacidad, una línea de aducción de 1.5 pulgadas. Al finalizar se concluye que el diseño del sistema de abastecimiento incide me manera positiva en a la condición sanitaria cumpliendo con una propuesta de diseño de un servicio elemental para la vida,

**Palabras clave:** Sistema de abastecimiento de agua potable, Camara de captación, Línea de conducción, Condición Sanitaria.

## **Abstract**

This thesis has been developed under the Research Area: Water Resources, of the Professional School of Civil Engineering of the Catholic University of Los Angeles, Chimbote. The objective of the research was to develop the design of the drinking water supply system for the Caucharatay population center, Chugay district, Sánchez Carrión province, La Libertad region, and its impact on the population's health condition - 2022. It was proposed as the statement of the problem, the design of the drinking water supply system of the populated center of Caucharatay; Will the health condition of the population improve? The qualitative methodology, of non-experimental design, of a descriptive type was used. The results coincide with the objectives set out in the outline of the research project, the evaluation gave us a moderately sustainable state for which it requires intervention and in the improvement a catchment of slope management was designed, a conduction line with 1 1/2 In diameter, a pressure-breaking chamber is implemented to perform some maintenance on the system, a rectangular-shaped reservoir with a supported type of 10 m<sup>3</sup> capacity, a 1.5-inch conduction line. At the end it is concluded that the design of the supply system affects my positive way in the sanitary condition complying with a design proposal for an elementary service for life,

**Key words:** Evaluation, Improvement, Drinking water supply system and Sanitary Condition.



## 6. Contenido

1. Título de la tesis .....	ii
2. Equipo de trabajo .....	iii
3. Hoja de firma del jurado y asesor .....	v
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	vii
5. Resumen y Abstract .....	x
6. Contenido .....	xiii
7. Índice de gráficos,imagnes, tablas y cuadros. ....	xvii
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la literatura.....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes.....	3
2.1.1. Antecedentes locales. ....	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	6
2.1.3. Antecedentes Internacionales .....	10
2.2. Bases teóricas .....	13
2.2.1. Ciclo Hidrológico .....	13
2.2.1.1. Agua .....	13
2.2.1.2. Agua potable.....	13
2.2.2. Afloramiento .....	14
2.2.3. Aforo .....	14

2.2.4.	Calidad del agua.....	14
2.2.4.1.	Análisis bacteriológico .....	15
2.2.5.	Fuente de abastecimiento de agua .....	15
2.2.5.1.	Tipos de fuentes de abastecimiento de agua.....	15
2.2.6.	Parámetros de diseño .....	19
2.2.6.1.	Periodo de diseño.....	19
2.2.6.2.	Demanda.....	19
2.2.6.3.	Dotación .....	21
2.2.6.4.	Población de diseño .....	22
2.2.6.5.	Caudales de diseño (variaciones de consumo) .....	22
2.2.7.	Sistema de abastecimiento de agua potable .....	24
2.2.7.1.	Captación.....	24
2.2.7.2.	Caudal.....	32
2.2.7.3.	Línea de conducción.....	32
2.2.7.4.	Reservorio de almacenamiento.....	35
2.2.7.4.1.	Capacidad del reservorio .....	35
2.2.7.5.	Línea de aducción.....	35
2.2.7.6.	Red de distribución.....	37
2.2.7.6.1.	Velocidad.....	38
2.2.7.6.2.	Presión .....	39
2.2.8.	Condiciones sanitarias.....	39

2.2.8.1. Cobertura de servicio de agua potable .....	39
2.2.8.2. Cantidad de agua potable .....	39
<b>III. Hipótesis .....</b>	<b>41</b>
<b>IV. Metodología .....</b>	<b>41</b>
4.1. Diseño de la investigación .....	41
4.2. Población y muestra.....	42
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores .....	43
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
4.1.1. Técnica de recolección de datos .....	47
4.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	47
4.4.2.1. Ficha Técnica .....	47
4.4.2.2. Protocolos de estudios.....	48
4.4.2.2.1. Levantamiento topográfico.....	48
4.4.2.2.2. Estudio de suelo.....	48
4.5. Plan de análisis .....	49
4.6. Matriz de consistencia .....	51
4.7. <b>Principios éticos .....</b>	<b>58</b>
a. Ética en la recolección de datos.....	58
b. Ética para el inicio de la evaluación .....	58
c. Ética en la solución de resultados .....	58
d. Ética para la solución de análisis .....	58

e. Responsabilidad Social .....	59
f. Respeto a la propiedad intelectual .....	59
g. Protección al medio ambiente .....	59
<b>V. Resultados.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1. Resultados.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2. Análisis de resultados .....</b>	<b>69</b>
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>72</b>
<b>Aspectos Complementarios .....</b>	<b>74</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>80</b>

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

### Tablas

Tabla 1 Dotación por región. ....	21
Tabla 2 Dotación por el número de habitantes.....	22
Tabla 3 Operalización de variable independiente .....	43
Tabla 4 Definición y operalización de variable dependiente .....	46
Tabla 5 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	47
Tabla 6 Matriz de consistencia.....	51
Tabla 7 Parámetros de Diseño .....	63
Tabla 8 Resumen de los cálculos obtenidos de la captación.....	65
Tabla 9 Resumen de los cálculos obtenidos de la línea de conducción .....	66
Tabla 10 Diseño de la línea de aducción.....	68

## **Imágenes**

Ilustración 1 Agua de lluvia .....	16
Ilustración 2 Agua superficiales.....	17
Ilustración 3 Aguas subterráneas .....	18
Ilustración 4 Captación de ladera concentrada .....	25
Ilustración 5 perdida de carga en los puntos 0 y 1 .....	25
Ilustración 6 Perdida de carga en punto 1 y 2 .....	27
Ilustración 7 Números de orificios en la cámara de captación .....	29
Ilustración 8 Altura de la cámara húmeda.....	30
Ilustración 9 Dimensiones para la canastilla de la cámara de captación.....	31
Ilustración 10 Cámara rompe presión. ....	34
Ilustración 11 Red de distribución ramificada .....	37
Ilustración 12 Red de distribución mallada.....	38
Ilustración 13 Algoritmo de seleccion de sistema .....	60

## I. Introducción

Según Cordero<sup>1</sup>, El agua es un recurso indispensable para el ser humano a medida que la población crece, la demanda de este preciado líquido es mayor, las condiciones de agua potable en el Perú en el ámbito rural son deficientes algunos centro poblados cuentan con sistemas de agua potable que son diseñados artesanalmente por los moradores y otros no cuentan con un sistema que le suministre el agua potable como es el caso del centro poblado Caucharatay, se han visto vulnerado al no contar con un servicio de abastecimiento de agua potable, esto afecta a la condición sanitaria de la población. El **problema** de investigación fue ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorará la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad ? Para responder a esta interrogante se ha planteado como **objetivo general:** Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad – 2022. De lo que resulta, como **objetivos específicos;** Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del c centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad; Describir el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad; Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito

de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad. Asimismo, la **justificación** de la Investigación de la investigación: Se da por que los moradores del centro poblado Caucharatay, se han visto perjudicados al no contar con un servicio de agua potable, ocasionando que los pobladores por la necesidad de adquirir este líquido vital para la vida están consumiendo agua turbia de una quebrada de la zona. Asimismo, como **bases teóricas** se ha realizado un marco teórico y conceptual de acuerdo con las variables de investigación también se muestra una serie de **antecedentes** internacionales y nacionales. Además, se utilizó una **metodología** del tipo descriptiva. El nivel de la de la investigación fue cualitativo. **El universo o población** estuvo conformados por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Caucharatay,, provincia del Santa, región Áncash, y como muestra de investigación se tomará también el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad. Es importante señalar que se hizo uso de la **técnica**, es decir se efectuó inspecciones a la zona de estudio, donde se recopiló información de campo por intermedio de encuestas; y como instrumento mediante el uso de **ficha** de instrumentos y encuestas luego se procedió a la evaluación. El **espacio** estuvo conformado por el centro poblado del Caucharatay, ubicado en el área rural del distrito de Moro, provincia del Santa, región Áncash. El **tiempo** estuvo comprendido desde enero del 2020 hasta febrero del noviembre del 2020.



## II. Revisión de la literatura

### 2.1. Antecedentes

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

#### 2.1.1. Antecedentes locales.

##### Antecedente N° 01

Jara et al.<sup>2</sup> en su tesis titulada “Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – La libertad”. El plantea su **objetivo principal** el de abastecer a toda la población con sus servicios básicos y de este modo mejorar la condición sanitaria en la que viven y su tesis concluye que se realizó el diseño hidráulico de agua potable y el del alcantarillado que servirá como propuesta de ejecución para el municipio de curgos. La **metodología** es no experimental. Se obtuvo como **resultados** que la doble prueba hidráulica de la tubería, la finalidad de esta partida es la de verificar que todas las líneas de agua potable estén en correcto estado de instalación, probadas contra fugas para poder cumplir con el fin a que han sido construidas. Tanto en el proceso de la prueba como en los resultados serán dirigidos y verificados por la Supervisión con asistencia de la contratista, debiendo este ultimo de proporcionar el personal, material, aparatos de prueba,

medición y cualquier otro elemento requerido para las pruebas. Por este motivo es que el **recomienda** que se deberá cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto, que las infraestructuras como la captación y reservorio deberán estar protegidas por un cerco perimétrico para evitar que extraños al sistema manipulen los accesorios (4).

#### Antecedente N° 02

Medina <sup>3</sup> en su tesis titulada “Diseño del Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento del Caserío de Plazapampa – sector el ángulo, Distrito de Salpo, Provincia de Otuzco, Departamento de la Libertad. Su **objetivo** principal consiste en Realizar el Diseño del Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento del Caserío de Plazapampa – Sector El Ángulo, Distrito de Salpo, Provincia de Otuzco, Departamento de La Libertad (5). El proyecto permitirá aplicar procedimientos y **metodologías** descriptivas para realizar el diseño hidráulico del Sistema de Agua y Alcantarillado. Se tiene como resultado Adicionalmente y en esta etapa de trabajo se realizaron 07 calicatas a cielo abierto, a fin verificar y complementar el estudio visual de material que conforma la localidad, complementándose dichos trabajos, con ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y propiedades índice del suelo y realizar las labores de gabinete en

base a los cuales se define los perfiles estratigráficos y las recomendaciones generales para la cimentación de las estructuras proyectadas. Para el caso de las obras lineales, estos resultados permitirán definir las actividades del proceso constructivo dependiendo del tipo de suelo encontrado, (suelo arcilloso, suelo limoso, suelo normal, semirocoso o 52 rocoso), para estimar los costos unitarios asociados al presupuesto de la obra que se realizara en el desarrollo a nivel expediente técnico del proyecto en mención. Para el caso de reservorios apoyados y obras menores, se determinarán los parámetros de resistencia del suelo para el cálculo de la capacidad admisible del terreno para absorber las diferentes sollicitaciones de carga luego de poder obtener la mejor ubicación para dichas estructuras. Teniendo como **conclusiones:** El estudio es ambientalmente factible y generará impactos positivos a los usuarios y también al desarrollo de la región. Se planean medidas de mitigación para los impactos negativos, implementándose medidas ambientales de carácter preventivo y un programa de vigilancia y supervisión durante la ejecución de las obras de mantenimiento, se implementó un sistema de Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico, en este caso el uso de Letrinas con Biodigestores, con una capacidad de 600 lts. Cada vivienda contará con una UBS, con un total de 81 beneficiarios (5).

Por ello **recomienda** lo siguiente: La población de ser concientizada en la que respecta el uso de los servicios, estos deben

enseñarles las normas de higiene, como evitar la contaminación, educar a la población para el uso correcto de las UBS, evitando arrojar basura u otras sustancias dentro de éstas, para evitar atoros y averías al sistema, se deberá capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento de la estructura a construir (5).

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

#### Antecedente N° 01

Rengifo et al. 4 en su tesis titulada “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas watercad y sewercad”. Su **objetivo principal** consiste en el diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado con la finalidad de mejorar estos servicios en el Asentamiento Humano “Los Pollitos” de la ciudad de Ica, que conllevará a obtener una baja incidencia de enfermedades infectocontagiosas de la población del A.A.H.H. “Los Pollitos”. En este marco, la **metodología** para la identificación y evaluación de impactos ambientales, tiene que plantearse desde dos puntos de vista, primero del escenario en el cual ya existen alteraciones, derivadas principalmente del tráfico y reflejadas en los niveles de contaminación y limitación en las actividades de los ciudadanos, y en segundo lugar, las alteraciones que podrían generarse, durante el proceso constructivo y la vida útil del Proyecto

Teniendo como **resultado:** De acuerdo al Reglamento de Elaboración de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas y Periurbanas de Lima y Callao, emitido por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), en el cual se estipula que: “Las velocidades de flujo recomendadas en la tubería principal y ramales de agua potable serán en lo posible no menores de 0.60 m/s”; las velocidades que se obtienen al realizar la segunda iteración de la red de agua potable y que se encuentren por debajo del valor recomendado serán aceptadas como parte del diseño dado que lo indicado por SEDAPAL no es de carácter restrictivo con respecto a las velocidades menores al valor de 0.60 m/s (6).

Por ello **concluye:** que al diseñar la red de agua potable mediante el uso del software WATERCAD permite obtener la solución económicamente viable de acuerdo a los costos actuales del mercado. Por otro lado, permite generar diferentes escenarios en los cuales se podrán variar diferentes elementos que componen la red tales como: diámetro y material de tuberías, restricciones de velocidad, etc. Diseñar la red de alcantarillado mediante el uso del software SEWERCAD permite disminuir las deficiencias que se presentan a menudo en proyectos similares las cuales implican problemas de pendientes y desfogue de excretas generando el mal funcionamiento de las redes ejecutadas (6).

## Antecedente N° 02

García <sup>5</sup> en su tesis titulado “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado para la localidad de Omas -Yauyos – Lima. Su **objetivo** principal consiste en Mejorar la calidad de vida de los pobladores, garantizando la prestación de servicios tanto de un abastecimiento eficiente, en cantidades y presiones adecuadas de agua potable, como el de recolección y disposición final de las aguas residuales de los centros poblados en mención del Distrito de Omas, cumpliendo con los estándares exigidos, aplicando una solución económica que contemple tecnología adecuada disponible en nuestro medio (7). Teniendo como **resultado** Solamente 326 lotes del área de estudio cuentan con servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias lo que representa el 50.38% de cobertura, donde el abastecimiento se realiza en forma racionada un promedio de 2 horas. En el centro poblado Cruz del Médano distrito de Mórrope se abastece del pozo existente P-01 que bombea directo a la red la cual abastece a la población del Centro Poblado Cruz del Médano. 254 lotes no cuentan con servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias, lo que representa el 39.25% siendo su abastecimiento de agua a través de pozos artesanales trasladándolo en baldes plásticos y acémilas. La **metodología** es del tipo exploratoria. Teniendo como **conclusión:** Las redes de distribución están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía

dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino. Por tanto, se diseñarán redes de distribución con sistema abierto para el Distrito de Omas, Las tuberías de red de distribución, en tramos finales tiene diámetros de 1/2" esto debido al poco caudal que requieren, pero a la vez cumplen con las velocidades mínimas, Por las características propias del área del proyecto y la topografía variable, el sistema se ha planteado por gravedad hasta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Por ello **recomienda:** Efectuar el análisis de vulnerabilidad en el proyecto ya que pueden generar situaciones de emergencia como la roturas de tuberías de agua y desagüe, tomando en consideración las posibilidades de cortes de energía eléctrica y la existencia de planes operativos de emergencia, Uso del Software Watercad y Sewercad, dado a que realiza diversas simulaciones de manera rápida, obteniendo cálculos hidráulicos hasta obtener al que más se ajuste a lo requerido por el sistema, además su interactividad con el programa AutoCAD que permite simular dicho sistema con mayor precisión, y el ahorro de tiempo que brinda (7).

### 2.1.3. Antecedentes Internacionales

#### Antecedente N° 01

Alvarado <sup>6</sup> en su tesis titulada “Estudios y Diseños de agua potable del barrio Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Su **objetivo principal** consiste en Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja. La **metodología** fue del tipo descriptivo nivel No Experimental porque nose puede manipular la variable y se utilizan los conocimientos sobre el funcionamiento del sistema de agua potable para una comunidad.

Se obtuvo como **resultados** En este capítulo se describirá cada resultado obtenido de la evaluación realizada al funcionamiento del sistema de agua potable en el Asentamiento Humano Villa Hermosa II etapa, la información obtenida en campo se realizó a través del instrumento utilizado que para este caso es la ficha técnica que se aplicará a la respectiva evaluación del sistema de agua potable, dentro de la evaluación a través de la ficha técnica también se tuvo en consideración cálculos matemáticos para poder evaluar dicho sistema. También se utilizó el instrumento protocolo de laboratorio para la evaluación de la calidad del agua potable que viene consumiendo el Asentamiento Humano, esta evaluación se realizó a través de un ensayo de agua en un laboratorio acreditado,



para realizar este ensayo se tuvo que tomar tres muestras de agua a través de un recipiente de vidrio (botella). Para considerar la validación de la ficha técnica, se tuvo en cuenta dos especialistas ingenieros civiles colegiados y por un metodólogo, es así que la información obtenida en la ficha será la esencial para poder realizar la respectiva evaluación. Para el segundo instrumento tendrá como validación la acreditación por el organismo peruano del agua. Para el desarrollo de la ficha se trabajó in situ realizando el recorrido de todo el sistema de agua potable, desde la fuente de captación hasta el sistema de red de distribución, además se obtuvo información de la parte técnica del expediente técnico, esta información se trabajó en gabinete para completar la ficha técnica y también se utilizó el software WaterCad para poder completar los resultados de la evaluación. Por ende se presenta el siguiente cuadro de todos los resultados obtenidos de la ficha técnica.

Teniendo como **conclusiones:** Que el presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector, Las conexiones domiciliarias y sistemas de medición se colocarán en toda la comunidad y se deberá

considerar una toma domiciliaria por cada predio con una tubería de 20 mm de diámetro (1/2") (8).

Por ello **recomienda** lo siguiente: Se recomienda al Gobierno Autónomo Municipal de Gonzanamá trabajar en campañas de promoción del sistema antes de empezar su construcción, esto con la finalidad de llegar a concientizar a los pobladores de la importancia de tener un sistema nuevo y eficiente de agua potable, responsabilizarlos del cuidado y precaución que deberán tener con estas obras y que sean artífices de su propio desarrollo. El organismo que construya el Sistema de Agua Potable deberá aplicar estrictamente las especificaciones técnicas contenidos en este estudio, para garantizar la calidad y el buen funcionamiento del sistema y así capacitar a los beneficiarios del proyecto con temas de higiene, salud, ambiente para crear mejores condiciones de vida.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Ciclo Hidrológico

Según Grandez <sup>7</sup>, son proceso por el cual, el agua es transformada mediante la evaporación de los océanos y lagos. Primer proceso es: La evaporación de las aguas de los océanos, lagunas, ríos entre otros produce nubes que se van formando en la atmosfera, continuando empieza un estado de condensación donde se van formando lo que llamamos precipitaciones, la lluvia que precipita en las zonas altas del planeta, se solidifica debido a las bajas temperaturas, convirtiéndose en hielo y también en aguas superficiales, que cierran el ciclo hidrológico, regresando nuevamente a los océanos.

#### 2.2.1.1. Agua

El agua es un elemento vital para la vida en la tierra, el 70 por ciento de nuestro organismo esta constituido por ella, sin este elemento no podríamos subsistir.

#### 2.2.1.2. Agua potable

Es considerado como agua potable, al agua que sirve para consumo humano, que pasó mediante diversos procesos por medio de estructuras hidráulicas con la finalidad de entregar un agua apta para uso poblacional, sin ninguna sustancia nociva las cuales pueden perjudicar y producir daños a la salud en niños y adultos mayores

Según Quiliche <sup>8</sup>, nos dice “el agua exenta de todo elemento, organismo o sustancias que pongan en riesgos la salud de los

consumidores y que cumpla con los requisitos microbiológicos, físico químico, para consumo poblacional”.

#### 2.2.2. Afloramiento

Se producen debido a la salida del agua acumulada en los mantos profundo de la tierra ya sea de ladera o subterránea, según el tipo de afloramiento existen los llamados: afloramientos costeros los cuales se producen en la costa y los afloramientos oceánicos que se producen a mar abierto.

#### 2.2.3. Aforo

Según Guibo J <sup>9</sup>, nos dice “el aforo, son conjunto de operaciones para calcular el caudal de las diversas captaciones que se presentan, consiste en calcular el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, realizando varias la pruebas y sacándole su promedio, el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación”.

$$Q=V/t$$

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

V: Volumen de un recipiente (Lt).

T: Tiempo de llenado en el recipiente (s)

#### 2.2.4. Calidad del agua

La calidad del agua describe las características físicas, químicas y bacteriológicas que posee el agua basadas en unos estudios para determinar si es apta para consumo humano.

#### 2.2.4.1. Análisis bacteriológico

Según Huisman, 10, nos dice “existen un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, debido a que su vía de transmisión es la ingestión del agua contaminada. Es entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico”.

#### 2.2.5. Fuente de abastecimiento de agua

Según Málaga 11, nos dice “son elementos primordiales para diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, cuya función es de disponer del caudal obtenido en las captaciones ya sea superficial, subterráneo o de lluvia para abastecer las necesidades de uso poblacional”.

##### 2.2.5.1. Tipos de fuentes de abastecimiento de agua

###### A. Aguas de lluvia

Según Guillen <sup>12</sup>, nos dice que “se emplea cuando en la zona, no se dispone de aguas subterráneas o superficiales de buena calidad. Para la realización de su captación, se utilizan los techos, los cuales conducirán el agua captada a un sistema de almacenamiento cuya capacidad dependerá del gasto requerido”.

Según Organización De la Salud <sup>13</sup>, nos especifica que “es un medio fácil de obtener agua, ya sea para consumo humano o uso agrícola. En muchos lugares donde ocurren a menudo las precipitaciones y donde no se dispone de agua en cantidad y calidad, se recurre al agua de lluvia como fuente de

abastecimiento. Se requiere el uso de la superficie del techo, el cual canalizara el agua en depósitos impermeables donde se almacenara el agua captada”.

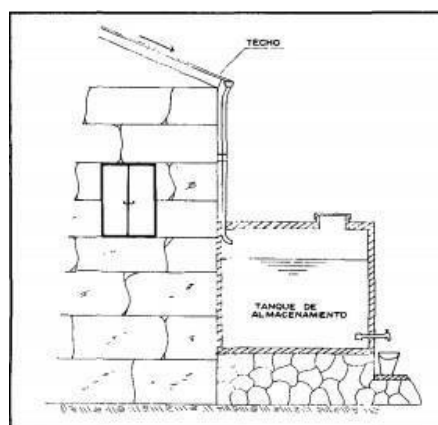


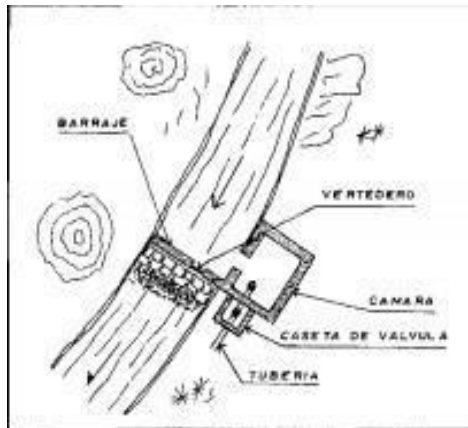
Ilustración 1 Agua de lluvia

Fuente: Agüero (1997)

#### B. Aguas superficiales

Según Agüero P<sup>14</sup>, nos dice “se conforman debido a los afloramientos que existen hasta la superficie del terreno y de las escorrentías superficiales debido a las lluvias. Estas aguas contarán con información detallada que especifiquen si en la zona existente, zonas habitadas o pastoreo de animal aguas abajo, estos tipos de fuentes no son tan deseadas para consumo debido a las diversas enfermedades bacteriológicas que se puedan presentar”.

## Ilustración 2 Agua superficiales



Fuente: Agüero (1997)

### a. Los ríos

Se ubican en las zonas altas donde fluyen por un lecho desde un lugar elevado hasta uno más bajo. La gran mayoría de ríos desaguan en el mar o lagos, aunque algunos desaparecen por medio de la filtración o evaporación.

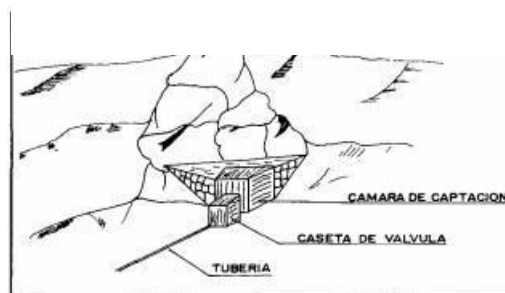
### b. lagos

Se forman en base a las escorrentías debido a las precipitaciones que se producen en ese lugar almacenándose en embalses más o menos extensas, embalsadas en tierra firme. Las cuencas de los lagos pueden formarse debido a procesos geológicos como son la deformación o la fractura (falla) de rocas estratificadas y por la formación de una represa natural en un río debida a la vegetación. El agua de un lago procede, por un lado, de las precipitaciones atmosféricas, que lo alimenta directamente, y por otro, de los manantiales, arroyos y ríos.

c. Aguas subterráneas

Algunas partes de las precipitaciones que ocurre en la zona se discurre por la superficie como escorrentía y otra parte se infiltra en el terreno, relleno de agua los poros y fisuras del suelo. La captación de estas aguas se hace uso a través de pozos verticales, pozos excavados, sondeos o perforaciones.

Ilustración 3 Aguas subterráneas



Dentro de las aguas subterráneas tenemos los acuíferos.

- Acuífero confinado libre.

Según Jucharo 15, nos dice “Son estratos donde el agua subterránea presenta una superficie libre, sujeta a la presión atmosférica y tiene como límite superior la zona de saturación”.

- Acuíferos confinados o artesianos.

Según Jucharo 15, nos especifica que “Son formaciones geológicamente permeables, están completamente saturados de agua, están confinados entre dos capas casi impermeables y la presión del agua que permanece en ellos es mayor que la presión atmosférica”.



- Acuíferos semiconfinados.

Según Jucharo 15, nos dice “Estos son acuíferos completamente saturados sometidos a presión que están limitados en su capa superior o por un estrato semipermeable (acuitardo) y en su parte inferior un estrato impermeable (acuifugo)”.

## 2.2.6. Parámetros de diseño

### 2.2.6.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño consiste en establecer una estructura para 20 años de uso para los diversos componentes que contiene un proyecto de abastecimiento de agua del cual se considera la población de diseño a futuro, la demanda de agua de acuerdo a las costumbres de los pobladores, la dotación establecida por región y las variaciones de consumo.

### 2.2.6.2. Demanda

Es el consumo del elemento líquido determinada por factores de acuerdo al lugar que abastecerá a la población, esta demanda varía de acuerdo a las costumbres, clima, hidrología y las actividades económicas, etc.

#### a. Consumo

Cantidad de agua utilizada por cada personas dependiendo de factores que se presenten tanto en la comunidad, económicos y sociales, climáticos y tamaño poblacional. Según los

factores que se mencionó se puede diseñar el caudal que pueda satisfacer la necesidad poblacional.

b. Consumo domestico

El consumo que se realizan en las viviendas, tendrá diferentes usos ya sea: limpieza sanitaria, cocina, aseo personal, para regar los jardines, etc. Para conocer el consumo doméstico se considera algunas variaciones de acuerdo al nivel económico de los consumidores, tamaño de la ciudad, de acuerdo a las características de la zona.

c. Consumo publico

Estos consumos se producen, debido a las instituciones públicas a las que sean destinadas: colegios, hospitales, postas de salud, mercados. El uso del agua por estas entidades genera variaciones de consumo debido a que no hacen un uso responsable en la utilización del agua en los colegios o mercados. Constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines verdes, como de limpieza de las calles.

d. Consumo comercial

Las cifras de consumo deben basarse en los tipos de industrias y comercio existentes debido a la demanda poblacional.

e. Consumo industrial

El usos principal de agua en las industrias son sanitarios empleados en inodoros, duchas e instalaciones en donde se requiere el uso del agua que garantice la higiene personal, en la transmisión de calor o refrigeración, es el uso industrial que requiere de grandes cantidad de agua las cuales se emplean aproximadamente el 80% del agua industrial.

#### 2.2.6.3. Dotación

Cantidad de agua en promedio, que está destinada para consumo por habitante, el cual comprende los diferentes tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema.

Según Miranda L<sup>16</sup>, para tomar una dotación, se debe tener en cuenta los siguientes factores: consumo doméstico, comercial, público, etc.

Tabla 1 Dotación por región.

Región	Dotación
Selva	70 Lts./Hab./Dia.
Costa	60 Lts./Hab./Dia.
Sierra	50 Lts./Hab./Dia.

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Tabla 2 Dotación por el número de habitantes.

Población	Dotación
Hasta 500	60 Lts./Hab./Dia.
500 – 1000	60 - 80 Lts./Hab./Dia.
1000- 2000	80 - 100 Lts./Hab./Dia.

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

#### 2.2.6.4. Población de diseño

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

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

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: coeficiente de crecimiento por departamento.

t: Periodo de diseño.

#### 2.2.6.5. Caudales de diseño (variaciones de consumo)

Son considerados para la realización de un proyecto de abastecimiento de agua se debe tener en cuenta las variaciones de consumo los caudales promedio diario, caudal máximo diario, máximo horario.

a. Caudal promedio diario (Qpd)

Es el caudal medio en un periodo de un año requerido para un habitante al día en cualquiera de los años.

Según Agüero nos dice “es el consumo medio diario anual, se define como el resultado de una estimación per cápita para la población futura en un determinado tiempo, es expresada en (Lt/s)”.

$$Qpd = \frac{\text{Dotación} * \text{Poblacion Futura}}{86400}$$

Donde:

Qpd: Consumo promedio diario Lt/s.

Pf: Población futura.

D: Dotación en Lt./hab/día.

b. Caudal máximo diario (Qmd)

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

$$Qmd = K1 * Qpd$$

Donde:

Qmd: Consumo máximo diario.

Qpd: Consumo promedio diario.

K1: Coeficiente.

c. Caudal máximo horario (Qmaxh)

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

$$Q_{mh} = K2 * Q_{pd}$$

Donde:

Q<sub>mh</sub>: Consumo máximo horario.

Q<sub>pd</sub>: Consumo promedio diario.

K2: Coeficiente.

#### 2.2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable.

Es una cámara para almacenar el agua, cuya función consiste en distribuir el agua captada a un reservorio, cuyo fin es de almacenar y repartir el agua a todas las poblaciones que no cuenten con sistemas que abastezca las necesidades domiciliarias.

Según Mariategui C<sup>17</sup>, nos dice “es toda obra de ingeniería que permite aprovechar los recursos hídricos mediante sistemas de estructuras que permitan captar, almacenar y distribuir el agua, para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros”.

##### 2.2.7.1. Captación

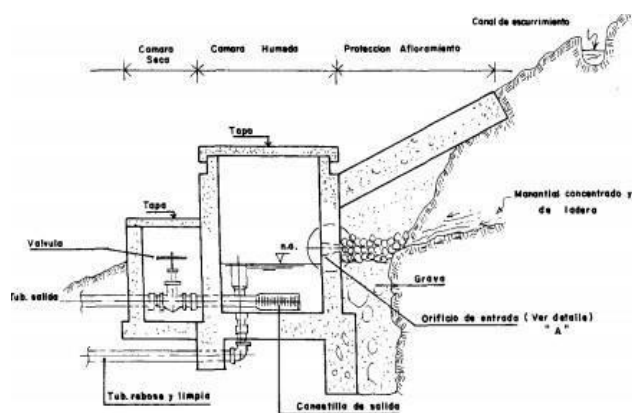
Según Juana P<sup>18</sup>, nos dice “es una estructura utilizada para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Estas obras varían su estructuración conforme a la naturaleza de la fuente de abastecimiento”.

##### A. Tipos de captación

##### a. Captación de ladera y concentrado.

Según Agüero<sup>14</sup>, nos dice “que cuando la captación es de ladera constara de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control”.

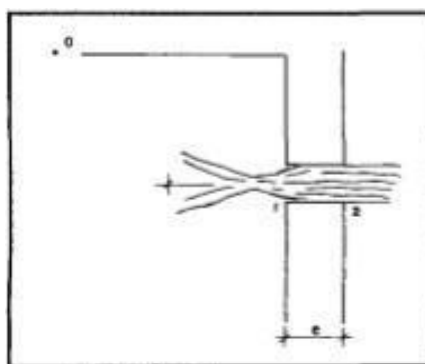
Ilustración 4 Captación de ladera concentrada



Fuente: Agüero (1997)

Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

Ilustración 5 pérdida de carga en los puntos 0 y 1



Fuente: Agüero (1997)

Es necesario conocer mediante el análisis de los puntos 0 y 1 de acuerdo a la ecuación de Bernoulli la velocidad y la pérdida de carga que se presenta en esos puntos.

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Cuando se considera los valores de P0, V0, P1 y h1 igual a cero obteniendo la siguiente expresión:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

Ho: altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.40 a 0.50m).

V1: Velocidad teórica en m/s.

G: aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>).

Mediante la ecuación de continuidad en el punto 1 y 2 realizando los cálculos respectivos se llega a la siguiente formula:

$$V_1 = \frac{V_2}{C_d}$$

Donde:

V2: Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales a 0,6m/s).

Cd: Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume el valor de 0.8).

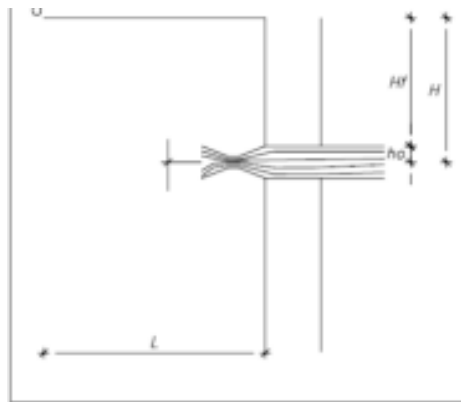


Ahora reemplazando la ecuación (2) en la ecuación (1) obtenemos:

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

$h_0$  es la carga necesaria sobre el orificio que permita producir la velocidad de pase.

Ilustración 6 Pérdida de carga en punto 1 y 2



Fuente: Agüero (1997)

Donde:

$H_f$ : es la pérdida de carga

$L$ : distancia entre el afloramiento y la cámara de captación

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

Ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de pantalla se debe conocer el número de orificios y el diámetro utilizando las siguientes ecuaciones.

$$Q_{\max} = A * C_d (2 * g * h)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q<sub>max</sub>: gasto máximo de la fuente en L/s.

V: Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60m/s).

A: Area de la tubería en m<sup>2</sup>.

C<sub>d</sub>: coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

g: aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>).

h: carga sobre el centro del orificio (m)

el valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{\max}}{C_d * V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{\max}}{C_d * (2 g h)^{\frac{1}{2}}} = \frac{\pi D^2}{4}$$

Despejando el diámetro (D) obtenemos lo siguiente:

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

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

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

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

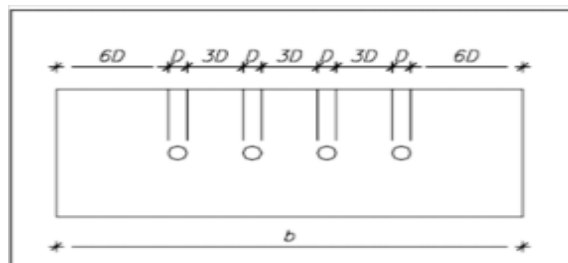
Donde:

NA: Numero de orificios de la captación.

D1: Diámetro calculado.

D2: Diámetro asumido.

Ilustración 7 Números de orificios en la cámara de captación



Fuente: Agüero (1997)

Conocido el número de orificios y diámetro se procede a calcular el ancho de la pantalla (b):

$$b = 2(6D) + NAD + 3D(NA - 1)$$

$$b = 9D + 4NAD$$

Donde:

b: Ancho de la pantalla.

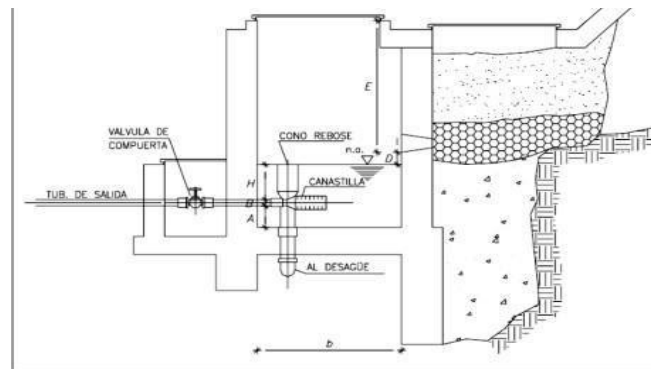
D: diámetro de orificios.

Na: Numero de orificios.

Altura de la cámara húmeda

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

## Ilustración 8 Altura de la cámara húmeda



Fuente: Agüero (1997)

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

Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10cm que permita la sedimentación de la arena.

B: se considera el diámetro de salida.

H: altura de agua sobre la canastilla.

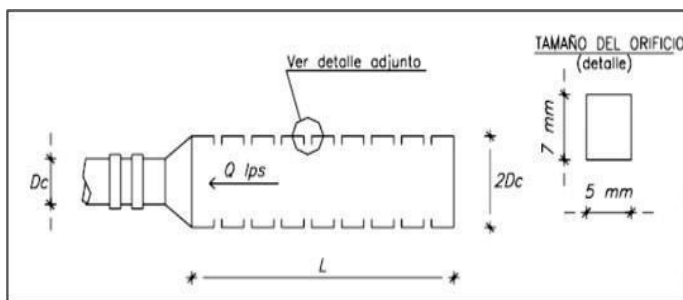
D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5cm).

E: Borde libre (mínimo 30cm).

Dimensionamiento de la canastilla

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

Ilustración 9 Dimensiones para la canastilla de la cámara de captación.



Fuente: Agüero (1997)

$$A_t = 2 A_c$$

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

Donde:

$A_t$ : Área de la canastilla.

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

$D_c$ : Diámetro de la tubería de línea de conducción

Numero de ranuras:

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

Tubería de rebose y limpia

Se recomienda pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para,  $C=140$ )

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

Donde:

D: Diámetro de la tubería de rebose y limpieza.

Q: caudal de máximo de aforo.

S: pendiente.

#### 2.2.7.2. Caudal

Volumen de agua que aflora en cada fuente de abastecimiento el cual se determina por unidad de tiempo (Lts/s). También considerado como el que circula por medio de las tuberías de PVC o acero galvanizado para su respectivo transporte de almacenamiento a un reservorio el cual transportara el agua hasta las redes de distribución en el cual es aprovechado por los pobladores.

#### 2.2.7.3. Línea de conducción

Según Ramos <sup>19</sup>, se denomina líneas de conducción toda estructura destinada al transporte de agua potable, empezando de una captación hacia un reservorio de almacenamiento.

##### A. Diámetro

Según Loza <sup>22</sup>, para el cálculo de los diámetros y la elección de las tuberías de conducción se debe tener en cuenta las presiones con las que se va trabajar analizando e identificando las diversas alternativas para su uso en vista a considerar

económicamente. Para el cálculo del diámetro se considera la siguiente ecuación:

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

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

hf: pérdida de carga en tubería en m/m.

Q: gasto en L/s.

#### B. Velocidad

Es la distancia recorrida del agua por cada segundo el cual es expresado en m/s. La velocidad mínima no debe ser menor a lo permitido que abarca desde (0.60 m/s, la cual no debe producir depósitos ni erosiones hasta una velocidad máxima en tubos PVC igual a 5m /s. la velocidad de flujo se determina mediante la ecuación:

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

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería.

Q: gasto máximo diario en L/s.

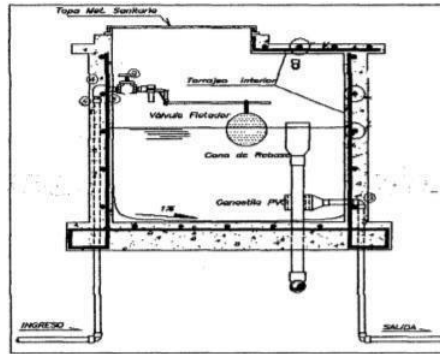
#### C. Presión

En tuberías utilizadas en la línea de conducción, siempre se van a presentar presiones las cuales provocan deterioros en las tuberías lo cual provoca gastos en sus reparaciones.

#### D. Cámara rompe presión

Según Quiliche <sup>8</sup>, nos dice “La cámara de rotura de carga requiere válvulas hidráulicas diferentes; por una parte, al volumen que sirve para la disipación de la energía y por otra parte, a la altura mínima de carga sobre la tubería de evacuación que es necesaria evitar la formación de remolinos”.

Ilustración 10 Cámara rompe presión.



Fuente: Agüero (1997)

#### E. Válvulas de aire

Según Quiliche <sup>8</sup>, nos dice “Son válvulas manuales o automáticas, que se colocan en las partes más altas de las tuberías de conducción o aducción, con la finalidad de evacuar o expulsar aire.”

#### F. Válvula de purga

Según Quiliche <sup>8</sup>, nos dice “Estas válvulas se colocan en las partes más bajas de la línea de conducción y aducción, con la



finalidad de evacuar los sedimentos acumulados en estos puntos, utilizando la misma fuerza dinámica del flujo”.

#### 2.2.7.4. Reservorio de almacenamiento

Según Sheila <sup>20</sup>, un reservorio es un depósito que permite almacenar agua, cuyos propósitos fundamentales son de abastecer las necesidades poblacionales en época de estiaje, considerándolos diversos factores que se puedan presentar, ya sea por variaciones que se produce en el día. Dentro del diseño del reservorio, cabe destacar se debe tener en cuenta el Vol.reg, Vol.resev y si en caso la población fuera mayor a 10000hab se considera Vol. Contra incendio.

##### 2.2.7.4.1. Capacidad del reservorio

En el volumen de un reservorio se debe considerar, volumen de regulación, contra incendios si fuera necesario y volumen de reserva.

#### 2.2.7.5. Línea de aducción

Según Loza <sup>21</sup>, son tubería que permiten transportar agua desde el reservorio de almacenaje hasta la red de distribución.

##### A. Diámetro

Se refiere al diámetro interior de una tubería que permitirá el ingreso del agua. Dependiendo del diámetro de la tubería se ejercerá presión de agua.

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

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

hf: pérdida de carga en tubería en m/m.

Q: gasto máximo horario en L/s.

#### B. Velocidad

Es la distancia recorrida del (agua) por cada segundo, el cual es expresado en m/s. La velocidad mínima no debe ser menor a (0.60 m/s, no debe producir depósitos ni erosiones velocidad máxima en tubos PVC será igual a 5m /s).

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

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería.

Q: gasto máximo horario en L/s.

#### C. Presión

Se conoce que la presión, es una fuerza de energía gravitacional aplicada en cada unidad de área. Para las tuberías el agua ejercerá mayor presión cuando la tubería tenga una mayor sección (área).

#### 2.2.7.6. Red de distribución

Según Alvarado <sup>6</sup>, nos dice “está constituida por varias tuberías conectadas entre sí, tanque rompe presión, válvulas de control, entre otros, este sistema permite que el agua transportada por las tuberías tenga un reparto equitativo del agua hacia las diferentes ubicaciones de los domicilios”.

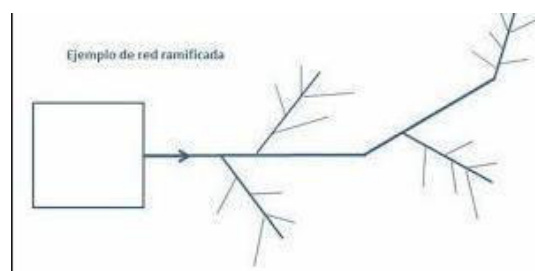
##### A. Tipos de redes de distribución

Según Lossio <sup>22</sup>, dependiendo de la topografía, de la vialidad y donde se ubique las fuentes afloramiento y del reservorio de almacenamiento, se puede conocer si va ser ramificada o mallada tipo de red de distribución que se va utilizar en la población.

##### a. Redes ramificadas

Según Lossio <sup>22</sup>, nos dice “esta red es constituida por sistema ramal troncal y diversas series de ramificaciones o ramales que puede constituir pequeñas mallas. Este tipo de red se utiliza según la topografía del terreno sea dificultoso realizar las conexiones entre ramales”.

Ilustración 11 Red de distribución ramificada

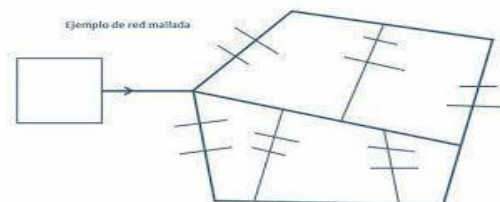


Fuente: Eadic

## b. Redes malladas

Están constituidas por tuberías que se conectan entre sí, formando así mallas cerradas. Esta red de distribución es el más utilizado cuando el terreno no es tan dificultoso, permite que se logre las uniones entre tuberías mediante interconexiones, el cual crea circuitos cerrados permitiendo que el servicio otorgado sea más eficiente y permanente.

Ilustración 12 Red de distribución mallada.



Fuente: Eadic.

### 2.2.7.6.1. Velocidad

Es la distancia recorrida del agua por cada segundo el cual se expresa en m/s. La velocidad a considerar dentro del rango admitido será (de 0.60m/s en ningún caso debe pasar los 5m/s), no debe producirse sedimentos ni erosiones.

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

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería.

Q: gasto máximo horario en L/s.

#### 2.2.7.6.2. Presión

“se considerará una presión que no sobrepase los 50m columna de agua en cualquier punto de la red en algunas condiciones se debe considerar en una máxima demanda horaria una presión dinámica no menor a 5m”(22).

#### 2.2.8. Condiciones sanitarias

“se entiende por condición sanitaria a la naturaleza o características propias y definitorias de un conjunto de elementos interrelacionados que contribuyen a la salud en los hogares, lugares de trabajo, lugares públicos y las comunidades”(23).

##### 2.2.8.1. Cobertura de servicio de agua potable

Es el alcance suministrado a la población de manera parcial o total del servicio de agua potable.

##### 2.2.8.2. Cantidad de agua potable

“La cantidad de agua potable es medible desde su fuente, para poblaciones rurales en el Perú, la tomamos del caudal del manantial en litros por segundo, si hay más de un manantial se considera la suma de todos los manantiales que abastecen al sistema”(24).

##### 2.2.8.3. Continuidad de servicio de agua potable

Sabemos que la continuidad del servicio de agua potable es de suma importancia ya que permite crear un confort en el usuario consumidor al disponer de este recurso las 24 horas del día, muchas veces en tiempo de estiaje los

puquios o manantiales bajan considerablemente su caudal lo cual genera una baja en la oferta de agua potable a ello se suma que el agua solo dura el volumen del reservorio que esta en base a la demanda de ella.

### **III. Hipótesis**

No corresponde por ser investigación descriptiva.

### **IV. Metodología**

Tipo de investigación

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

Nivel de la investigación

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

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

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

#### 4.1. Diseño de la investigación

- Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual, para analizar los sistemas de saneamiento básico en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria de la población de Caucharatay,.
- Analizar criterios de diseño de sistemas de saneamiento básico en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria de la población de Caucharatay,.

- Diseño del instrumento que permita elaborar el diseño de saneamiento básico en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria de la población de Caucharatay,.
- Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de saneamiento básico en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria de la población bajo estudio de acuerdo al marco de trabajo, estableciendo conclusiones.



Leyenda del diseño

Mi: Centro poblado de Caucharatay,.

Xi: Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el centro poblado de Caucharatay,.

Yi: Condición sanitaria.

Oi: Resultados.

#### 4.2. Población y muestra

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



4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

Tabla 3 Operalización de variable independiente

<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	VARIABLE INDEPENDIENTE	Según Concha, Guillen, un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad	Se realizará el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que abarcará desde la captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento,	Captación	- Tipo de captacion - Caudal -caudal de diseño -Caudal de la fuente	Nominal
					- Tipo de tubería - Clase de tubería	Nominal Ordinal Ordinal

		<p>pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. Consiste en dar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (punto de vista físico,</p>	<p>línea de aducción hasta las redes de distribución. Se utilizarán diversas fichas, memorias de cálculos hidráulicos, ensayos de laboratorio, metrados y valorizaciones.línea de aducción hasta las redes de distribución. Se</p>	<p>- Línea de Conducción</p>	<p>- Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad</p>	<p>Intervalo Intervalo Intervalo</p>
				<p>Reservorio de almacenamiento</p>	<p>- Tipo - Forma - Material - Volumen</p>	<p>Nominal Nominal Nominal Intervalo</p>
				<p>- Línea de aducción</p>	<p>- Tipo de tubería - Clase de tubería - Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad</p>	<p>Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo Intervalo</p>

		químico y bacteriológico), cantidad, continuidad y confiabilidad de estaDistintas obras cada una cumpliendo una función específica.	utilizarán diversas fichas, memorias de cálculos hidráulicos, ensayos de laboratorio, metrados y valorizaciones.	- Red de distribución	- Tipo - Tipo de tubería - Clase de tubería - Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad	Nominal Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo Intervalo
--	--	---	--	-----------------------	---	---

Tabla 4 Definición y operalización de variable dependiente

<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN	DEPENDIENTE	Es un término utilizado para estipular y afrontar diversos problemas que afectan a la higiene y salud de las personas y a la protección del medio ambiente.	Se realizara encuestas utilizando el manual del sistema de información regional en agua y saneamiento SIRA	Calidad de Suministro de Agua potable	Cobertura	Ordinal
					Cantidad	
					Continuidad	
					Calidad	

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

##### 4.1.1. Técnica de recolección de datos

Para la realización de la investigación se utilizó la técnica encuesta y observación con la obtención de información necesaria para identificar a la población actual y ubicación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

##### 4.4.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó como instrumentos fichas técnicas de inspección, protocolos y cuestionarios para la evaluación de cada variable en el centro poblado de Caucharatay,, distrito de Moro, provincia del santa, región Áncash. En la cual se registró la población actual, caudal, ubicación del reservorio a medida que este otorgue una presión que cumpla con la norma.

Además, durante la recolección de datos se empleó los siguientes equipos y herramientas: Cámara fotográfica para registrar cada una de las zonas y áreas a trabajar; wincha para medir las longitudes y las áreas.

##### 4.4.2.1. Ficha Técnica

Se recaudaron los datos obtenidos en la ejecución del proyecto de investigación en el área destinada, como la población, topografía, estudio de mecánica de suelos; para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado

Caucharatay,, distrito de Moro, provincia del Santa, región Áncash.

#### 4.4.2.2. Protocolos de estudios

Se ejecutó el estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico de la zona; con ello se pudo identificar el tipo de suelo para emplearse en sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Caucharatay,; donde se realizó el aforo de la fuente de agua potable, el trazado de la línea de conducción, el cálculo del reservorio, el trazado de la red de distribución .

##### 4.4.2.2.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico nos sirvió para saber qué tipo de terreno tiene el centro poblado de Caucharatay,, en la cual desarrollaremos nuestro proyecto de investigación, donde obtuvimos las curvas de nivel, perfil longitudinal, ubicación donde estarán las partes del sistema de abastecimiento de agua potable.

##### 4.4.2.2.2. Estudio de suelo

El estudio de suelo nos proporcionó el tipo de suelo que tiene el centro poblado de Caucharatay,, así como, tipo de suelo,

resistencia de suelo, estratigrafía, granulometría y elasticidad plástica donde estarán ubicadas las partes del sistema de abastecimiento de agua potable.

#### 4.5. Plan de análisis.

Para el análisis de datos el método que se utilizó fue el descriptivo, porque los datos e información necesaria para el diseño se obtuvieron con instrumentos de campo. Se describió el comportamiento de la variable dependiente, sistema de abastecimiento de agua potable, basándome en el Reglamento Nacional de Edificaciones y utilizando el software Microsoft Excel, la cual permitió procesar los datos obtenidos realizando tablas; se realizó de la siguiente manera:

Se inició con la visita al centro poblado de Caucharatay,, obtenido información como la población actual, dotación de agua, ubicación insitu de las partes del sistema de abastecimiento de agua potable, posteriormente con el levantamiento topográfico y por último con el estudio de suelos con la finalidad de utilizar los datos para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

El levantamiento topográfico se utilizó para obtener las curvas de nivel y perfil longitudinal del centro poblado de Caucharatay,, nos indicó las pendientes para la ubicación de las cámaras rompe presión tanto en la línea de conducción como en la red de distribución a su vez nos ayudó para la ubicación de las válvulas del sistema.

En el estudio de suelos se adquirió el tipo de suelo, estratigrafía, resistencia de suelo, granulometría y elasticidad plástica.



#### 4.6. Matriz de consistencia

Tabla 6 Matriz de consistencia

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CACHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, REGIÓN LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>
Caracterización del problema: El agua es un recurso indispensable para el ser humano a medida que la población crece, la demanda de	Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en	Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del c	Jara et al. <sup>2</sup> en su tesis titulada “Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El	2.2. Bases teóricas 2.2.1. Ciclo Hidrológico 2.2.1.1. Agua 2.2.1.2. Agua potable	Tipo y Nivel de investigación. El tipo de investigación del proyecto no es experimental, es descriptivo porque no	1. Cordero T Arriola Prieto M, De Obras Hidráulica Saneamiento D. Facultad de ingeniería escuela profesional de

este preciado líquido es mayor, las condiciones de agua potable en el Perú en el ámbito rural son deficientes algunos centro poblados cuentan con sistemas de agua potable que son diseñados artesanalmente por los moradores y otros no cuentan con un sistema	la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad – 2022.	centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad; Describir el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición	Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – La libertad”. El plantea su <b>objetivo principal</b> el de abastecer a toda la población con sus servicios básicos y de este modo mejorar la condición sanitaria en la que viven y su tesis	2.2.2. Afloramie nto 2.2.3. Aforo 2.2.4. Calidad del agua 2.2.4.1. Análisis bacteriológico 2.2.5. Fuente de abastecimiento de agua 2.2.5.1. Tipos de fuentes de	se va alterar en lo más mínimo el lugar estudiado y el nivel de la investigación es cualitativa. Diseño de la investigación. El estudio del proyecto a desarrollar es No experimental, solo es exploratorio, ya que se observa todos los fenómenos tal y como están en su	ingeniería civil [Internet]. 2017 [citado 2022 Mayo 5]. 2. Jara Sagardia FLM, Santos Mundaca KD, Jara Sagardia FLM, Santos Mundaca KD. Diseño de abastecimiento de agua potable y el
---	--	---	---	--	---	---

<p>que le suministre el agua potable como es el caso del centro poblado Caucharatay,</p> <p><b>Enunciado del problema:</b></p> <p>¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorará la condición sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de</p>		<p>sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad; Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición</p>	<p>concluye que se realizó el diseño hidráulico de agua potable y el del alcantarillado que servirá como propuesta de ejecución para el municipio de curgos. La <b>metodología</b> es no experimental. Se obtuvo como <b>resultados</b> que la</p>	<p>abastecimiento de agua</p> <p>2.2.6. Parámetro s de diseño</p> <p>2.2.6.1.Periodo de diseño</p> <p>2.2.6.2.Demanda</p> <p>2.2.6.3.Dotación</p> <p>2.2.6.4.Población de diseño</p> <p>2.2.6.5.Caudales de diseño</p>	<p>contexto natural, para solo después analizarlos.</p> <p>El universo y muestra.</p> <p>Para la presente investigación el universo y muestra está conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Caucharatay,</p>	<p>diseño de alcantarillado de las localidades: el calvario y rincón de pampa grande del distrito de Curgos - la Libertad. Univ Priv Antenor Orrego - UPAO [Internet]. 2014 [citado 2022 Mayo 5].</p>
--	--	--	--	--	---	---

<p>Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad ?</p>		<p>sanitaria del centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, región la libertad.</p>	<p>doble prueba hidráulica de la tubería, la finalidad de esta partida es la de verificar que todas las líneas de agua potable estén en correcto estado de instalación, probadas contra fugas para poder cumplir con el fin a que han sido construidas. Tanto</p>	<p>(variaciones de consumo) 2.2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable. 2.2.7.1.Captación 2.2.7.2.Caudal 2.2.7.3.Línea de conducción 2.2.7.4. Reservori o de</p>	<p>Definición y operacionalización de las variables: Variable, Definición conceptual, Dimensiones, Indicador, Instrumento. Técnicas e instrumentos de recolección de información Técnica:</p>	<p>3. Medina Villanueva JT. Diseño Del Mejoramiento Y Ampliación De Los Sistemas De Agua Potable Y Saneamiento Del Caserío De Plazapampa – Sector El Ángulo, Distrito De Salpo, Provincia De Otuzco,</p>
--	--	--	---	--	---	--

			<p>en el proceso de la prueba como en los resultados serán dirigidos y verificados por la Supervisión con asistencia de la contratista, debiendo este ultimo de proporcionar el personal, material, aparatos de prueba, medición y</p>	<p>almacenamiento 2.2.7.4.1. Capacidad del reservorio 2.2.7.5.Línea de aducción 2.2.7.6.Red de distribución 2.2.7.6.1. Velocidad</p>	<p>Se aplicará la técnica de observación directa que permite recoger la información o datos del estado situacional actual para la evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable Instrumento:</p>	<p>Departamento De La Libertad. Univ César Vallejo [Internet]. 2017 [citado 2022 Mayo 5].</p>
--	--	--	--	--	---	---

			<p>cualquier otro elemento requerido para las pruebas. Por este motivo es que el <b>recomienda</b> que se deberá cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto, que las infraestructuras como la captación y reservorio deberán estar protegidas por un cerco perimétrico</p>	<p>2.2.7.6.2. Presión</p> <p>2.2.8. Condicion es sanitarias</p> <p>2.2.8.1. Cobertura de servicio de agua potable</p> <p>2.2.8.2. Cantidad de agua potable</p>	<p>Los instrumentos serán constituidos por: encuestas, fichas técnicas y protocolos.</p> <p>Plan de análisis:</p> <p>Se realizará de manera descriptiva por lo que se obtendrá la información o datos con el instrumento en campo, en este</p>	
--	--	--	--	--	--	--

			para evitar que extraños al sistema manipulen los accesorios (4).		caso encuestas, cuestionarios y protocolos para después realizar un diseño.co	
--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

#### **4.7. Principios éticos**

a. **Ética en la recolección de datos**

Tener responsabilidad y veracidad cuando se realicen la toma de datos en la zona de estudio.

De esa forma los análisis serán verídicos y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado y recopilado. Para ello es importante que el trabajo sea realizado con seriedad.

b. **Ética para el inicio de la evaluación**

Realizar, utilizar de manera responsable y ordenada los materiales a emplear para la evaluación visual en campo antes de acudir a ella.

Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de la investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

Utilizar la información en forma debida sin adulterar ni distorsionar el contenido de la información.

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

Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad.

d. **Ética para la solución de análisis**

Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área de estudio, la cual podría posteriormente ser considerada para diseño.



e. Responsabilidad Social

Responsabilidad social, respecto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio de investigación.

Los investigadores están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas.

f. Respeto a la propiedad intelectual

Se tendrá en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por los derechos de autoría.

g. Protección al medio ambiente

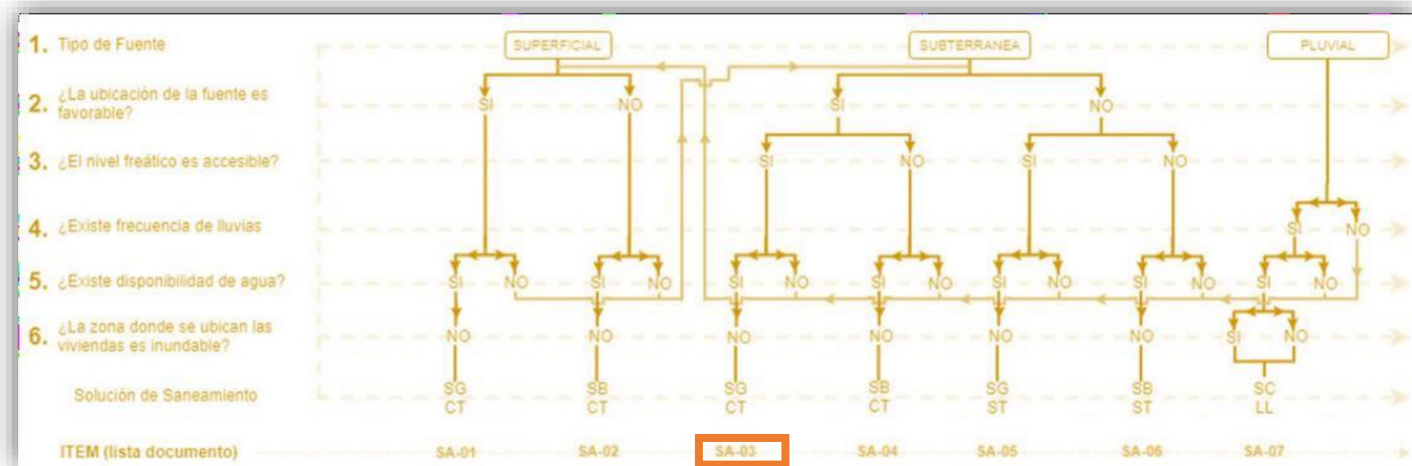
Durante el desarrollo de esta investigación se procurará hacer la recolección de datos teniendo en cuenta no causar ningún daño al medio ambiente.

## V. Resultados

### 5.1. Resultados

5.1.1. El resultado del primero objetivo específico: Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria en el centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay - Sánchez Carrión - la libertad, para la mejora de la condición sanitaria de la población. Se estableció el sistema de abastecimiento de agua potable, el cual comprende desde la cámara de captación hasta la red de distribución Según el algoritmo de selección de sistemas de agua potable para el ámbito rural tenemos:

**Ilustración 13 Algoritmo de selección**



Según lo asignado tenemos SA – 03, esto quiere decir:

5.1.1.1. Item de lista Según lo asignado (SA – 03 )

<p><b>1. Tipo de fuente:</b></p> <p>SUPERFICIAL</p>
<p><b>2. ¿La ubicación de la fuente es favorable?:</b></p> <p>SI</p>
<p><b>3. ¿El nivel freático es accesible?:</b></p> <p>NO</p>
<p><b>4. ¿Existe frecuencia de lluvias?:</b></p> <p>SI</p>
<p><b>5. ¿Existe disponibilidad de agua?:</b></p> <p>SI</p>
<p><b>6. ¿La zona donde se ubican las viviendas es inundable?:</b></p> <p>NO</p>
<p>Tipo de alternativa de sistema de agua potable:</p> <p>- SA – 03: CAPT-M, L- CON, RES, DESF, L ADU, RED</p>
<p>Códigos de componentes del sistema de agua potable de SA – 03:</p>

- CAPT – M: Captación por Manantial
- L – CON: Línea de Conducción
- RES: Reservorio
- DESF: Desinfección
- L – ADUC: Línea de Aducción
- RED: Red de Distribución

**5.1.2.** El resultado del segundo objetivo Específico: Describir el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria en el centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay - Sánchez Carrión - la libertad.

El sistema de agua potable contara con una cámara de captación tipo ladera concentrado, la línea de conducción será la que transporte el agua hacia el reservorio se tendrá que diseñar de tal modo que cumpla con los parámetros de la norma de saneamiento, para el reservorio se diseñó su volumen en base a la población futura, la línea de aducción es la que transportara el agua hacia la red de distribución y esta hacia las conexiones domiciliarias del caserío.

**5.1.3.** El resultado del tercer objetivo específico: Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria en el el centro poblado de Caucharatay, distrito de Chugay - Sánchez Carrión - la libertad.

El Centro poblado de Caucharatay tiene 239 habitantes y 48 viviendas y una pequeña escuela multigrado, el periodo de diseño que se estipula es de 20 años”. El tipo de sistema de agua es un sistema por gravedad con una dotación percapita de 120 l/hab. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se obtuvieron los caudales que servirán para el diseño de cada componente del sistema además de la población de diseño, según INEI la población creía en un 0% pero consideramos prudente asignarle un factor de crecimiento por eso nuestra población futura será de 335 habitantes.

Tabla n°1 parámetros de Diseño del sistema de agua potable proyectado para el Centro poblado de Caucharatay

Tabla 7 Parámetros de Diseño

Tabla n ° 1 Parámetros de Diseño		
Descripción	UNIDADES	
Aforo	1.72	lt/s
Tipo de sistema	Por Gravedad	.....
Número de viviendas	48	Casas
Población Actual	239	Hab
Tasa de crecimiento anual	0	Hab
Densidad Poblacional	5	Hab/Viv
Periodo de diseño	20	años
Población de Diseño	335	Hab
Dotación Perca pita	120	l/p/d
Caudal promedio	0.33	lt/s
Caudal Máximo Diario	0.5	lt/s
Coefficiente de variación diario	2.5	K2

Fuente : Elaboracion Propia (2022).

Descripción: El Centro poblado de Caucharatay tiene 239 habitantes y 48 viviendas y una pequeña escuela multigrado, el periodo de diseño que se estipula es de 20 años”. El tipo de sistema de agua es un sistema por gravedad con una dotación percapita de 120 l/hab.

Tabla n°2: Diseño de la cámara de captación para Centro poblado de Caucharatay

Tabla 8 Resumen de los cálculos obtenidos de la captación

Tabla n ° 2 Resumen de los cálculos obtenidos de la captación		
Descripción	UNIDADES	
Tipo de Manantial	ladera - concentrado	
Diámetro de la tubería de entrada	2	pulg
Numero de Orificios	3	unid
Altura de la Cámara Húmeda	1	mts
Numero de ranuras de la canastilla	116	unid
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	1.27	mts
D. de la tubería de reboce y limpieza	2	pulg
Diámetro del cono de reboce	3	pulg

Descripción: Según la exploración en campo, se considera un manantial en ladera concentrado, con un Qmax de 1.72 lt/seg , con un numero de 3 orificios y diámetro de 2".

Tabla 03: Diseño de la línea de conducción.

Tabla 9 Resumen de los cálculos obtenidos de la línea de conducción

Tabla N ° 3 Resumen de los cálculos obtenidos de la línea de conducción		
Descripción	Unidades	
Número de tramos	4	
Longitud	560	m
Diámetro comercial	1.5	pulg
Pendiente del terreno	45.7	%
Perdida de carga Acumulada en los tramos	27	m
Velocidad Promedio	1.35	m/s
presión final al reservorio	34.5	m

Descripción: La línea de conducción comprende el tramo de la captación hasta el reservorio con una longitud de 560 m, se utilizara en su totalidad tubería rígida de PVC C-7.5 se consideró un diámetro de 1 ½ pulg. Por la topografía del terreno se instalaron cámaras rompe presiones del tipo 6.




Tabla 04: Diseño del reservorio

Tabla n ° 4 Resumen de los cálculos obtenidos del reservorio		
Descripción	Unidades	
Volumen de Regulación	7	m3
Volumen contra incendio	0	m3
Volumen de reserva	1	m3
Volumen total del reservorio	8	m3
Tiempo de llenado	2	Horas
Ancho de la pared	0.2	m
Altura del agua	1.6	m

Descripción: El reservorio será del tipo Apoyado con “una capacidad de 8 m3 sin embargo por la norma del ministerio de vivienda se considera 10 m3, Con una altura de 1718 msnm”. su diseño hidráulico está en función a los 335 hab. Y su población futura, del Centro poblado de Caucharatay

Tabla 10 Diseño de la línea de aducción

DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN													
DATOS DE CALCULO													
	CAUDAL MAXIMO DIARIO : .50 Lit./Seg. COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150 Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:												
	DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL (Km + m)	NIVEL DINAMICO - COTA - (m.s.n.m.)	LONG. DE TUBERIA (m)	PENDIEN TE (m/m)	CAUDAL (m³/Seg.)	DIAMETRO CALCULADO (mm)	DIAMETRO ASUMIDO (mm)	VELOCIDAD CALCULADA → (m/Seg.)	VELOCIDAD REAL → (m/Seg.)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/Km)	H <sub>f</sub> ACUMULADA → (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (m.s.n.m.)
RESERVORIO - V 1	00 Km + 078.00 m	3,365.00	78.00	0.256	0.001	17.779	25	2.014 m/Seg.	0.987 m/Seg.	3.519	3.519	3,381.481	16.481

Descripción: La línea de aducción es el tramo que conduce el agua desde el reservorio hacia la red de distribución, con una longitud de 78m, se utilizara en su totalidad tubería rígida de PVC C-7.5 se consideró un diámetro de 1 ½ pulg. La presión de llegada es de 16.48 mca

## 5.2. Análisis de resultados

En la presente investigación se presenta los resultados obtenidos del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Caucharatay.

Los resultados, con respecto al diseño del sistema se pueden relacionar con la investigación titulada **Diseño del Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento del Caserío de Plazapampa – sector el ángulo, Distrito de Salpo, Provincia de Otuzco, Departamento de la Libertad** Medina <sup>5</sup>, **concluye que el diseño de un sistema de agua potable es factible y generará impactos positivos a los usuarios y también a la mejora de los servicios básicos, Se planean medidas de mitigación para los impactos negativos, implementándose medidas ambientales de carácter preventivo y un programa de vigilancia y supervisión durante la ejecución de la obra.** En comparación a este proyecto el centro poblado Chucaratay cuenta con una población de 239 habitantes y se plantea diseñar un sistema que contara con una cámara de captación tipo ladera concentrado, la línea de conducción será la que transporte el agua hacia el reservorio se tendrá que diseñar de tal modo que cumpla con los parámetros de la norma de saneamiento, para el reservorio se diseñó su volumen en base a la población futura, la línea de aducción es la que transportara el agua hacia la red de distribución y esta hacia las conexiones domiciliarias del caserío. En la tesis **Estudios y Diseños de agua potable del barrio Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanama**”. Alvarado <sup>8</sup>,

tiene como resultado que Las dotaciones de consumo doméstico fueron determinadas según Guía MEF ámbito Rural (Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento 2016) donde se establece si el lugar cuenta con arrastre hidráulico tendrá un consumo de 80litros/día/habitante, así mismo se empleó la norma OS. 100 para determinar las variaciones de consumo en lo cual el valor de  $K1 = 1.3$  l/hab/día y  $K2 = 1.8$  l/hab/día. Agarrando el valor mínimo de  $K2$  ya que este varía de 1. 80 l/hab/día a 2.5 l/hab/día. El diseño de la captación se realizó de acuerdo a los criterios de la norma OS.010, Fue diseñada con el Caudal Máximo Diario y se usaron diferentes ecuaciones como Hazen Willams, Bernoulli y ecuación de la continuidad.” En comparación a este proyecto se utilizo Guía MEF ámbito Rural (Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento 2018) donde se implementa la estandarización de diseño que ayudara a tener un sistema estandarizado para evitar algunas fallas en los cálculos, según Pérez <sup>4</sup>, dice que para la línea de conducción se Se seleccionó un coeficiente de fricción de 150 de la norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, empleando la ecuación de Hazen y Willams se obtuvo una velocidad de 0.84m/seg, sin embargo, basándonos en dicha norma nos indica un parámetro de velocidad donde la mínima 0.60 m/seg. y un máximo 5m/seg. para tuberías PVC. Para la ampliación la tubería es de clase 10 ya que este soporta hasta 70 MH2o.” en comparación a este proyecto se utilizo el mismo valor para el calculo de la línea de conducción y se verifico que las velocidades y presiones cumplan con la norma. Según

Fernandez <sup>4</sup>, nos dice que el reservorio que diseño tiene una capacidad de almacenamiento de 19.35 m<sup>3</sup>, para el cálculo se consideró los parámetros de la norma OS.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, para el volumen de regulación se consideró 25% de dicha norma teniendo un valor de 12.18 m<sup>3</sup>, para el volumen de reserva se tomó lo recomendado el 7% por SEDAPAL en comparación a este proyecto se utilizaron las mismas especificaciones de la norma OS.030 que nos habla sobre el almacenamiento de agua potable y su diseño hidráulico

## VI. Conclusiones

- 6.1. Se estableció el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Caucharatay, el cual se determinó con el algoritmo de selección de sistemas de agua potable para ámbito rural, se tuvo la asignación de SA- 03, que corresponde a – M: Captación por Manantial, Línea de Conducción, Reservorio, Desinfección, Línea de Aducción, Red de Distribución
- 6.2. Se caracterizó el diseño de abastecimiento de agua del Centro poblado de Caucharatay que cuenta 239 habitantes y 48 viviendas y una pequeña escuela multigrado, el periodo de diseño que se estipula es de 20 años”. El tipo de sistema de agua es un sistema por gravedad con una dotación percapita de 120 l/hab, se diseño una captación con 3 orificios de entrada de 2”, para la línea de conducción se utilizara en su totalidad tubería rígida de PVC C-7.5 se consideró un diámetro de 1 ½ pulg, por la topografía del terreno, el reservorio de almacenamiento está en función a los 335 hab. La línea de aducción tiene una longitud de 78m, se utilizará en su totalidad tubería rígida de PVC C-7.5 se consideró un diámetro de 1 ½ pulg. Con una presión de llegada de 16.48 mca hacia la red de distribución
- 6.3. Se concluye que en el diseño la cámara de captación será del tipo ladera concentrado con un caudal de 1.72 lt/seg, el cual abastecerá a la población futura, en la línea de conducción se utilizará tubería de PVC clase 7 debido a su costo económico, se instalará una cámara rompe presión tp6, el reservorio será del tipo apoyado con una

capacidad de 10m<sup>3</sup>. La línea de aducción y la red de distribución se instalara tubería de 1”1/2 debido a ser el diámetro mínimo, en algunas viviendas se reducirá el diámetro de la tubería para que las presiones sean adecuadas.

## **Aspectos Complementarios**

### **Recomendaciones**

- 7.1. Se recomienda realizar evaluaciones periódicas anuales a todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, evaluaciones periódicas sobre el nivel de satisfacción de los pobladores para poder evaluar la condición sanitaria de la población al paso del tiempo. También obtener la información en campo con cuestionarios, fichas técnicas y protocolos formalizados en reglamentos, normas y manuales de estudio para evaluación y mejoramiento de un sistema de abastecimiento de agua potable en el sector rural.
- 7.2. Se recomienda para el cálculo de las tuberías del sistema tales como la línea de conducción, aducción y red de distribución las fórmulas de Hazen – Williams y Bernoulli que tiene en particular adaptación con el coeficiente de rugosidad de la tubería PVC, Para que la tubería no sufra de exposiciones al aire libre estará enterrada 0.70 m de profundidad desde el terreno hacia abajo, esto se consideró por el tipo de tubería que se usó al momento de diseñó, siguiendo normas y parámetros para la ejecución de dicho proceso.



## Referencias Bibliográficas

1. Cordero T Arriola Prieto M, De Obras Hidráulica Saneamiento D. Facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil [Internet]. 2017 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11892/Maylle\\_AY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11892/Maylle_AY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Jara Sagardia FLM, Santos Mundaca KD, Jara Sagardia FLM, Jara Sagardia FLM, Santos Mundaca KD. Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: el calvario y rincón de pampa grande del distrito de Curgos - la Libertad. Univ Priv Antenor Orrego - UPAO [Internet]. 2014 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/689?mode=full>
3. Medina Villanueva JT. Diseño Del Mejoramiento Y Ampliación De Los Sistemas De Agua Potable Y Saneamiento Del Caserío De Plazapampa – Sector El Ángulo, Distrito De Salpo, Provincia De Otuzco, Departamento De La Libertad. Univ César Vallejo [Internet]. 2017 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11741>
4. Unidades Básicas O DE, Alejandro Rengifo Alayo Raul Andy Safora Herrera Asesor D, Ing Josualdo Carlos Villar Quiroz Trujillo -Perú M. &quot;PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE [Internet]. 2017 [[citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11652/RengifoAlayoDanteAlejandro.pdf?sequence=1>

5. De Tesis D García Facultad de ingeniería escuela academico de ingeniería civil [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20626/Garcia\\_TLF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20626/Garcia_TLF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
6. Alvarado,T Directora P, Pauta L, Mireya C. Estudios y Diseños de agua potable del barrio Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA Autora [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS UTPL.pdf>
7. GRANDEZ. Tesis Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Para Las Comunidades Santa Fe Y Capachal, Píritu, Estado Anzoátegui - uDocz [Internet]. 2009. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de:<https://www.udocz.com/read/tesis-dise-o-del-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-las-comunidades-santa-fe-y-capachal--p-ritu--estado-anzo-tegui>
8. QUILCHE B, Por A, Manuel I, Ochaeta AA. Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea yolwitz del municipio de san mateo ixtatán, huehuetenango [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3095\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3095_C.pdf)
9. Guibo J. Ministerio de economía y finanzas dirección general de política de inversiones curso formulación y evaluación en pip del sector saneamiento 03 al 04de Noviembre de 2011 Lugar: Hotel EL TAMBO-Cusco Capítulo. 3-FORMULACIÓN [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion\\_Saneamiento.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Formulacion_Saneamiento.pdf)

10. (Huisman, Azevedo, Lanoix & ebbo hofkes). Condiciones Para Que El Agua Sea Potable Características y Propiedades. 1998 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [https://historiaybiografias.com/condiciones\\_agua\\_potable/](https://historiaybiografias.com/condiciones_agua_potable/)
11. Málaga Partes del sistema [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion\\_2\\_Gravedad/Manual\\_Abastecimiento\\_Agua\\_Potable\\_por\\_gravedad\\_con\\_tratamiento.pdf](https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion_2_Gravedad/Manual_Abastecimiento_Agua_Potable_por_gravedad_con_tratamiento.pdf)
12. Concha, Guilen De Ingenieria F. Universidad nacional del santa informe final DE INVESTIGACIÓN [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>
13. Organización De la Salud. El agua y su importancia biológica en el organismo - Monografias.com [Internet]. 2017 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <https://www.monografias.com/docs115/agua-y-su-importancia-biologica-organismo/agua-y-su-importancia-biologica-organismo.shtml>
14. roger aguero pittman. Agua potable para poblaciones rurales roger aguero pittman [Internet]. lima; 1997 [citado 2022 Mayo 5]. 165 p. Disponible de: <https://es.slideshare.net/yanethyovana/agua-potable-parapoblacionesruralesroger-aguero-pittman>
15. Jucharo Guía para la utilización de las Valijas Viajeras-Velocidad y Caudal RED MAPSA Versión 1.0-Junio de 2007 [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://www.dnh.gub.uy/>.

16. Miranda L. Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales [Internet]. 2004 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/021\\_Diseño\\_captaciones/diseño\\_captaciones.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/021_Diseño_captaciones/diseño_captaciones.pdf)
17. Mariategui C, De Lambayeque D. Facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil diseño hidráulico del sistema de agua potable del caserío de ranchería ex cooperativa [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/10640/AGUA\\_POTABLE\\_SANEAMIENTO\\_PASAPERA\\_PATINO\\_KLEISER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/10640/AGUA_POTABLE_SANEAMIENTO_PASAPERA_PATINO_KLEISER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
18. Juana Paredes Díaz. Importancia del agua. importancia del agua [Internet]. 2005 [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
19. Ramos. tutorial\_02 [Internet]. 2015. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema\\_1.Principios\\_Hidraulica/tutorial\\_02.htm/skinless\\_view](http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema_1.Principios_Hidraulica/tutorial_02.htm/skinless_view)
20. sheila. Apuntes sobre la red de distribución de agua potable | CivilGeeks.com [Libro]. 2016. [citado 2022 May 6]. p. 153. Disponible de: <https://civilgeeks.com/2016/04/01/apuntes-sobre-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>

21. Loza Partes del sistema línea de aducción [Internet]. [citado 2022 Mayo 7]. Disponible de: [https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion 2 Gravedad/Manual Abastecimiento Agua Potable por gravedad con tratamiento.pdf](https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%20Gravedad/Manual%20Abastecimiento%20Agua%20Potable%20por%20gravedad%20con%20tratamiento.pdf)
22. Lossio F. Universidad nacional del santa informe final DE INVESTIGACIÓN [Internet]. [citado 2022 Mayo 7]. Disponible de:<https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/85.pdf>
23. Ministerio de Salud. Condiciones sanitarias [Internet]. [citado 2022 Mayo 5]. Disponible de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3095\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3095_C.pdf)
24. proyecto agua consultores Cantidad de agua potable [Internet]. 2014 [citado 2022 Mayo 7]. Disponible de: [http://handle/upaorep/689?mode=full](http://handle.upaorep/689?mode=full)

## **Anexos**

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

**OS. 010  
CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO**

**ÍNDICE**

	<b>PÁG.</b>
<b>1. OBJETIVO</b>	<b>2</b>
<b>2. ALCANCE</b>	<b>2</b>
<b>3. FUENTE</b>	<b>2</b>
<b>4. CAPTACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>4.1 AGUAS SUPERFICIALES</b>	<b>2</b>
<b>4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>	<b>3</b>
<b>4.2.1 Pozos Profundos</b>	<b>3</b>
<b>4.2.2 Pozos Excavados</b>	<b>4</b>
<b>4.2.3 Galerías Filtrantes</b>	<b>5</b>
<b>4.2.4 Manantiales</b>	<b>5</b>
<b>5. CONDUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD</b>	<b>6</b>
<b>5.1.1 Canales</b>	<b>6</b>
<b>5.1.2 Tubería</b>	<b>6</b>
<b>5.1.3 Accesorios</b>	<b>7</b>
<b>5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO</b>	<b>7</b>
<b>5.3 CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>8</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>8</b>



**OS.010**

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

**1 OBJETIVO**

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

**2 ALCANCES**

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

**3 FUENTE**

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

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

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

**4. CAPTACIÓN**

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

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

**4.1 AGUAS SUPERFICIALES**

- a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá 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.
- c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.
- f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

#### 4.2.3 Galerías Filtrantes

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

#### 4.2.4 Manantiales

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

### 5. CONDUCCIÓN

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

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

## 5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

### 5.1.1 Canales

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

### 5.1.2 Tuberías

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

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

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

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

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

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

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

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
Polietileno, 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**

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



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

**1 ALCANCE**

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

**2 FINALIDAD**

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

**3 ASPECTOS GENERALES**

**3.1 Determinación del volumen de almacenamiento**

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

**3.2 Ubicación**

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

**3.3 Estudios Complementarios**

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

**3.4 Vulnerabilidad**

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

**3.5 Caseta de Válvulas**

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

**3.6 Mantenimiento**

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

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

### 3.7 Seguridad Aérea

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

## 4 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

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

### 4.1 Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

### 4.2 Volumen Contra Incendio

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

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

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

### 4.3 Volumen de Reserva

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

## 5 RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

### 5.1 Funcionamiento

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

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

## 5.2 Instalaciones

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

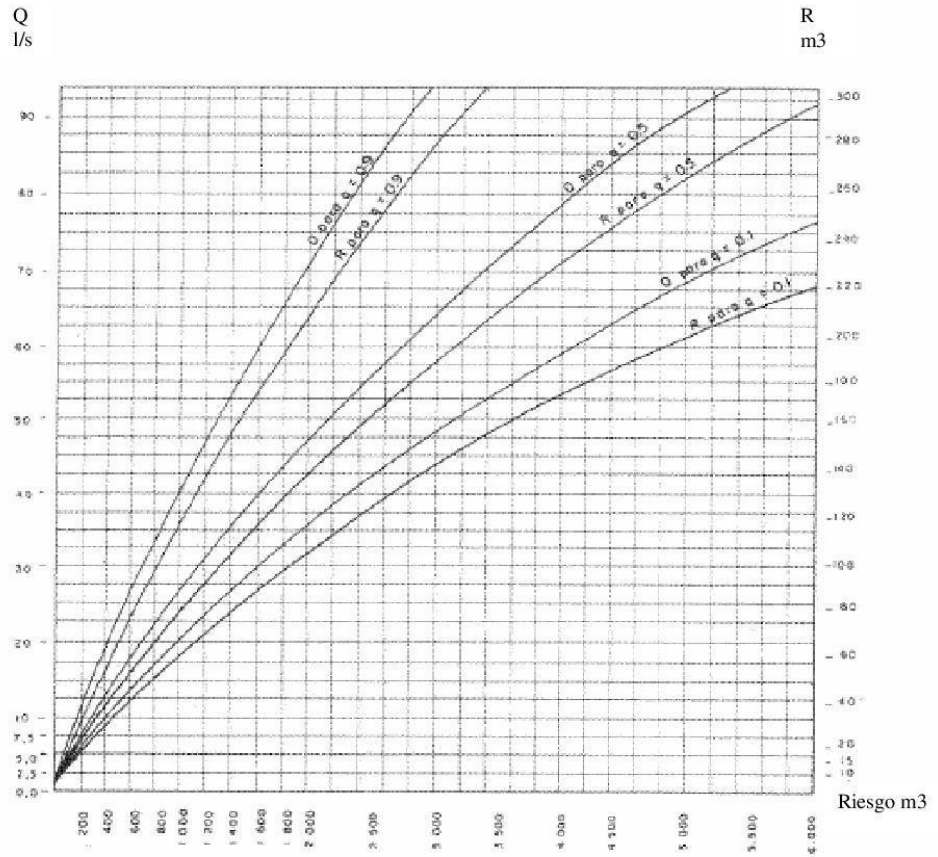
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

## 5.3 Accesorios

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

ANEXO 1

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



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

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

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m3

**NORMA DEL MINISTERIO DE VIVIENDA**

## CAPITULO II. ALGORITMO DE SELECCIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS

### 1. Abastecimiento de agua para consumo humano

#### 1.1. Criterios de Selección

En base a la evaluación de ciertas condiciones técnicas de la zona del proyecto, se selecciona la opción tecnología más adecuada para el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, entre los criterios evaluados, se tienen los siguientes:

- Tipo de fuente
- Ubicación de la fuente
- Nivel freático
- Frecuencia e intensidad de lluvias
- Disponibilidad de agua
- Zona de vivienda inundable
- Calidad del agua

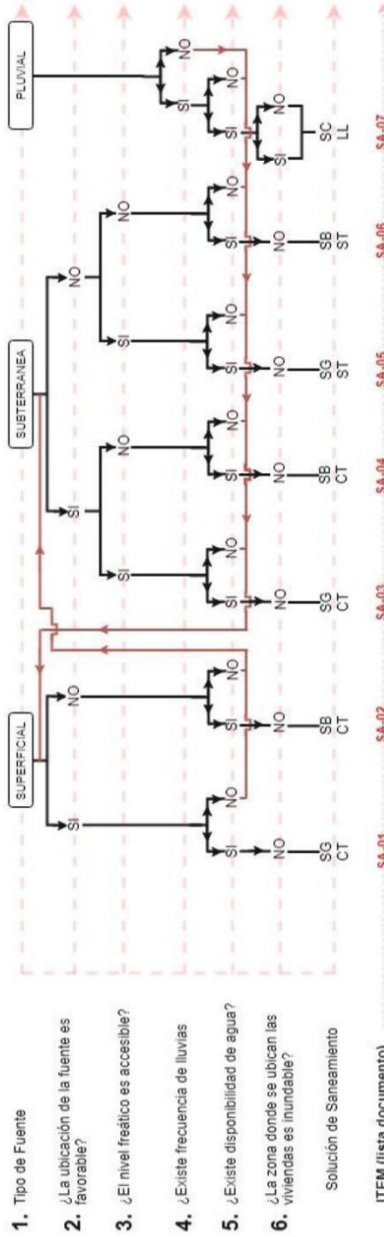
La calidad del agua, es un criterio en el cual se considera que las aguas subterráneas únicamente requieren simple desinfección y las aguas superficiales filtración lenta antecedida de pre-filtración con grava. Los proyectos deben considerar un estudio de calidad de agua, que permita identificar qué otros parámetros de calidad deben ser removidos, para que el agua tratada sea apta para consumo humano.

- a. Tipo de fuente, existen tres (03) tipos de fuentes de agua, para el consumo de las familias.
  - Grupo N° 1: Fuente Superficial: laguna o lago, río, canal, quebrada.
  - Grupo N° 2: Fuente Subterránea: Manantial (ladera, fondo y Bofedal), Pozos y Galerías Filtrantes
  - Grupo N° 3: Fuente Pluvial: lluvia, neblina.
- b. Ubicación de la fuente, este determina si el funcionamiento del sistema se debe realizar por gravedad o bombeo. Aquellas fuentes de agua, que se ubiquen en una cota superior a la localidad, el abastecimiento de agua se realizará por gravedad y aquellas que se encuentren en una cota inferior a la localidad, se realizará por bombeo.
- c. Nivel freático, la profundidad del nivel freático permite la determinación de la opción tecnológica de agua para consumo humano, para el caso de la fuente subterránea. Aquella napa que se encuentre más próxima a la superficie, permite captar el agua por manantiales, mientras que aquellas con napa freática más profunda, requieren otras soluciones (galerías filtrantes, pozo profundo o pozo manual).
- d. Frecuencia e intensidad de lluvias, se refiere únicamente a una fuente pluvial, donde la zona de intervención presenta un registro pluviométrico de los últimos 10 años, que permita a cada vivienda contar con la cantidad de agua para el consumo, o para complementar el ya obtenido por otra fuente.
- e. Disponibilidad de agua, se refiere a que la fuente (superficial, subterránea o pluvial) seleccionada otorga una cantidad de agua suficiente para el consumo humano y servicios en la vivienda.
- f. Zona de vivienda inundable, se refiere a si la zona de intervención es vulnerable a ser inundada de manera permanente o por un tiempo limitado, por lluvias intensas, o por el desborde natural de un cuerpo de agua.

#### 1.2. Descripción

La forma de uso del algoritmo de selección de opciones tecnológicas para abastecimiento de agua para consumo humano, se basa en la evaluación técnica, en determinado orden,

### ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL ÁMBITO RURAL



1. Tipo de Fuente
  2. ¿La ubicación de la fuente es favorable?
  3. ¿El nivel freático es accesible?
  4. ¿Existe frecuencia de lluvias?
  5. ¿Existe disponibilidad de agua?
  6. ¿La zona donde se ubican las viviendas es inundable?
- Solución de Saneamiento

ITEM (lista documento) SA-01 SA-02 SA-03 SA-04 SA-05 SA-06 SA-07

ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE:  
 SA-01: CAPT-GR, L-CON, PTAP, RES, DESF, L-ADU, RED  
 SA-02: CAPT-B, L-IMP, PTAP, RES, DESF, L-ADU, RED  
 SA-03: CAPT-M, L-CON, RES, DESF, L-ADU, RED  
 SA-04: CAPT-GLUP/PM, E-BOM, RES, DESF, L-ADU, RED

CÓDIGOS DE COMPONENTES DE SISTEMA DE AGUA POTABLE:  
 CAPT-FL: Captación del tipo frotante  
 CAPT-GR: Captación por Gravedad  
 CAPT-B: Captación por Bombeo  
 CAPT-M: Captación por Manual

L-CON: Línea de Conducción  
 L-IMP: Línea de Impulsión  
 L-ADU: Línea de Aducción  
 EBOM: Estación de Bombeo

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable  
 RES: Reservorio  
 DESF: Desinfección  
 RED: Redes de Distribución

### CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

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

##### 1.1. Parámetros de diseño

###### a. Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

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

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

**Tabla N° 03.01.** Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

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

Fuente: Elaboración propia

###### b. Población de diseño

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

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

Donde:

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

Es importante indicar:

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

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



c. Dotación

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

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

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

Fuente: Elaboración propia

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

**Tabla N° 03.03.** Dotación de agua para centros educativos

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

Fuente: Elaboración propia

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

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

d. Variaciones de consumo

d.1. Consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>)

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Q<sub>p</sub> de este modo:

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

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

Donde:

Q<sub>p</sub> : Caudal promedio diario anual en l/s

Q<sub>md</sub> : Caudal máximo diario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

P<sub>d</sub> : Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario (Q<sub>mh</sub>)

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q<sub>p</sub> de este modo:

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

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

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			
5	Manantial de Ladera	$Q_{med} (l/s) =$ (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{med} (l/s) =$ (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	$Q_{med} (l/s) =$ (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	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	$Q_{med} (l/s) =$ (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 " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro		Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.5	Filtro Lento de Arena	$Q_{med} (l/s) =$ (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo			
12	Línea de Impulsión	$Q_{med} (l/s) =$ (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{med}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{med}$ " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Sistema 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 (>20 - 35) 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, se diseña con 0.50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0.50 l/s y hasta 1.00 l/s, se diseña con 1.00 l/s y así sucesivamente.
14.3	Cercos Perimétrico para Reservorio			
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	Q <sub>red</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

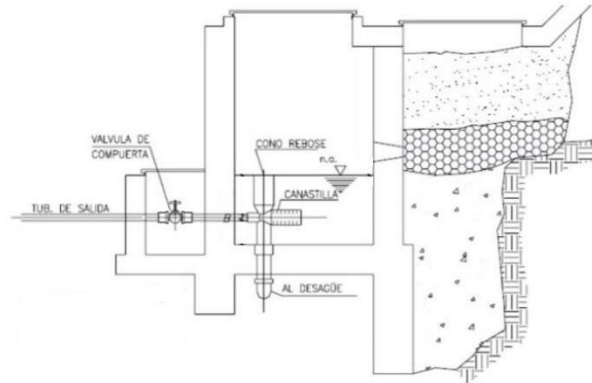
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	$15 \text{ m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	$20 \text{ m}^3$
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 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

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

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

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

Por otro lado:

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

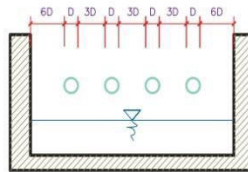
Donde:  
 $D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

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



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla ( $b$ ), mediante la siguiente ecuación:

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

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

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

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

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

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

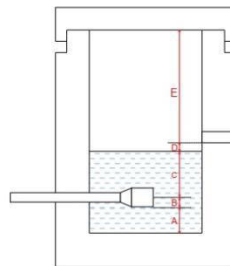
Donde:

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 ( $m^2$ )

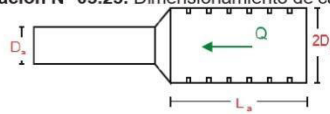
Dimensionamiento de la canastilla

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 ( $A_r$ ) 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 3Da y menor que 6Da:

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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:

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

Tubería de rebose

Donde:

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

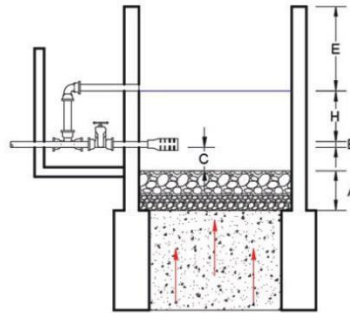
$h_r$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

$D_r$  : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

## 2.6. MANANTIAL DE FONDO

Permite la captación del agua subterránea que emerge de un terreno llano, ya que la estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua, consta de una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula el caudal a utilizarse, y una cámara seca que protege las válvulas de control de salida, rebose y limpia.

Ilustración N° 03.24. Manantial de Fondo



### 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.

- Cálculo de la altura de la cámara húmeda

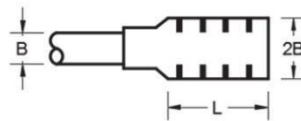
$$H = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

- A : altura del filtro (se recomienda de 0.10 a 0.20m)
- B : diámetro de la tubería de salida (se considera la mitad del diámetro de la canastilla)
- C : separación entre el filtro y la tubería (m)
- E : borde libre (se recomienda mínimo 0,30 m)
- H : Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda como mínimo 0,30 m)

**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 (At) 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.

**Ilustración N° 03.25. 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 3Da y menor que 6Da:

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A<sub>TOTAL</sub>):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

El valor de A<sub>total</sub> debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (Ag)

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

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**

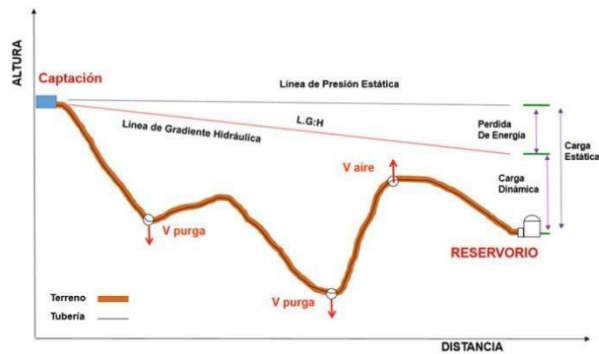
Donde:

- Q<sub>max</sub> : gasto máximo de la fuente (l/s)
- h<sub>f</sub> : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)
- D<sub>r</sub> : 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.

$$v = \frac{1}{n} * R_n^{2/3} * i^{1/2}$$

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

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

$V$  : Velocidad del fluido en m/s

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

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

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

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







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

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

Donde:

- $\Delta H_i$  : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.
- $K_i$  : Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla N° 03.14)
- $V$  : Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s
- $g$  : aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

**Tabla N° 03.20.** Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

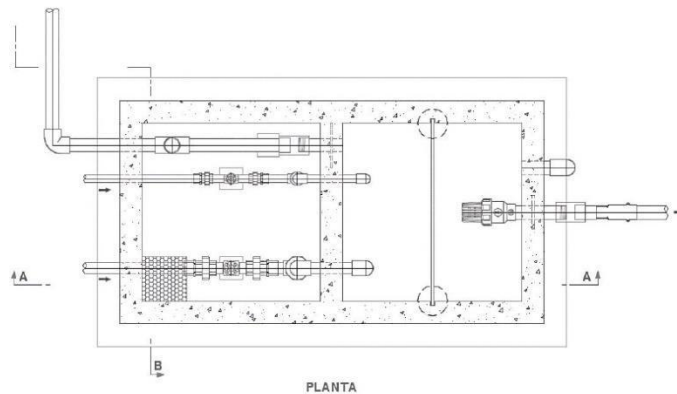
ELEMENTO	COEFICIENTE $k_i$								
	$\alpha$	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
<b>Ensanchamiento gradual</b> 	$k_i$	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
<b>Codos circulares</b> 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
	$K_{90^\circ}$	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
		$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$							
<b>Codos segmentados</b> 	$\alpha$	20°	40°	60°	80°	90°			
	$k_i$	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15			
<b>Disminución de sección</b> 	$S_2/S_1$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8			
	$k_i$	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14			
<b>Otras</b>	Entrada a depósito							$k_i=1,0$	
	Salida de depósito							$k_i=0,5$	
<b>Válvulas de compuerta</b> 	x/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	
	$k_i$	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
<b>Válvulas mariposa</b> 	$\alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	$k_i$	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
<b>Válvulas de globo</b>	Totamente abierta								
	$k_i$	3							

### 2.9.1. CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES

Se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Las cámaras de reunión de caudales se instalan para reunir los caudales de dos (02) captaciones. La estructura será de concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; Las dimensiones internas de la estructura serán:
  - Cámara húmeda de  $0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,90 \text{ m}$ , con tapa sanitaria metálica de sección  $0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ .
  - Cámara seca de  $0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}$ , con tapa sanitaria metálica de sección  $0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ .
- ✓ La tubería del sistema de rebose y purga en su extremo final contará con un dado móvil de concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$  de  $0,30 \times 0,20 \times 0,20$ , la cual estará superpuesta en una loza de piedra asentada con concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ . Para la elaboración del concreto se utilizará cemento portland tipo I
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos) y para las tapas metálicas se utilizará pintura esmalte (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso a la cámara son de  $1''$  y  $1 \frac{1}{2}''$  (de cada captación), la tubería de salida de la cámara es de  $2''$ .

Ilustración N° 03.32. Cámara de reunión de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
  - ✓ En caso existan varias fuentes de captación de agua, se requiere una estructura para la reunión de los caudales y llevarlas por una sola línea de conducción al reservorio o a la planta de tratamiento de agua potable.
  - ✓ El desnivel entre la cámara de reunión y la captación más alta no debe ser mayor a los 50 m. Sin embargo, en caso fuese mayor a los 50 m, se deberá instalar en la línea de conducción una cámara rompe presión para conducciones.
  - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$ , tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
  - ✓ La altura de la cámara debe calcularse 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.

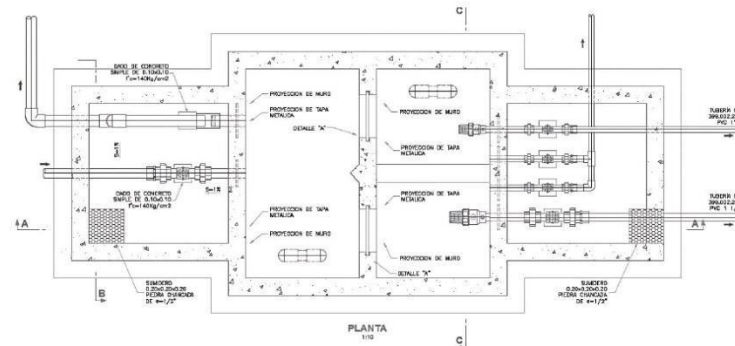
- ✓ La tubería de entrada a la cámara debe estar por encima del nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### 2.9.2. CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

Se deben de considerar lo siguiente:

- ✓ Construcción de una (01)<sup>20</sup> cámara de distribución para repartir los caudales a los Reservorio N° 1 y Reservorio N° 2.
- ✓ La estructura hidráulica será de concreto armado de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Tendrá tapa sanitaria metálica de sección  $0,6 \times 0,6 \text{ m}$ .
- ✓ Debe contar con un sistema de rebose y purga y un dado de concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$  de  $0,30 \times 0,20 \times 0,20$ , y piedra asentada con concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ .

Ilustración N° 03.33. Cámara de distribución de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
  - La función de una cámara distribuidora de caudales es dividir el flujo en dos o más partes.
  - Sólo se diseñarán cámaras distribuidoras de caudal en los siguientes casos:
    - o Cuando el proyecto considere más de un reservorio de almacenamiento, ya sea por grandes distancias, por diferencias de nivel o diferentes comunidades.
    - o Cuando existan diferentes usos del agua captada como: consumo humano, riego, pecuaria.
  - Las ventajas de la cámara distribuidora de flujo son: uso racional y equitativo del agua, disminución de costos de aducción y menor número de cámaras rompe-presión (cuando estas son requeridas).
  - Se recomienda una sección interior mínima de  $0,55 \times 0,65 \text{ m}^2$  (cada cámara húmeda), tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
  - La altura de la cámara de distribución se calcula mediante la suma de tres alturas:

<sup>20</sup> La cantidad de cámaras y reservorios está en función al diseño planteado por el proyectista según las condiciones del terreno



- 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 debajo del nivel del agua, es decir el ingreso es sumergido con el fin evitar turbulencia en el vertedero de salida.
- La tubería de salida debe disponer 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 será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

La fórmula utilizada para los cálculos es la siguiente:

$$Q = C_e \times \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times (h_1 + k_h)^{2,5}$$

Donde:

Q : caudal (m<sup>3</sup>/s)

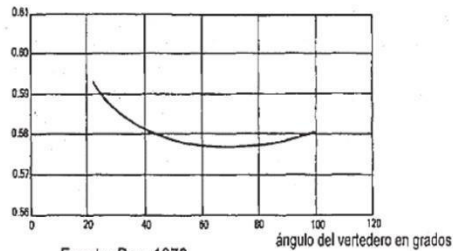
θ : ángulo del vertedero (°)

h<sub>1</sub> : altura del nivel de agua, aguas arriba del vertedero, medido a partir del vértice inferior del triángulo (m)

C<sub>e</sub> : Coeficiente en función de θ

k<sub>h</sub> : coeficiente en función de θ

**Ilustración N° 03.34. Coeficiente de Descarga Ce**



Fuente: Bos, 1976

**Ilustración N° 03.35. Angulo del Vertedero**

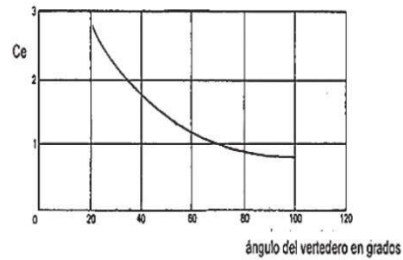


Figura 11: Valor de K<sub>h</sub> función de θ

Fuente: Bos, 1976

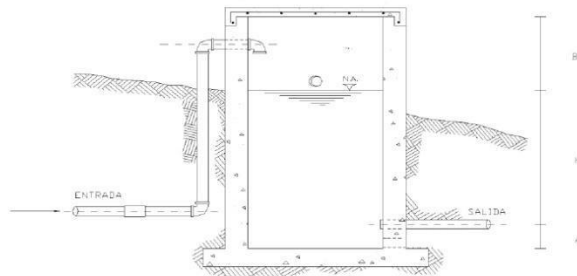
### 2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Para ello, se recomienda:

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

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

- A : altura mínima (0.10 m)
- H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir
- BL : borde libre (0.40 m)
- Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

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

Con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar facilidad del proceso constructivo y por la

instalación de accesorios, por lo que se debe considerar una sección interna de 0,60 x 0,60 m.

✓ Cálculo de la Canastilla

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

$$D_c = 2D$$

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

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

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

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

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

El número de ranuras resulta:

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

✓ Rebose

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (C= 150)

$$D = 4,63 \times \frac{Q_{md}^{0,38}}{C^{0,38} \times S^{0,21}}$$

Donde:

D : diámetro (pulg)

Qmd : caudal máximo diario (l/s)

S : pérdida de carga unitaria (m/m)

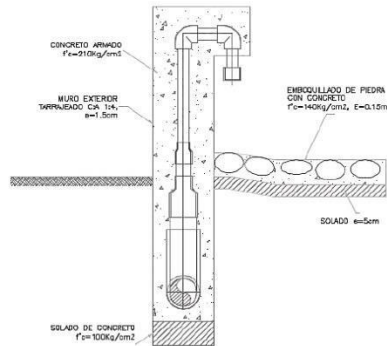
#### 2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

- ✓ Se debe construir un total de dos (02)<sup>21</sup> tubos rompe carga. Estos deben ubicarse en lugares estratégicos para reducir las presiones en las líneas de conducción que puedan superar los 50 mca afectando así a la resistencia que tiene la tubería.
- ✓ La estructura será en base a concreto armado con un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con dimensiones de 1,60 x 0,25 m y 1,2 de altura (0,70 m estará sobre el nivel de terreno), el tipo de cemento a utilizar dependerá de los estudios previos.
- ✓ Por el lado del tubo de ventilación (que funciona como purga) se debe habilitar una losa con el uso de piedra asentada con concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , con dimensiones de 1,0 m x 0,50 m y 0,10 m de espesor.
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso, salida y de ventilación será de 1", para la cámara de transición se utilizará una tubería de 3".

<sup>21</sup> La cantidad y necesidad de proyecciones de tubos rompe cargas es responsabilidad del proyectista en función al trazado de la línea y la topografía del terreno.

Ilustración N° 03.37. Tubería Rompe Presión



✓ Cálculo hidráulico

El tubo rompe carga sustituye a la tradicional Cámara Rompe Presión para conducciones, cumpliendo las mismas funciones que de este dispositivo, tiene la ventaja de requerir mínima operación y mantenimiento.

Criterios de diseño

La concepción del tubo rompe carga se sustenta en los siguientes criterios:

- El flujo es permanente y uniforme, de naturaleza turbulento ( $Re > 2000$ )
- El diámetro de la cámara de disipación de energía es 2 veces que el de la tubería de conducción. La velocidad del agua se reduce a la cuarta parte, pasando el flujo de rápido (supercrítico) a lento (subcrítico) produciéndose un resalto hidráulico.
- El resalto hidráulico se desarrolla en  $L = 6.9 (D_1 - D_2)$ , pero por cuestiones constructivas se asume una longitud mínima de la cámara disipadora de 1.25 m.
- Para evitar el deterioro de las instalaciones por la vibración, el dispositivo se emprota con concreto.
- Se ubican a cada 50 m de desnivel
- Instalaciones deben realizarse con tuberías PVC C-10.

Funcionamiento

- El agua ingresa a la cámara de disipación, se produce pérdida de carga e incorporación de aire a la masa líquida a través del tubo de ventilación.
- Cuando aguas abajo se obtura el conducto, el TRC permite evacuar el flujo hacia un cauce seguro; esto evita que la tubería de conducción se cargue por encima de su capacidad admisible y falle.
- Una vez instalado la estructura no necesita ningún tipo de operación y solo requiere del desbroce de maleza y pintado del pedestal.

Recomendaciones:

- El diámetro de la tubería de la cámara de disipación debe ser el triple del diámetro de la tubería de conducción. "La reducción de la presión de ingreso es del orden del 70% en sistemas donde el diámetro es duplicado y del 90% donde el diámetro es triplicado"
- Construcción de un canal de evacuación a un cauce seguro para evitar socavación y deslizamientos de terreno
- Para tramos largos ( $> 1$  km); entre estructuras deben de colocarse válvulas para efectos de refacción de tuberías.

- 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.

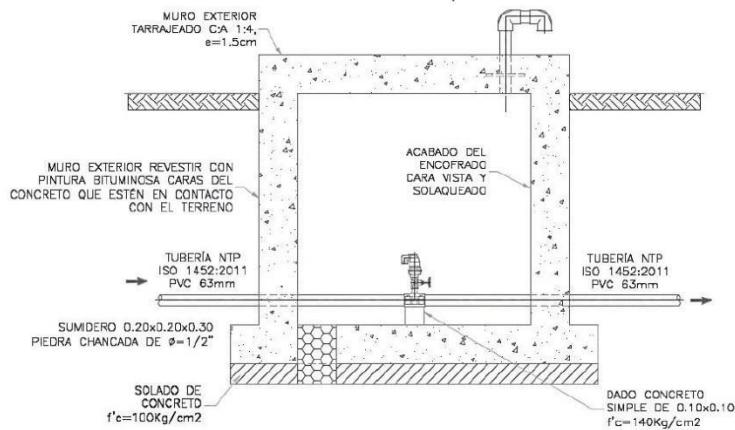
El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

✓ 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.

Ilustración N° 03.38. Válvula de aire para alto tránsito



✓ Memoria de cálculo hidráulico

Válvula de aire manual

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

Válvula de aire automática

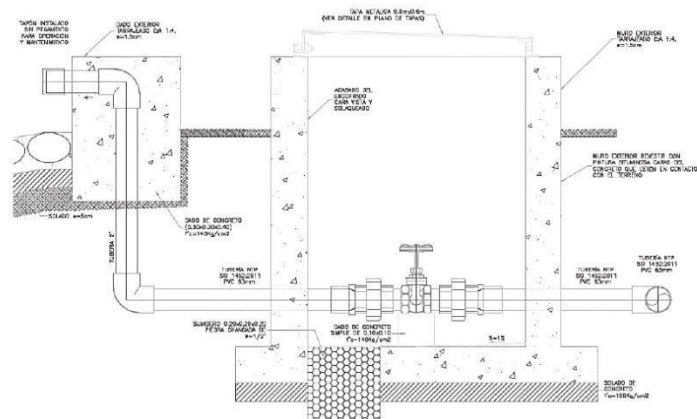
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m<sup>2</sup>, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ La estructura será de concreto armado  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  cuyas dimensiones internas son  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ , para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

### 2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

- Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.
- Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



- ✓ Cálculo hidráulico
  - ✓ Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
  - ✓ La estructura sea de concreto armado  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones internas son  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  y el dado de concreto simple  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
  - ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

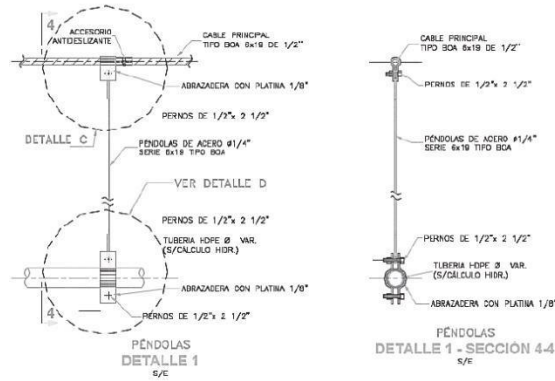
### 2.9.7. PASE AÉREO

El pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada.

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





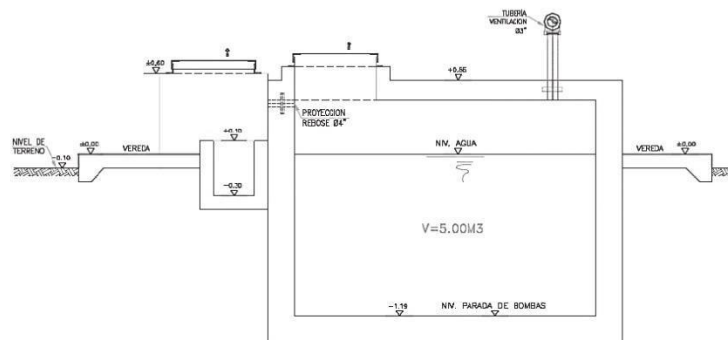
### 2.13. CISTERNA

Para las dimensiones internas de la cisterna, se ha considerado la forma rectangular, además de presentar el ingreso lo más alejado posible de la succión con el fin de que no ingrese aire al sistema de bombeo, optimizándose además la longitud del encofrado.

Para la selección de la bomba se ha tenido en cuenta, los niveles máximos de agua y parada de bombas, para el caso de la zona rural, lo más recomendable es el uso de bombas de eje horizontal en succión positiva por su facilidad de operación y mantenimiento, además de su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional. Con esta disposición se tendrá menos problemas con la succión al no ser necesario el cebar la bomba y no requerir válvula de retención en la succión (válvula de pie). El número de bombas serán dos, uno estará en funcionamiento y otro en reserva cumpliendo con una seguridad al 100%.

El nivel de sumergencia recomendable es de 0,35 m, para impedir el ingreso de aire y las condiciones hidráulicas de instalación.

Ilustración N° 03.52. Cisterna de 5 m<sup>3</sup>



- ✓ Equipo de bombeo de agua para consumo humano, para su selección se debe considerar la altura dinámica total y el caudal de bombeo requerido, además que la energía disponible en la zona rural es en su mayoría del tipo monofásico. Las características son:
  - Línea de impulsión
    - Debe ser de F°G°, para su selección debe considerarse la energía disponible del tipo monofásico en la zona, y no tener elevadas pérdidas de carga en la línea que puede ser asumida por una línea de impulsión de mayor diámetro posible.
  - Línea de succión
    - Debe ser de F°G°, para su selección se ha considerado un diámetro mayor al diámetro de succión de la bomba.
- ✓ Línea de entrada, el ingreso de agua es por gravedad y estará definida por la línea de conducción, debe estimarse teniendo en cuenta una velocidad no menor de 0,6 m/s y una gradiente entre 0,5% y 30%. Debe considerarse una válvula de interrupción, una válvula flotadora, la tubería y accesorios deben ser de fierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.
- ✓ Línea de rebose, según el Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma IS.010, se considera una descarga libre y directa a una cajuela de concreto con una brecha libre de 0,15 m para facilitar la inspección de pérdida de agua y revisión de la válvula

- flotadora, la tubería y accesorios son de F°G° para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad. La descarga de esta línea será al sistema pluvial de la zona.
- ✓ Línea de limpia, se debe considerar una tubería con descarga al pozo de la bomba sumidero, a través de una válvula de compuerta, para que se asegure que no haya filtración o fuga de esta línea, considerar el uso de un tapón en su parte final, para que sea operada de forma manual. La descarga de esta línea será a un pozo percolador.

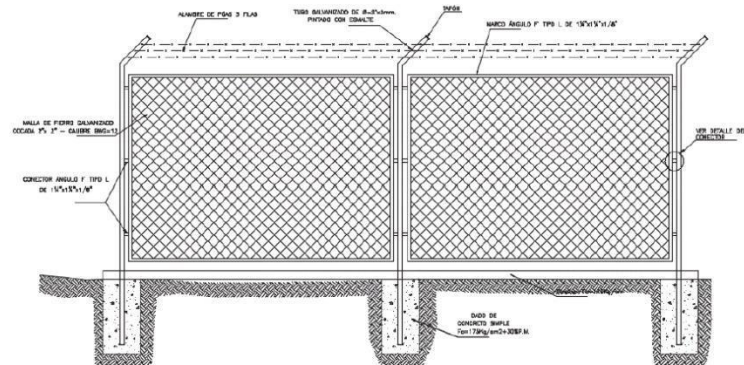
La cisterna proyectada, considera dos ambientes una donde se almacena el volumen útil de agua para consumo humano y otro ambiente de caseta de bombeo que albergará al sistema de bombeo y tableros eléctricos. La cisterna debe ser tarrajada interna y externamente, y pintado externamente con pintura látex.

Debe incluirse una vereda perimetral con escalera de concreto hacia el techo de la cisterna. Para el acceso interno a la cisterna se debe considerar una escalera de peldaños anclados al muro del recinto de material inoxidable, tipo marinera de F°G°.

### 2.13.1. CERCO PERIMÉTRICO DE CISTERNA

- ✓ El cerco perimétrico debe ser de una altura de 2,30 m, estará dividido en paneles de separación máxima entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" de F°G°.
- ✓ Los postes deben asentarse con dado de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- ✓ La malla será de F°G° con una cocada 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo "L" de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- ✓ Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas en la parte inferior estarán sobre un sardinel de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

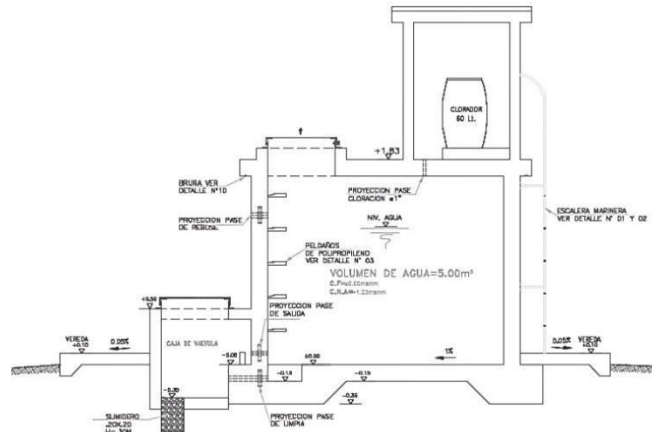
Ilustración N° 03.53. Cerco perimétrico de cisterna



## 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.

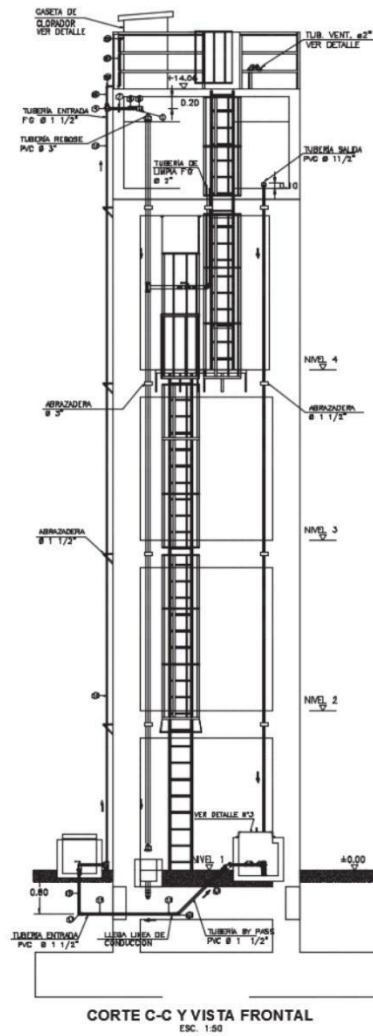
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga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

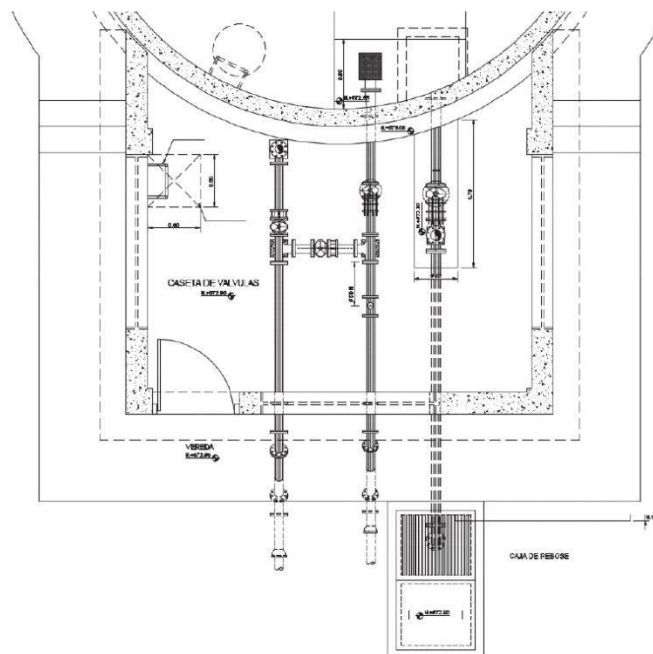
- **Techos**  
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabará con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema 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 compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).  
  
Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.
- **Pisos**  
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**  
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.  
  
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

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

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

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

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



#### 2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

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

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

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

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

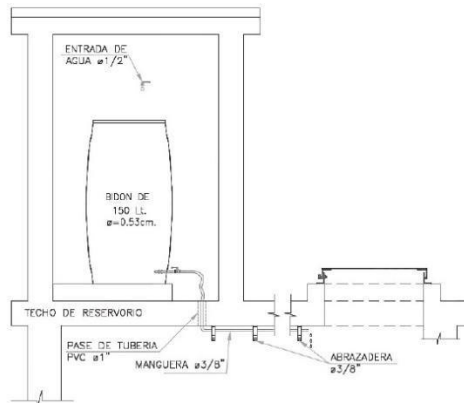
#### Desinfectantes empleados

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

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

#### a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q \cdot d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h



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

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

$$P_c = P * 100/r$$

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 (q<sub>s</sub>) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "q<sub>s</sub>" 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 (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

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.

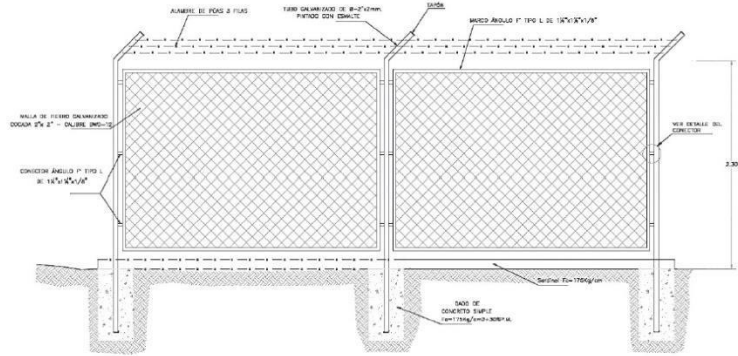
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el rellenado de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de 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 1/4" x 1 1/4" 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

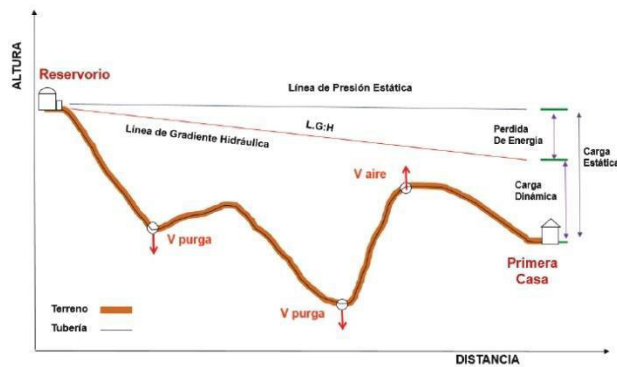
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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<sup>3</sup>/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.

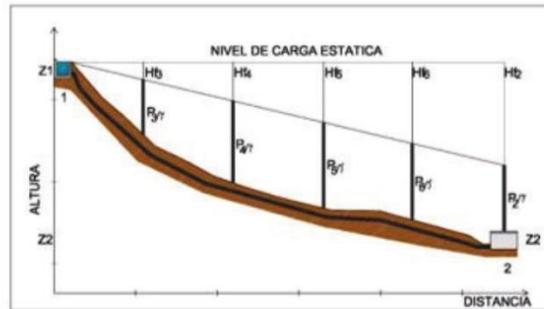
✓ Presión

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).

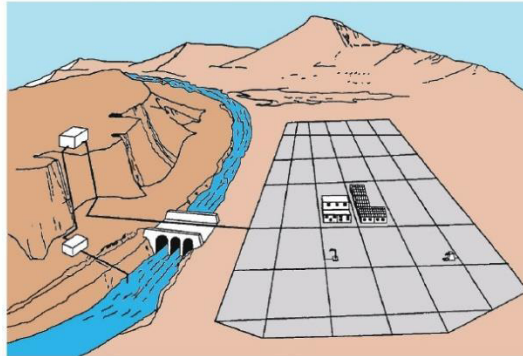
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 ( $\frac{3}{4}$ ") 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 pileta pública en l/h.

N : Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).

$D_c$  : Dotación promedio por habitante en l/hab.d.

$C_p$  : Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.

$E_f$  : Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.

$F_u$  : Factor de uso, definido como  $F_u = 24/t$ . Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se debe realizar según las fórmulas del ítem 2.4 Línea de Conducción (Criterios de Diseño) del presente Capítulo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.

- La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

#### 2.16.1. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y algunos sectores o puntos de la red de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de cámaras rompe presión (CRP) cada 50 m de desnivel.
- ✓ Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La altura de la cámara se calculará mediante la suma de tres conceptos:
  - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
  - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
  - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua y debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.
- ✓ La tubería de salida dispondrá de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión ( $H_t$ )

$$H_t = A + H + BL$$

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

Donde:

- g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- A : altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)
- BL : borde libre (se recomienda 40 cm)
- Q<sub>mh</sub> : caudal máximo horario (l/s)

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

Donde:

- D<sub>c</sub> : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)
- A<sub>o</sub> : área de la tubería de salida a la red de distribución (m<sup>2</sup>)

- Dimensionamiento de la sección de la base de la cámara rompe presión
  - El tiempo de descarga por el orificio; el orificio es el diámetro calculado de la red de distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio.
  - El volumen de almacenamiento máximo de la CRP es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura total de agua (m<sup>3</sup>).

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

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

$$A_b = a \times b$$

Donde:

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

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

- Cálculo del volumen

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

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

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

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

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

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

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

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

$$A_t = 2 \times A_c$$

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

Donde:

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

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

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura ( $mm^2$ )

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

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

Donde:

$A_g$  : área lateral de la canastilla (m<sup>2</sup>)

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

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

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

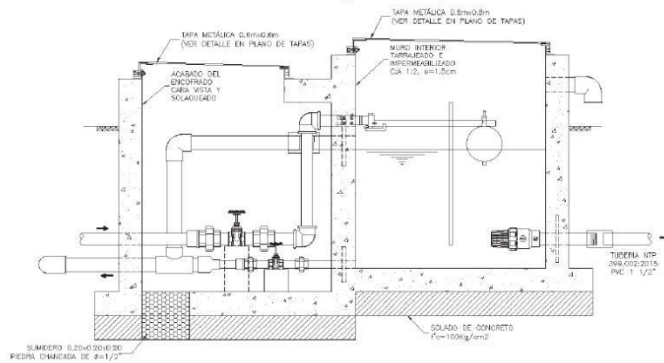
Donde:

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

$Q_{mh}$  : caudal de la salida de la red de distribución (caudal máximo horario) (l/s)

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

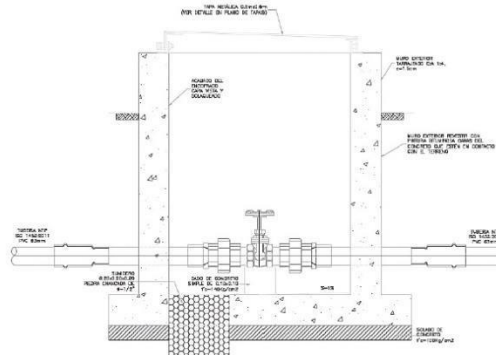
Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



## 2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

- ✓ Las cámaras donde se instalarán las válvulas de control deben permitir una cómoda construcción, pero además la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua, además de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución.
- ✓ La estructura que alberga será de concreto simple  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ Los accesorios serán de bronce y PVC.
- Memoria de cálculo hidráulico
  - La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.
  - En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.
  - Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
  - El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

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



Tipos de válvulas de interrupción

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

a. Válvulas de compuerta

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

b. Válvulas de mariposa

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

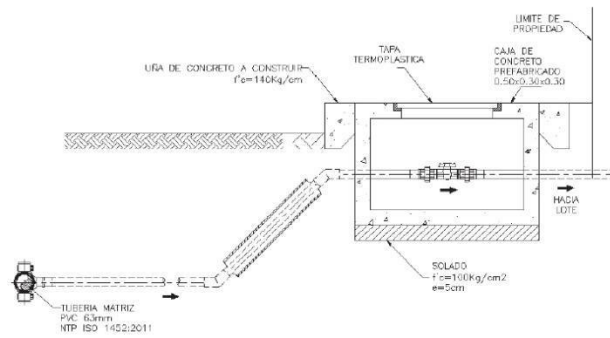
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
  - Instalación: Embridada.
  - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños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

### 2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2").
- La conexión debe contar con los siguientes elementos:
  - Elementos de toma: mediante accesorios tipo TEE y reducciones.
  - Elemento de conducción: es la tubería de conducción que empalma desde la transición del elemento de toma hasta la conexión predial, ingresando a ésta con una inclinación de 45°.

- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un 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 y material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar





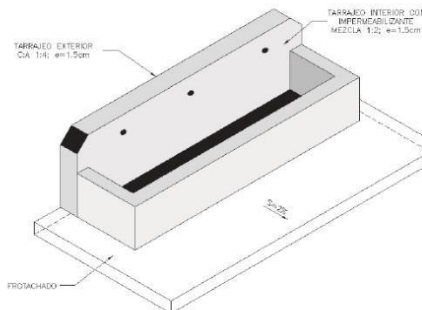


- La infraestructura del lavadero está conformada por una batea de concreto con vereda a su alrededor con tres puntos de salida de agua que se instalará contiguo a la caseta de la unidad básica de saneamiento dentro del predio.
- El lavadero de la institución pública es de concreto de sección rectangular, sus dimensiones exteriores del lavadero son de 2,60 m de largo x 0,65 m de ancho x 1,25 m de altura, utilizando concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; el revestimiento debe ser de mortero con impermeabilizante y será pulido con cemento color natural y complementado con una vereda de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- La instalación sanitaria incluye accesorios para agua y desagüe tales como grifo de bronce pesado diámetro de  $\frac{1}{2}$ ", válvula de control, codos, sumidero de bronce de 2" y trampa P.
- El número de lavaderos proyectados está relacionado con la cantidad de las unidades básicas de saneamiento (UBS) y estos en función a la cantidad de alumnos.

#### Lavaderos para instituciones educativas de nivel inicial y primaria

- La infraestructura del lavadero está conformada por una batea de concreto con vereda a su alrededor con tres puntos de salida de agua que se instalará contiguo a la caseta de la unidad básica de saneamiento dentro del predio.
- El lavadero de la institución educativa de **nivel inicial** es de concreto de sección rectangular, sus dimensiones exteriores del lavadero para la institución educativa de nivel inicial son de 2,60 m de largo x 0,65 m de ancho x 0,60 m de altura, utilizando concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; el revestimiento debe ser de mortero con impermeabilizante y será pulido con cemento color natural y complementado con una vereda de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- El lavadero de la institución educativa de **nivel primaria** es de concreto de sección rectangular, sus dimensiones exteriores del lavadero para la institución educativa de nivel primaria son de 2,60 m de largo x 0,65 m de ancho x 0,75 m de altura, utilizando concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y para el murete de apoyo será concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ; el revestimiento debe ser de mortero con impermeabilizante y será pulido con cemento color natural y complementado con una vereda de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- La instalación sanitaria incluye accesorios para agua y desagüe tales como grifo de bronce pesado diámetro de  $\frac{1}{2}$ ", válvula de control, codos, sumidero de bronce de 2" y trampa P.
- La cantidad de la proyección de lavaderos está relacionada con la cantidad de las unidades básicas de saneamiento (UBS) y estos en función a la cantidad de alumnos.

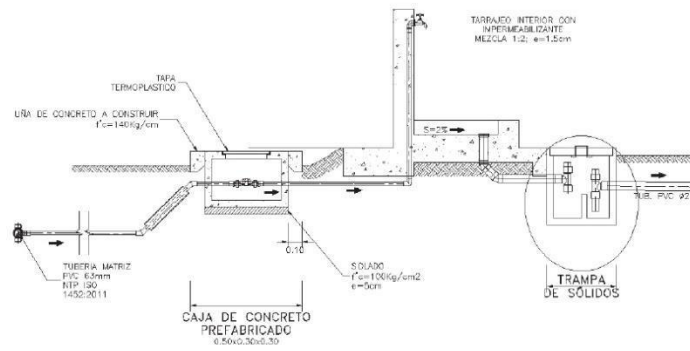
Ilustración N° 03.68. Lavadero para centro educativo inicial



## 2.18. PILETA PÚBLICA

- Se construirá 01 pileta pública para 04 viviendas ubicadas en cotas altas donde no se logra llegar con la presión suficiente a las viviendas.

Ilustración N° 03.69. Pileta pública



- La infraestructura está conformada por una conexión de 3/4" (con caja de registro), pileta y pozo de absorción.
- La pileta pública es de sección rectangular, sus dimensiones exteriores son de 1,6 de largo x 1,45m de ancho x 1,00 m de altura, se utilizará concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La instalación sanitaria incluye accesorios para agua y desagüe, tales como un grifo de bronce pesado (diámetro de 3/4"), válvula de control, codos, sumideros de bronce de 2", trampa "P".
- La pileta pública será revestida con mortero e impermeabilizante, y será pulido con cemento color natural.
- Se construirá un pozo de absorción de 1,25 x 1,25 x 1,0 m, en la que se llenará de grava con la finalidad de que se infiltre el agua no utilizada.

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

EQUIPO	Estación Total ZIPP20 2" Package			
ZONA	18 L			
PROYECTO	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CACHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, REGIÓN LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2019			
PUNTO	coordenada X	coordenada Y	ALTURA	DESCRIPCION
1	7 56.995	77 41.605	3663 m	CAPTACION
2	7 56.996	77 41.597	3659 m	P.T. 1
3	7 56.993	77 41.590	3654 m	P.T. 2
4	7 56.991	77 41.582	3649 m	P.T. 3
5	7 56.988	77 41.573	3643 m	P.T. 4
6	7 56.984	77 41.562	3636 m	P.T. 5
7	7 56.982	77 41.557	3632 m	P.T. 6
8	7 56.977	77 41.545	3626 m	P.T. 7
9	7 56.974	77 41.536	3622 m	P.T. 8
10	7 56.970	77 41.529	3618 m	P.T. 9
11	7 56.965	77 41.522	3614 m	P.T. 10
12	7 56.961	77 41.511	3611 m	P.T. 11
13	7 56.958	77 41.502	3609 m	P.T. 12
14	7 56.955	77 41.494	3605 m	P.T. 13
15	7 56.951	77 41.483	3598 m	P.T. 14
16	7 56.947	77 41.475	3592 m	P.T. 15
17	7 56.942	77 41.467	3587 m	P.T. 16
18	7 56.937	77 41.459	3582 m	P.T. 17
19	7 56.933	77 41.448	3576 m	P.T. 18
20	7 56.929	77 41.441	3568 m	P.T. 19
21	7 56.926	77 41.431	3558 m	P.T. 20
22	7 56.922	77 41.425	3552 m	P.T. 21
23	7 56.919	77 41.419	3546 m	P.T. 22 (CPRT)
24	7 56.918	77 41.414	3541 m	P.T. 23
25	7 56.915	77 41.406	3533 m	P.T. 24
26	7 56.912	77 41.399	3528 m	P.T. 25
27	7 56.910	77 41.393	3526 m	P.T. 26
28	7 56.908	77 41.386	3524 m	P.T. 27
29	7 56.904	77 41.376	3522 m	P.T. 28
30	7 56.902	77 41.370	3520 m	P.T. 29
31	7 56.897	77 41.357	3517 m	P.T. 30
32	7 56.894	77 41.348	3513 m	P.T. 31
33	7 56.891	77 41.341	3508 m	P.T. 32
34	7 56.886	77 41.336	3502 m	P.T. 33
35	7 56.883	77 41.329	3497 m	P.T. 34
36	7 56.879	77 41.317	3490 m	P.T. 35
37	7 56.877	77 41.310	3486 m	P.T. 36
38	7 56.874	77 41.304	3482 m	P.T. 37
39	7 56.872	77 41.296	3477 m	P.T. 38
40	7 56.869	77 41.288	3472 m	RESERVORIO
41	7 56.866	77 41.284	3468 m	P.T.39
42	7 56.863	77 41.277	3463 m	P.T.40
43	7 56.861	77 41.270	3459 m	P.T.41
44	7 56.858	77 41.263	3453 m	P.T.42
45	7 56.855	77 41.252	3446 m	P.T.43
46	7 56.852	77 41.246	3441 m	P.T.44
47	7 56.849	77 41.238	3433 m	P.T.45
48	7 56.846	77 41.229	3425 m	P.T.46
49	7 56.843	77 41.224	3418 m	P.T.47
50	7 56.841	77 41.218	3413 m	P.T.48
51	7 56.837	77 41.213	3407 m	P.T.49
52	7 56.836	77 41.208	3402 m	P.T.50
53	7 56.833	77 41.200	3394 m	P.T.51
54	7 56.831	77 41.194	3389 m	P.T.52
55	7 56.829	77 41.188	3384 m	P.T.53
56	7 56.826	77 41.179	3376 m	P.T.54
57	7 56.822	77 41.173	3369 m	P.T.55
58	7 56.819	77 41.164	3361 m	P.T.56

59	7 56.816	77 41.157	3355 m	P.T.57
60	7 56.811	77 41.148	3346 m	P.T.58
61	7 56.809	77 41.142	3342 m	P.T.59
62	7 56.806	77 41.137	3337 m	P.T.60
63	7 56.804	77 41.133	3334 m	P.T.61
64	7 56.802	77 41.127	3330 m	P.T.62
65	7 56.798	77 41.118	3322 m	P.T.63
66	7 56.796	77 41.114	3318 m	P.T.64
67	7 56.791	77 41.107	3310 m	P.T.65
68	7 56.787	77 41.101	3303 m	P.T.66
69	7 56.785	77 41.094	3295 m	P.T.67
70	7 56.781	77 41.089	3289 m	P.T.68
71	7 56.778	77 41.085	3282 m	P.T.69
72	7 56.775	77 41.080	3276 m	P.T.70
73	7 56.773	77 41.075	3270 m	P.T.71
74	7 56.770	77 41.071	3265 m	P.T.72
75	7 56.766	77 41.067	3259 m	P.T.73
76	7 56.764	77 41.062	3253 m	P.T.74
77	7 56.761	77 41.057	3248 m	P.T.75
78	7 56.759	77 41.052	3243 m	P.T.76
79	7 56.756	77 41.048	3237 m	P.T.77
80	7 56.751	77 41.042	3230 m	P.T.78
81	7 56.747	77 41.037	3222 m	P.T.79
82	7 56.744	77 41.031	3214 m	P.T.80
83	7 56.742	77 41.026	3208 m	P.T.81
84	7 56.740	77 41.019	3199 m	P.T.82
85	7 56.737	77 41.016	3195 m	P.T.83
86	7 56.735	77 41.011	3189 m	P.T.84 V. AIRE
87	7 56.732	77 41.005	3181 m	P.T.85
88	7 56.730	77 41.000	3176 m	P.T.86
89	7 56.727	77 40.995	3167 m	P.T.87
90	7 56.723	77 40.987	3156 m	P.T.88
91	7 56.719	77 40.981	3148 m	P.T.89
92	7 56.718	77 40.977	3142 m	P.T.90
93	7 56.716	77 40.972	3136 m	P.T.91
94	7 56.711	77 40.965	3127 m	P.T.92
95	7 56.709	77 40.961	3123 m	P.T.93
96	7 56.707	77 40.955	3116 m	P.T.94
97	7 56.702	77 40.950	3109 m	P.T.95
98	7 56.698	77 40.946	3104 m	P.T.96
99	7 56.695	77 40.941	3099 m	P.T.97
100	7 56.693	77 40.939	3096 m	P.T.98
101	7 56.688	77 40.932	3089 m	P.T.99
102	7 56.686	77 40.929	3085 m	P.T.100
103	7 56.682	77 40.924	3081 m	P.T.101
104	7 56.678	77 40.921	3078 m	P.T.102
105	7 56.673	77 40.914	3072 m	P.T.103
106	7 56.670	77 40.909	3069 m	P.T.104
107	7 56.665	77 40.900	3063 m	P.T.105
108	7 56.661	77 40.897	3060 m	P.T.106
109	7 56.655	77 40.893	3055 m	P.T.107
110	7 56.648	77 40.892	3052 m	P.T.108
111	7 56.643	77 40.889	3047 m	P.T.109
112	7 56.637	77 40.888	3043 m	P.T.110
113	7 56.629	77 40.886	3036 m	P.T.111
114	7 56.628	77 40.882	3032 m	P.T.112
115	7 56.621	77 40.877	3025 m	P.T.113
116	7 56.615	77 40.873	3020 m	P.T.114
117	7 56.609	77 40.869	3013 m	P.T.115
118	7 56.606	77 40.864	3008 m	P.T.116
119	7 56.602	77 40.860	3003 m	P.T.117
120	7 56.597	77 40.856	2999 m	P.T.118 V.PURGA
121	7 56.592	77 40.851	2994 m	P.T.119
122	7 56.585	77 40.844	2990 m	P.T.120
123	7 56.580	77 40.838	2987 m	P.T.121
124	7 56.574	77 40.834	2984 m	P.T.122
125	7 56.572	77 40.827	2981 m	P.T.123

126	7 56.570	77 40.821	2979 m	P.T.124
127	7 56.568	77 40.814	2976 m	P.T.125
128	7 56.566	77 40.806	2973 m	P.T.126
129	7 56.564	77 40.801	2970 m	P.T.127
130	7 56.561	77 40.794	2964 m	P.T.128
131	7 56.560	77 40.788	2959 m	P.T.129
132	7 56.558	77 40.783	2955 m	P.T.130
133	7 56.556	77 40.778	2950 m	P.T.131
134	7 56.555	77 40.774	2945 m	P.T.132
135	7 56.557	77 40.767	2940 m	P.T.133
136	7 56.560	77 40.763	2937 m	P.T.134
137	7 56.565	77 40.758	2933 m	P.T.135
138	7 56.570	77 40.754	2931 m	P.T.136
139	7 56.573	77 40.750	2929 m	P.T.137
140	7 56.580	77 40.745	2925 m	P.T.138
141	7 56.585	77 40.742	2924 m	P.T.139
142	7 56.591	77 40.740	2924 m	P.T.140
143	7 56.598	77 40.737	2922 m	P.T.141
144	7 56.604	77 40.738	2924 m	P.T.142
145	7 56.609	77 40.740	2926 m	P.T.143
146	7 56.612	77 40.744	2931 m	P.T.144
147	7 56.615	77 40.749	2935 m	P.T.145
148	7 56.619	77 40.754	2941 m	P.T.146
149	7 56.622	77 40.759	2944 m	P.T.147
150	7 56.625	77 40.763	2948 m	V.1
151	7 56.627	77 40.769	2954 m	EJE 1
152	7 56.628	77 40.774	2959 m	EJE 2
153	7 56.631	77 40.781	2964 m	EJE 3
154	7 56.632	77 40.786	2969 m	EJE 4
155	7 56.635	77 40.792	2975 m	EJE 5
156	7 56.638	77 40.797	2980 m	EJE 6
157	7 56.639	77 40.801	2984 m	EJE 7
158	7 56.644	77 40.806	2987 m	EJE 8
159	7 56.646	77 40.812	2991 m	V.2
160	7 56.650	77 40.816	2994 m	V.3
161	7 56.655	77 40.815	2994 m	V.4
162	7 56.663	77 40.811	2994 m	V.5
163	7 56.664	77 40.806	2992 m	V.6
164	7 56.667	77 40.800	2989 m	V.7
165	7 56.664	77 40.794	2983 m	V.8
166	7 56.663	77 40.790	2979 m	V.9
167	7 56.661	77 40.785	2974 m	V.10
168	7 56.659	77 40.779	2968 m	V.11
169	7 56.659	77 40.775	2964 m	V.12
170	7 56.661	77 40.769	2958 m	V.13
171	7 56.660	77 40.763	2952 m	V.14
172	7 56.660	77 40.757	2947 m	V.15
173	7 56.661	77 40.752	2942 m	V.16
174	7 56.662	77 40.747	2936 m	V.17
175	7 56.661	77 40.742	2930 m	V.18
176	7 56.659	77 40.737	2925 m	EJE.1.1
177	7 56.657	77 40.733	2918 m	EJE.1.2
178	7 56.656	77 40.728	2912 m	EJE.1.3
179	7 56.654	77 40.722	2904 m	EJE.1.4
180	7 56.652	77 40.718	2898 m	EJE.1.5
181	7 56.649	77 40.713	2892 m	EJE.1.6
182	7 56.643	77 40.709	2887 m	EJE.1.7
183	7 56.637	77 40.705	2884 m	EJE.1.8
184	7 56.633	77 40.703	2882 m	EJE.1.9
185	7 56.629	77 40.698	2877 m	EJE.1.10
186	7 56.624	77 40.696	2877 m	EJE.1.11
187	7 56.618	77 40.692	2873 m	EJE.1.12
188	7 56.613	77 40.692	2873 m	EJE.1.13
189	7 56.606	77 40.692	2875 m	EJE.1.14
190	7 56.600	77 40.694	2878 m	EJE.1.15
191	7 56.593	77 40.695	2876 m	EJE.1.16
192	7 56.587	77 40.695	2875 m	EJE.1.17

193	7 56.581	77 40.697	2875 m	EJE.1.18
194	7 56.576	77 40.698	2875 m	EJE.1.19
195	7 56.570	77 40.700	2875 m	EJE.1.20
196	7 56.565	77 40.702	2875 m	EJE.1.21
197	7 56.558	77 40.704	2875 m	V.19
198	7 56.552	77 40.705	2875 m	V.20
199	7 56.547	77 40.706	2874 m	V.21
200	7 56.542	77 40.705	2872 m	V.22
201	7 56.540	77 40.704	2870 m	V.23
202	7 56.530	77 40.705	2868 m	V.24
203	7 56.521	77 40.705	2867 m	V.25
204	7 56.513	77 40.704	2863 m	V.26
205	7 56.509	77 40.705	2864 m	V.27


### **Anexo 3: Fichas Técnicas.**





Instrumento de recolección de datos

CAMARA DE CAPTACION DEL MANANTIAL


Titulo :						 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE								
Tesis:														
Asesor:														
LUGAR:		PROVINCIA		FECHA:										
DISTRITO		REGION		NIVEL ESTADICO										
CAMARA DE CAPTACION DEL MANANTIAL														
DATOS GENERALES					CARACTERISTICAS DE DISEÑO									
TIPO DE MANANTIAL			DISTANCIA DE LA POBLACION		CAUDALES		CARACTERISTICAS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL			EMPUE DEL SUELO				
DE FONDO	DE LADERA	OTROS			Maximo	Minimo	Peso específico del suelos (T/m <sup>3</sup> )			EL COEFICIENTE DE EMPUE				
TIPO DE AFLORAMIENTO			TIPO DE SUELO				Resistencia del terreno (kg/cm <sup>2</sup> )			SIENDO LA ALTURA DEL TERRENO				
							Angulo de rozamiento interno del suelo			RESULTADO				
							coeficiente de friccion							
							Resistencia del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )							
CONCENTRADO					RE VOCE Y LIMPIEZA			VERIFICACION DE LA ESTRUCTURA			ALTURA DE LA CAMARA HUMENDA			
					DIAMETRO	GASTO MAXIMO	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	POR VOLTEO			A. FILTRO	A. MINIMA	DIAMETRO DE LA CANASTILLA DE SALIDA	A. DEL AGUA
DIFUSO								MAXIMA CARGA UNITARIA						
								POR DESLIZAMIENTO						
OBSERVACIONES														

FUENTE : ELABORACION PROPIA (2018)

  
**Eduardo Moya Diaz**  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. 72223

  
**Mario Angel Moreno Varas**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 101952

RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

Titulo :						 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE									
Tesis:															
Asesor:															
LUGAR:		PROVINCIA		FECHA:											
DISTRITO		REGION		NIVEL ESTÁTICO											
RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO															
Altura del agua		Altura de la pared		BORDE LIBRE		Altura total									
LOSA CUBIERTA						ESPESOR DEL MURO						DATOS DE DISEÑO			
DISTRUBICION DE LA ARMADURA						LOSA DE FONDO						DISTRIBUCION DE LA ARMADURA DEL MURO			
DISTRIBUCION DE LA ARMADURA DE LA LOSA DE FONDO						DISTRIBUCION DE LA ARMADURA EN LA LOSA DE CUBIERTA						VERIFICACION DE LA LOSA DE FONDO			

FUENTE : ELABORACION PROPIA (2018)

  
**Edoardo Moya Diaz**  
 ING. CIVIL  
 C.I.P. 72223


  
**Mario Angel Moreno Varas**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 101952







Anexo 3: Encuesta

Titulo :				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	
Tesista:					
Asesor:					
LUGAR:		PROVINCIA		FECHA:	
DISTRITO		REGION			
<b>EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>					
SISTEMA DE AGUA POTABLE			SERVICIOS BASICOS DE LAS VIVIENDAS		
1. TIPO DE FUENTE			5. viviendas		
Manantial		Pozos artesanales		Adobe	Madera
Rio		Otros		Ladrillo	Otro
2. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA			6. economia		
Con estudios		Provisional		Ganaderia	Industria
3. ESTADO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA			Agricultura		
Captacion	Mala	Buena		7. Clima	
Linea de conduccion	Mala	Buena		Calido	Frio
Reservorio	Mala	Buena		Templado	Otro
Linea de aduccion	Mala	Buena		8. poblacion	
Red de distribucion	Mala	Buena		De 0 - 10 años	De 25- 60 años
4. Disponibilidad del agua			De 10 - 25 años		
Las 24 horas		Menos de 24 horas		9. Tipo de suelo	
una vez por semana		Algunos dias		Arenoso	Grava
			Arcilloso		
			Limoso		
			10. Topografía		
			Plana		
			Accidentada		
			Muy accidentada		

FUENTE : ELABORACION PROPIA (2018)

  
 Hector Eduardo Moya Diaz  
 ING. CIVIL  
 C. I. P. 72223

  
 Mario Angel Moreno Varas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 101952

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



## CÁLCULO DE CAUDALES

### 1 DATOS DEL DISEÑO

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	DOCUMENTO SUSTENTATORIO																																																																														
Tasa de Crecimiento	-0.98	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td colspan="13" style="text-align: right; font-size: small;">N° Filas: 3   N° Columnas: 5</td> </tr> <tr> <th style="font-size: x-small;">País ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Departamento ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Provincia ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Distrito ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Tema ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Sub Tema ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Descripción ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Clase ▲</th> <th style="font-size: x-small;">Total</th> <th style="font-size: x-small;">Area Urbana</th> <th style="font-size: x-small;">Area Rural</th> <th style="font-size: x-small;">Sexo - Hombre</th> <th style="font-size: x-small;">Sexo - Mujer</th> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Perú</td> <td style="font-size: x-small;">Áncash</td> <td style="font-size: x-small;">Sihuas</td> <td style="font-size: x-small;">Cashapampa</td> <td style="font-size: x-small;">Demográfico</td> <td style="font-size: x-small;">General</td> <td style="font-size: x-small;">Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)</td> <td style="font-size: x-small;">Medidas</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">-0.98</td> <td style="font-size: x-small;">Valor ▼</td> <td style="font-size: x-small;">Valor ▼</td> <td style="font-size: x-small;">Valor ▼</td> <td style="font-size: x-small;">Valor ▼</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="font-size: x-small;">Densidad Poblacional</td> <td></td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">45.7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="font-size: x-small;">Hogar</td> <td style="font-size: x-small;">General</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">4.18</td> <td style="font-size: x-small;">4.08</td> <td style="font-size: x-small;">4.18</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right; font-size: x-small;">Fuente :</td> <td colspan="7" style="font-size: x-small;">Inei 2007</td> </tr> </table>	N° Filas: 3   N° Columnas: 5													País ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer	Perú	Áncash	Sihuas	Cashapampa	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)	Medidas	-0.98	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼							Densidad Poblacional		45.7											Hogar	General	4.18	4.08	4.18			Fuente :						Inei 2007						
N° Filas: 3   N° Columnas: 5																																																																																	
País ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer																																																																					
Perú	Áncash	Sihuas	Cashapampa	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)	Medidas	-0.98	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼																																																																					
						Densidad Poblacional		45.7																																																																									
						Hogar	General	4.18	4.08	4.18																																																																							
Fuente :						Inei 2007																																																																											
Densidad Poblacional	5	hab/viv	Fuente : Trabajo de Campo																																																																														
Número de viviendas domésticas	67	viviendas	Fuente : Plano Catastral AutoCAD																																																																														

### 2 PARÁMETROS DE DISEÑO

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

Fuente: RM - 192 2018 VIVIENDA

DESCRIPCIÓN	TOTAL	UNIDAD
DOTACIÓN ZONA URBANA POBLACIÓN > 2000 HABITANTES	220	lt/hab/día
	180	lt/hab/día

Fuente: RNE (DS N°011 - 2006 - VIVIENDA)

### 3 CÁLCULO DE CONSUMO NO DOMÉSTICO

#### 3.1. CONTRIBUCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	N° Alumnos	Dotación lt/hab/día	Q consumo lt/seg
1	JARDIN DE NIÑOS	15	20	300
1	I.E. PRIMARIA	18	20	360
1	I.E. SECUNDARIA	25	25	625

RM - 192 - 2018 VIVIENDA		
Educación primaria e inferior (sin residencia)	Rural	20 l/alum/d
Educación secundaria y superior (sin residencia)	Rural	25 l/alum/d
<b>Educación en general (con residencia)</b>	Rural	<b>50 l/alum/d</b>

Fuente: RM - 192 - 2018 VIVIENDA

## DISEÑO DE CAPTACION DE MANANTIAL DE LADERA

### DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CACHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, REGIÓN LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2019

#### 1.- DATOS DE DISEÑO

Caudal máximo diario	<b>Qmax = 0.500 lps</b>
Diámetro de tubería de alimentación Línea de Conducción	<b>Dlc = 1 1/2 pulg</b>
El caudal de diseño es el caudal máximo diario.	<b>QD = 0.580 lps</b>

#### 2.- CALCULO DE LA DISTANCIA ENTRE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO Y LA CAMARA HUMEDA

La Altura del Afloramiento al Orificio de Entrada debe ser de 0.40 a 0.50 mts.	Asumiremos :	<b>h = 0.40 mts</b>
La Velocidad de Pase en el Orificio debe ser: $V < 0.60$ m/seg.	$V = (2gh / 1.56)^{1/2}$	<b>V = 2.24 m/seg</b>
Como la Velocidad de Pase es mayor de 0.60 m/seg.	Asumiremos :	<b>V = 0.50 m/seg</b>
Pérdida de Carga en el Orificio (ho)	$ho = 1.56 V^2 / 2g$	<b>ho = 0.02 mts</b>
Pérdida de Carga entre el afloramiento y el Orificio de entrada (Hf)	$Hf = h - ho$	<b>Hf = 0.38 mts</b>
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L)	$L = Hf / 0.30$	<b>L = 1.27 mts</b>

#### 3.- CALCULO DEL ANCHO DE LA PANTALLA

Se recomienda que el Diámetro de la tubería de entrada no sea mayor de 2". (D)	$Dc = (4 Q / \sqrt{Cd V})^{1/2}$	<b>Dc = 1.571 pulg</b>
Como el diámetro del orificio de entrada es menor de 2 pulg,	Asumiremos :	<b>Da = 2 pulg</b>
El número de Orificios esta en función del diámetro calculado y el diámetro asumido	$NA = (Dc^2 / Da^2) + 1$	<b>NA = 2 unid</b>
El ancho de la pantalla está en función del diámetro asumido y el N° de orificios	$b = 2(6D) + NA D + 3D(NA-1)$	<b>b = 0.90 mts</b>
La separación entre ejes de orificios está dado por la fórmula	$a = 3D + D$	<b>a = 0.203 mts</b>
La distancia de la pared al primer orificio está dado por la fórmula	$a1 = (b - a * (NA-1))/2$	<b>a1 = 0.348 mts</b>

#### 4.- CALCULO DE LA ALTURA DE LA CAMARA HUMEDA

Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas (min. = 10 cms.)	Asumiremos :	<b>A = 0.15 mts</b>
Mitad del diámetro de la canastilla de salida	Asumiremos :	<b>B = 2 pulg</b>
Desnivel entre el ingreso del agua y el nivel de agua de la cámara húmeda (min.= 3 cms)	Asumiremos :	<b>D = 0.05 mts</b>
Borde libre (de 10 a 30 cms.)	Asumiremos :	<b>E = 0.30 mts</b>
La altura de agua sobre el eje de la canastilla está dada por la fórmula	$H = (1.56 Qmd^2 / 2g A^2)$	<b>H = 0.00 mts</b>
Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de 30 cms.	Asumiremos :	<b>Ha = 0.30 mts</b>
La altura de la cámara húmeda calculada esta dada por la fórmula	$Ht = A + B + D + Ha$	<b>Ht = 0.85 mts</b>
Para efectos de diseño se asume la siguiente altura	Asumiremos :	<b>Ht = 1.00 mts</b>

#### 5.- CALCULO DE LA CANASTILLA

El diámetro de la canastilla está dada por la fórmula	$Dca = 2 * B$	<b>Dca = 2 pulg</b>
Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3B y menor 6B	$L = 3 * B$	<b>L = 0.15 mts</b>
	$L = 6 * B$	<b>L = 0.30 mts</b>
	Asumiremos :	<b>L = 0.20 mts</b>
Ancho de ranura	Asumiremos :	<b>Ar = 0.005 mts</b>
Largo de ranura	Asumiremos :	<b>Lr = 0.007 mts</b>
Area de ranuras	$Arr = Ar * Lr$	<b>Arr = 3.50E-05 m2</b>
Area total de ranuras		<b>Atr = 4.05E-03 m2</b>
El valor del Area total no debe ser mayor al 50% del área lateral de la canastilla	$Ag = 0.5 * Dg * L$	<b>Ag = 0.01 m2</b>
Número de ranuras de la canastilla	$N°r = Atr / Arr$	<b>N°r = 116 unid</b>

#### 6.- CALCULO DE REBOSE Y LIMPIEZA

El diámetro de la tubería de rebose se caculará mediante la expresión	$Dr = 0.71 * Q^{0.38} / hf^{0.21}$	<b>Dr = 1.32 pulg</b>
Se usará tubería de PVC de 2 y cono de rebose de 2 x 4 pulg	$Dasum. = 2 pulg$	<b>N°tr = 1 unid</b>

**LINEA DE CONDUCCION**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, REGIÓN LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2019**

<b>G.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL</b>	$Q_f = Q + \%P \times Q$	<b>0.35 lt/s</b>
<b>H.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)</b>	$Q_{md} = 1.30 * Q$	<b>0.45 lt/s</b>
<b>K.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)</b>	$Q_{mh} = 2.50 Q$	<b>0.90 lt/s</b>

LINEA DE CONDUCCION											
Elemento	Nivel Dinámico	Longitud (Km)	Caudal tramo	Pendiente S	Diámetro en "	Diám. Comercial	Velocidad Flujo	Hf	hf	H. Piezométrica	Presión
Captación	3614.00									3614.00	0.00
CRP T6 -N° 1	3564.00	0.190	0.45	50.04	0.96	1 1/2	0.39	0.21	1.10	3612.90	48.90
CRP T6 -N° 1	3564.00									3564.00	0.00
CRP T6 -N° 2	3514.00	0.300	0.45	50.09	0.96	1 1/2	0.39	0.52	1.74	3562.26	48.26
CRP T6 -N° 2	3514.00									3514.00	0.00
RESERVORIO	3508.00	0.074	0.45	6.01	1.49	1 1/2	0.39	0.03	0.43	3513.57	5.57
		0.564									

NOTA: LA CLASE DE TUBERÍA A UTILIZAR SERÁ CL-10

**RESERVORIO**

CUADRO 08: DATOS PARA EL CALCULO DEL RESERVORIO

Población futura	114	Habitantes
Dotación	143.04	Lt/hab/día
Qmd	0.45	Lt/seg.

Tabla n 11: Calculo del reservorio


Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$V_{reg} = 0.15\% \left( \frac{pf * Dot}{1000} \right) * 1 \text{ día}$	$V_{reg} = 0.15 \left( \frac{178 * 100}{1000} \right) * 1$	4.07671	m <sup>3</sup>
según el reglamento se considera el 15% para poblaciones rurales y 25% urbanas			
$V_r = 7\% * Q_{md}$	$V_r = 0.07 \left( \frac{0.27}{1000} \right) * 86400$	2.7	m <sup>3</sup>
según sedapal se considera el 7 %			
SEGÚN MINSA NO SE CONSIDERA EL V <sub>i</sub> EN POBLACIONES RURALES			
$VR = V_{reg} + V_r + V_i$	$VR = 4.44 + 2.72 + 0$	6.8	m <sup>3</sup>
Se considera		10.0	
$TII = \left( \frac{V_r}{Q_{md}} \right)$	$TII = \left( \frac{1.8 * 1000}{0.29} \right)$	6048.0	seg
se convierte a horas		2	horas
se considera		3	horas

donde:  
 Q<sub>md</sub>=Caudal máxima diario  
 V<sub>reg</sub> Volumen de regulación  
 V<sub>r</sub> Volumen de reserva  
 V<sub>i</sub> Volumen contra incendios  
 VR Volumen del reservorio  
 TII Tiempo de llenado

Tabla N 12: Dimensionamiento del reservorio

Se considera una H > 2.50m < 8.00 m			
asumimos un H de		2.5	m
Formula	despejando formula		
$VR = A * H$			
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$A = \frac{VR}{H}$	$A = \frac{10}{2.80}$	4	m <sup>2</sup>
se considera un area de		5	m <sup>2</sup>
Donde: VR= Volumen de Reservorio 15 m <sup>3</sup> A= Área rectangular del reservorio H= Altura de agua 2.8 m			

LARGO Y ANCHO DEL RESERVORIO		
LARGO	2.5	m
ANCHO	2.5	m

DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCION													
DATOS DE CALCULO													
 CAUDAL MAXIMO DIARIO : .50 Lit./Seg. COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Polí(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150 Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:													
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	$H_f$ ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
	00 Km+ 000.00 m	3,385.00	0.00		0.001							3,385.000	0.000
RESERVORIO - V 1	00 Km+ 078.00 m	3,365.00	78.00	0.256	0.001	17.779	25	2.014 m/Seg.	0.987 m/Seg.	3.519	3.519	3,381.481	16.481

Descripción: La línea de aducción es el tramo que conduce el agua desde el reservorio hacia la red de distribución, con una longitud de 78m, se utilizara en su totalidad tubería rígida de PVC C-7.5 se consideró un diámetro de 1 ½ pulg. La presión de llegada es de 16.48 mca

## **Anexo 5: Panel Fotográfico**



Fotografía 01: Foto panorámica del Centro Poblado de Caucharatay



Fotografía 02: Ubicación de la captación de ladera



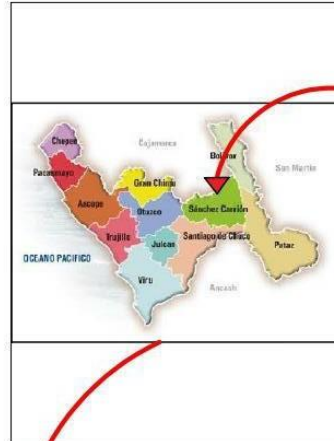
Fotografía 03: Levantamiento topográfico línea de aducción



Fotografía 04: Levantamiento topográfico Reservorio



**Anexo 6: Planos arquitectónicos y estructurales**



PERU-LA LIBERTAD



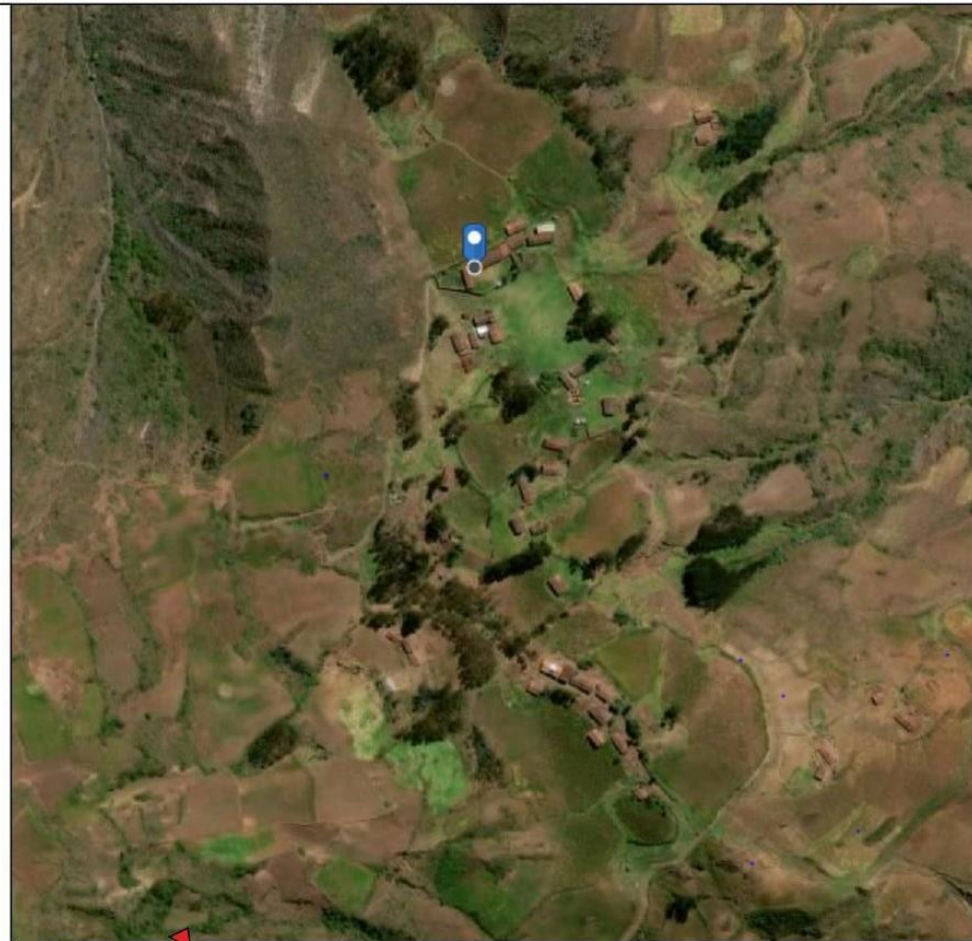
PERU



SANCHEZ CARRION



CENTRO POBLADO



### LEYENDA

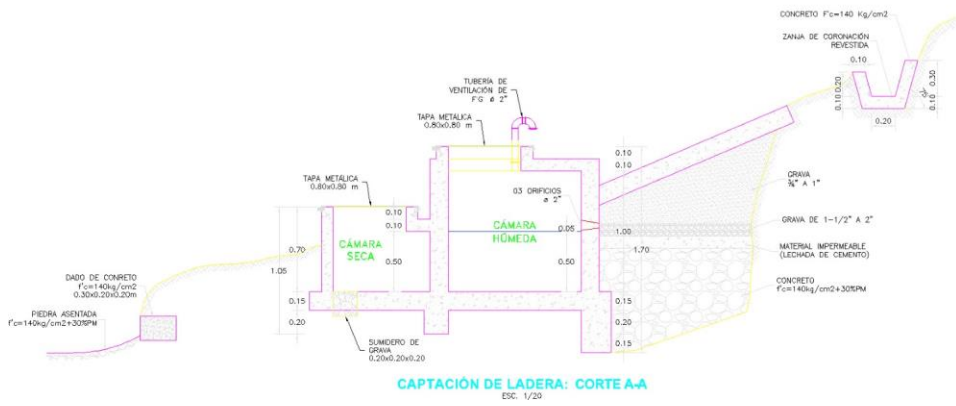
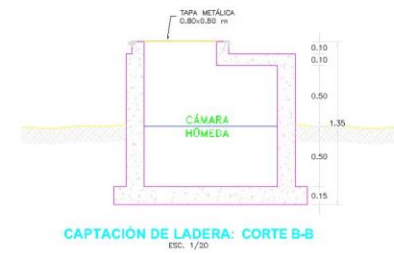
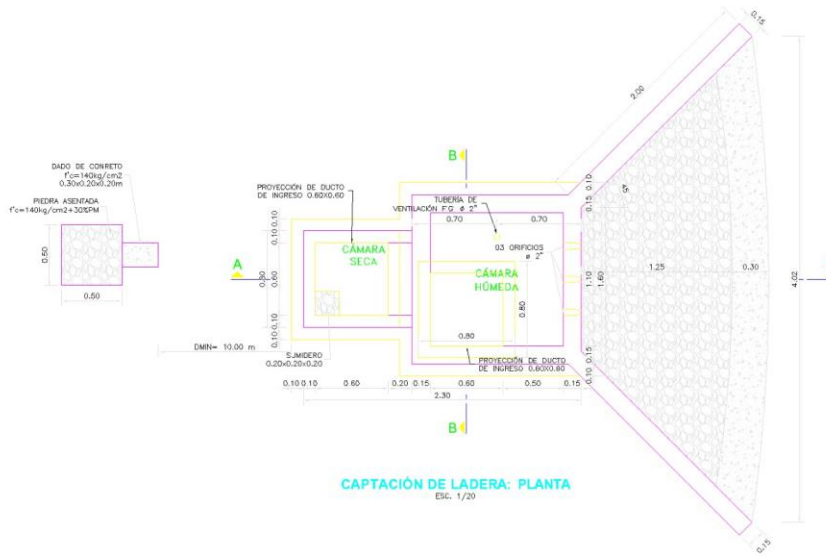
- Provincia \_\_\_\_\_ ANCASH
- Capital de Región \_\_\_\_\_
- Capital de Provincia \_\_\_\_\_
- Capital de Distrito \_\_\_\_\_
- Poblados o Caseríos \_\_\_\_\_
- Monumentos Inkaicos \_\_\_\_\_
- Rio o quebrada \_\_\_\_\_
- Terreno \_\_\_\_\_

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SANCHEZ CARRION, REGION LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION - 2022	
UBICACION: REGION: LA LIBERTAD	Distrito: CHUGAY
Caserío: CAUCHARATAY	
PLANO : PLANO DE UBICACION	
ASESOR: ING GONZALO LEON DE LOS RIOS	CURSO: TESIS II
AUTOR: CERNA HERNANDEZ CHRISTIAN AUGUSTO	
ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/10/22



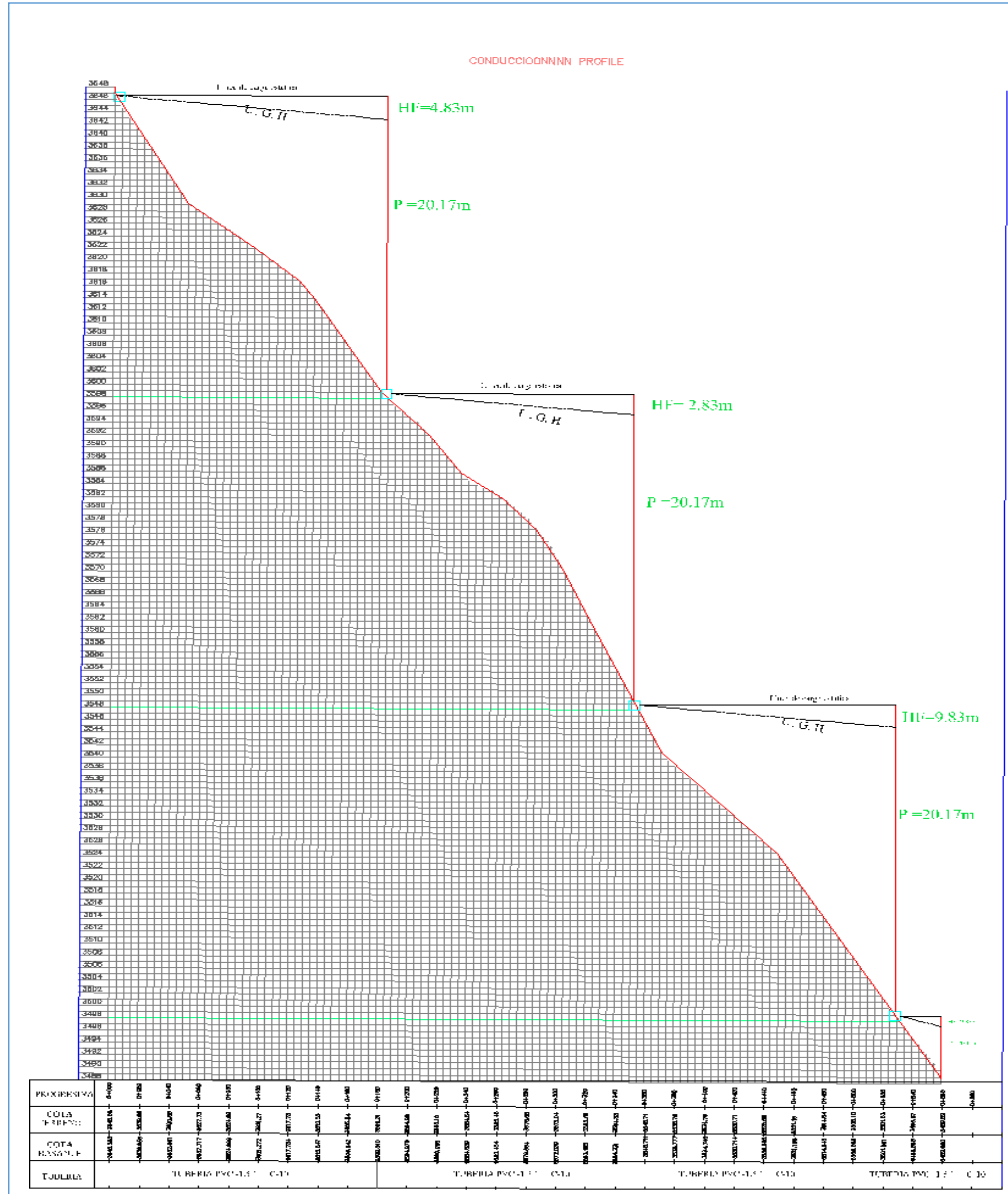
LÁMINA :

**U-01**



<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>			
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SÁNCHEZ CABRÓN, REGIÓN LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022			
UBICACION:	REGION: LA LIBERTAD	Distrito: CHUGAY	Caserío: CAUCHARATAY
PLANO :	CAMARA DE CAPTACIÓN		
ASESOR:	ING. GONZALO LEON DE LOS RIOS	CURSO:	TALLER DE TITULACIÓN
AUTOR:	CERNA HERNÁNDEZ CHRISTIAN AUGUSTO		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	10/10/22

LÁMINA :  
  
**P-01**



LEYENDA	
	LINEA DE CONDUCCION
	RESERVORIO EXISTENTE
	POSTE DE ALUMBRADO
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAPTACION
	UBICACION DE CRUCE AEREO

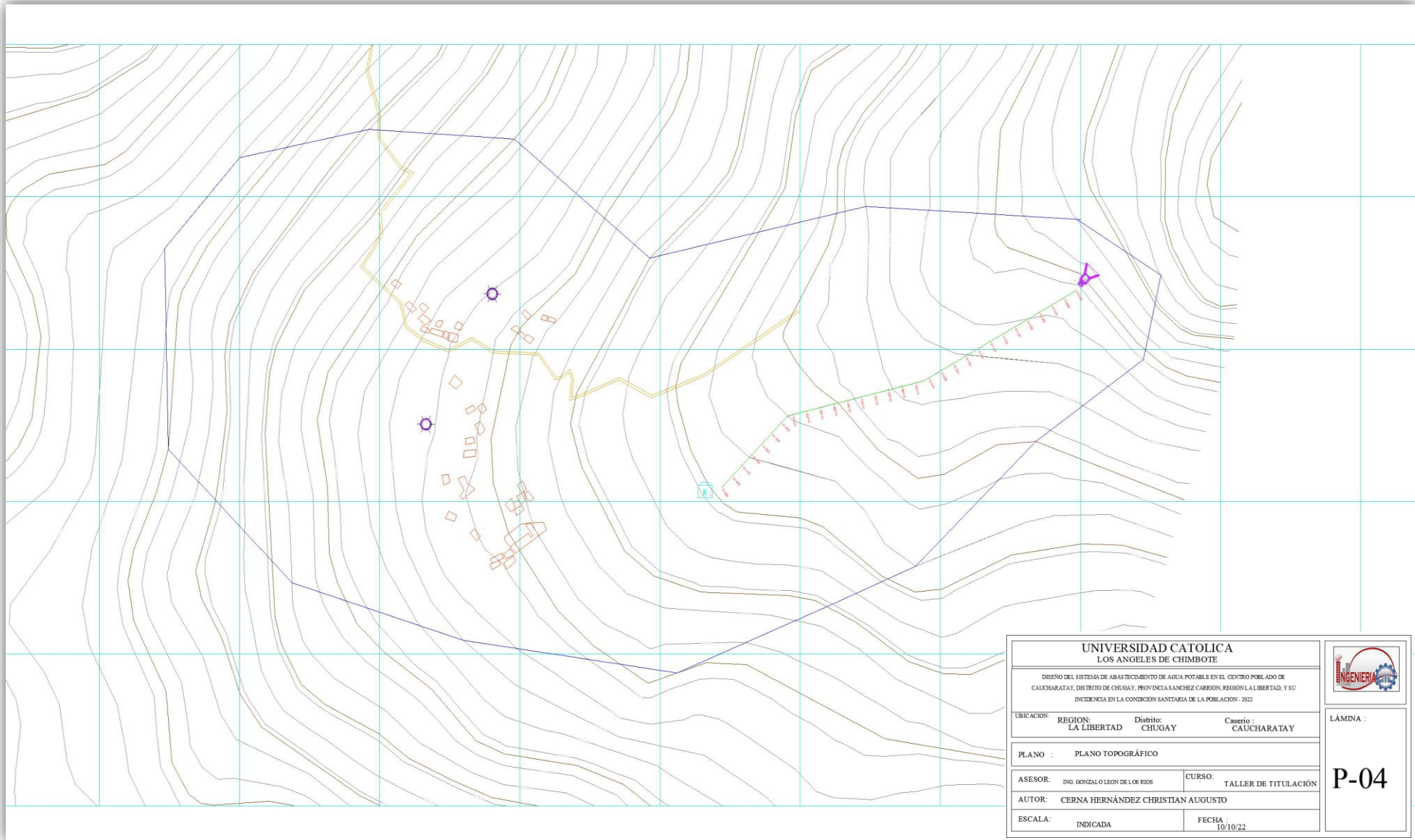
<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SANCHEZ CARRION REGION LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION - 2022		
UBICACION:	REGION: LA LIBERTAD	Distrito: CHUGAY
		Casario: CAUCHARATAY
PLANO :	LINEA DE CONDUCCION	
ASESOR:	ING. GONZALO LEON DE LOS RIOS	CURSO: TALLER DE TITULACION
AUTOR:	CERNA HERNANDEZ CHRISTIAN AUGUSTO	
ESCALA:	INDICADA	FECHA: 10/10/22



LÁMINA :

P-02





<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
<small>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE CAUCHARATAY, DISTRITO DE CHUGAY, PROVINCIA SANCHEZ CARRION, REGION LA LIBERTAD, Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION - 2022</small>		
<small>UBICACION:</small>	<small>REGION:</small> LA LIBERTAD	<small>DISTRITO:</small> CHUGAY
		<small>Caserio:</small> CAUCHARATAY
<small>PLANO :</small>	PLANO TOPOGRAFICO	
<small>ASESOR:</small>	DIG. GONZALO LEON DE LOS RIOS	<small>CURSO:</small> TALLER DE TITULACION
<small>AUTOR:</small>	CERNA HERNANDEZ CHRISTIAN AUGUSTO	
<small>ESCALA:</small>	INDICADA	<small>FECHA:</small> 10/10/22



LÁMINA :

**P-04**