



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

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

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO  
EL PORVENIR, DISTRITO DE OTUZCO, PROVINCIA DE  
OTUZCO, REGIÓN LA LIBERTAD, PARA SU  
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA  
POBLACIÓN – 2021

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

**AUTOR:**

SALVATIERRA GORBALAN, JESUS ALBERTO

ORCID: 0000-0002-5057-3275

**ASESOR:**

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2022**

## **1. Título del informe**

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.

## **2. Equipo de trabajo**

### **AUTOR**

Salvatierra Gorbalan, Jesus Alberto

ORCID: 0000-0002-5057-3275

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de  
pregrado, Chimbote, Perú

### **ASESOR**

Ms. León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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

### **JURADO**

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna, del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidente

Mgtr. Córdova Córdova Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

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

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Mgtr. Córdova Córdova Wilmer Oswaldo

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

Miembro

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

Asesor

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

##### **Agradecimiento**

A Dios por darme la vida y la oportunidad de poder salir adelante en las situaciones difíciles que se me presentaron día a día, en este camino arduo, por siempre estar a mi lado y nunca abandonarme.

##### **Dedicatoria**

A mi Dios, porque siempre está cuidándome y brindándome sabiduría.

A mis padres, porque siempre estuvieron conmigo, siempre me apoyaron y me brindaron fuerzas para salir adelante. A mis hermanos, por apoyarme siempre y ser como son conmigo.

## 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 la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Se planteó como el **enunciado del problema**, ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir; mejorará la condición sanitaria de la población - 2021? 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” de diámetro, 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, una red de distribución de tipo ramificado, el cual tiene en su tubería principal un diámetro de 1.5” y secundario de 1”. Al finalizar se **concluye** que la evaluación y mejoramiento incide de manera positiva en la condición sanitaria cumpliendo con continuidad, calidad, cantidad y continuidad de servicio.

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

## **Abstract**

his thesis has been developed under the Research Area: Water Resources, of the Professional School of Civil Engineering of the Los Ángeles de Chimbote Catholic University. The objective of the research was to develop the evaluation and improvement of the drinking water supply system in the town of El Porvenir and its impact on the sanitary condition of the population. It was proposed as the statement of the problem, ¿The evaluation and improvement of the drinking water supply system of the town of El Porvenir; will improve the health condition of the population? Qualitative methodology, non-experimental design, descriptive type was used. The results coincide with the objectives set out in the scheme of the research project, the evaluation gave us a moderately sustainable state for which intervention is required and in the improvement a slope spring catchment was designed, a conduction line with 1 "diameter , a rectangular shaped reservoir and supported type of 10 m<sup>3</sup> capacity, a 1.5 inch adduction line, a branched type distribution network, which has a diameter of 1.5 "in its main pipe and a secondary one of 1". At the end it is concluded that the evaluation and improvement have a positive impact on the sanitary condition, complying with continuity, quality, quantity and continuity of service.

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

## 6. Contenido

<b>1. Título del informe</b> .....	ii
<b>2. Equipo de trabajo</b> .....	iii
<b>3. Hoja de firma del jurado y asesor</b> .....	iv
<b>4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria</b> .....	v
<b>5. Resumen y Abstract</b> .....	vi
<b>6. Contenido</b> .....	viii
<b>7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.</b> .....	xii
<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Revisión de la literatura</b> .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.1.3. Antecedentes locales .....	9
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	10
2.2.1. Agua. ....	10
2.2.1.1. Agua Potable .....	10
2.2.1.2. Afloramiento .....	10
2.2.1.3. Aforo.....	10
2.2.1.4. Fuente .....	11

2.2.1.5. Tipos de fuente de agua.....	12
a) Agua de lluvia.....	12
b) Aguas superficiales.....	12
c) Aguas subterráneas.....	12
2.2.1.6. Demanda.....	13
2.2.1.7. Dotación.....	13
2.2.1.8. Dotación por consumo.....	13
a) Domestico:.....	13
b) Municipales:.....	14
c) Agricultura:.....	14
d) Industrial:.....	14
2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	14
2.2.2.1. Captación.....	14
a) Tipo de captación.....	15
2.2.2.2. Línea de conducción.....	17
a) Diámetro.....	17
b) Velocidad.....	17
c) Presión.....	18
2.2.2.3. Reservorio.....	18
a) Diámetro.....	18
Tipos de reservorio.....	20

B) Ubicación.....	22
□ Volumen.....	22
2.2.2.4. Línea de aducción.....	22
a) Diámetro.....	22
b) Velocidad.....	23
c) Presión.....	23
2.2.2.5. Red de distribución.....	23
a) Tipos de red de distribución.....	23
b) Velocidad.....	26
c) Presión.....	26
2.2.3. Condición sanitaria.....	27
<b>III. Hipótesis.....</b>	<b>29</b>
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>30</b>
4.1. Diseño de la investigación.....	30
4.2. Población y muestra.....	31
4.2.1. La Población.....	31
4.2.2. La Muestra.....	31
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	32
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
4.4.1. Técnica de recolección de datos.....	35
4.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	35

4.5.	Plan de análisis.....	36
4.6.	Matriz de consistencia .....	38
4.7.	Principios éticos .....	39
a.	Ética en la recolección de datos .....	39
b.	Ética para el inicio de la evaluación.....	39
c.	Ética en la solución de resultados .....	39
d.	Ética para la solución de análisis.....	39
e.	Responsabilidad Social.....	39
f.	Respeto a la propiedad intelectual.....	40
g.	Protección al medio ambiente.....	40
<b>V.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>41</b>
5.1.	Resultados.....	41
5.2.	Análisis de resultados .....	58
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>61</b>
	<b>Aspectos complementarios</b> .....	<b>63</b>
	<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>64</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>68</b>

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

### Tablas

Tabla 1 Determinación del Qmd para el diseño.....	11
Tabla 2 Características de la tubería NTP 399.002. ....	19
Tabla 3 Definición y operalización de variable dependiente .....	34
Tabla 4 Matriz de consistencia.....	38
Tabla 5 Evaluación de la captación .....	41
Tabla 6 Evaluación de la línea de conducción. ....	43
Tabla 7 Evaluación del reservorio .....	45
Tabla 8 Evaluación de la línea de aducción y red de distribución .....	47
Tabla 9 Resumen total de la evaluación de componentes. ....	49
Tabla 10 parámetros de diseño.....	50
Tabla 11 Diseño hidráulico de la captación de manantial de ladera.....	51
<b>Tabla 12 Diseño hidráulico de la línea de conducción .....</b>	<b>52</b>
Tabla 13 Diseño hidráulico del reservorio .....	53

## **Gráficos**

Gráfico 1 Evaluación del estado de los componentes de la captación .....	42
Gráfico 2 Evaluación de la línea de conducción. ....	44
Gráfico 3 Evaluación de la línea de conducción. ....	44
Gráfico 4 Evaluación del estado de los componentes del reservorio. ....	46
Gráfico 5 Evaluación del estado de la línea de aducción y red de distribución. .....	48
Gráfico 6 Estado de la cobertura del servicio .....	54
Gráfico 7 Estado de la cantidad de agua.....	55
Gráfico 8 Estado de la continuidad del servicio .....	56
Gráfico 9 Evaluación de la línea de conducción.Gráfico 10 Estado de la continuidad del servicio.....	56
Gráfico 11 Estado de la calidad del agua .....	57

## **Imágenes**

Imagen 1 Captación de ladera. ....	16
Imagen 2 Reservorio elevado. ....	20
Imagen 3 Reservorio apoyado. ....	21
Imagen 4 Reservorio enterrado. ....	21
Imagen 5 Sistema abierto o ramificado .....	24
<i>Imagen 6 Sistema de reticulado o cerrado</i> . ....	25
<b>Imagen 7 línea de conducción</b> .....	52

## I. Introducción

La investigación presente se realizará en el caserío El Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad – 2021.

El caserío El Porvenir se encuentra ubicado en las coordenadas UTM, E 770849.86, N 9123943.44, zona 17 M con una altura promedio de 2850 m.s.n.m.

El agua potable está considerada como una necesidad primordial e indispensable para el consumo y desarrollo del ser humano. Sin embargo, para muchos esta necesidad no es admisible, sobre todo en las zonas rurales de Otuzco, donde la carencia de este servicio origina diversos problemas, como el de salud.

El sistema de abastecimiento de agua potable del caserío el Porvenir, ha presentado en sus estructuras diversos tipos de alteraciones, debido al tiempo que lleva en funcionamiento desde su construcción, este problema causa represalias en la condición sanitaria de la población la cual se altera en función a la calidad de suministro de agua potable que llega a sus viviendas. Al analizar la problemática se propuso el siguiente **enunciado del problema**: ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad; mejorará la condición sanitaria de la población - 2021?, Para dar solución a la problemática se planteó como **objetivo general**: desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad, y su incidencia en la condición sanitaria de la población. A su vez se plantearán dos **objetivos específicos**: El primero es evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad, para la mejora de la

condición sanitaria de la población. El segundo es elaborar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad, para la mejora de la condición sanitaria de la población. El tercer objetivo de la investigación es determinar la incidencia de la condición sanitaria de la población del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad. Asumiendo todos estos casos, la presente investigación se **justificó** académicamente, porque es de suma importancia como próximos ingenieros civiles, aplicar procedimientos y métodos matemáticos establecidos en hidráulica. La **metodología** empleó las siguientes características. El tipo es descriptivo. El nivel de la investigación es cualitativo. La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y la **muestra** en esta investigación estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el Caserío el Porvenir, abril 2019 – diciembre 2021. Cabe decir que la **técnica e instrumento**, fue de observación directa lo cual se realizó recopilación de información mediante encuestas, cuestionarios y guía de observación para después procesarlos en gabinete, alcanzando una cadena metodológica convencional. **Los Resultados** de la evaluación nos arrojaron un sistema medianamente sostenible, de esta manera al proponer un mejoramiento en su sistema de abastecimiento de agua potable actual, se cubrieron falencias y de manera positiva incidirá en su condición sanitaria de la población del Caserío el Porvenir.

## II. Revisión de la literatura

### 2.1. Antecedentes

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

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Según Guzmán<sup>1</sup>, en su tesis Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío La Fe, Cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá; tuvo como objetivo; Diseñar y planificar un proyecto de suministro de agua potable por bombeo que beneficie al Caserío La Fe, con su respectiva proyección a 20 años; con el fin de favorecer a esta población para que no sufra problemas de agua potable durante dicho período de diseño. De esta forma mejorar las condiciones de vida de la población, tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y sociales; y se llegó a las siguientes conclusiones; El Caserío La Fe, pertenece al Cantón Pujujil II, del municipio y departamento de Sololá. El cual se benefició con un estudio de agua potable, al estar terminado este proyecto, mejorarán las condiciones de vida de los pobladores de esta comunidad. La construcción del proyecto beneficiará a 475 habitantes actualmente, con agua

potable en cantidad suficiente para los próximos 20 años, que es el período de diseño. Este estudio es de mucha importancia para el Caserío La Fe, porque podrán contar con agua potable todo el día, con esto se reducirá el riesgo a contraer enfermedades por falta de higiene. Además este proyecto también les sirve para el desarrollo de la población.

- b) Según Sotomayor <sup>2</sup>, en su tesis Sistema de abastecimiento de aguas en núcleos rurales. Variables que influyen en la cloración; tuvo como objetivos; caracterizar la calidad del agua de consumo público en las zonas de abastecimiento de la Alpujarra Granadina; establecerla asociación entre niveles de cloración deficientes y contaminación microbiológica en las aguas de consumo público; describir las características de los sistemas de abastecimiento y del suministro en las zonas de abastecimiento estudiadas, así como los recursos humanos disponibles para el mantenimiento de las mismas; y se llegó a la siguiente conclusión; las características del suministro y los aspectos sobre recursos humanos no se asocian de forma consistente con los niveles de cloración deficientes del agua de consumo. Respecto a las variables relacionadas con las características de los sistemas de abastecimiento

únicamente se observa una relación estadísticamente significativa para la variabilidad del suministro de agua, método y frecuencia de control de CRL en el agua de consumo.

- c) Según Celi, et al <sup>3</sup>, en su tesis Calculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en El Cantón el Chaco, Provincia de Napo; tuvo como objetivo; realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y agua potable del cantón El Chaco para la lotización Finca Municipal Marcial Oña de esta forma aportaremos el desarrollo de esta pequeña ciudad; así mismo identificar y analizar los impactos ambientales directos e indirectos más significativos, que pueden resultar como consecuencia de la construcción del sistema de agua potable y alcantarillado de la urbanización Marcial Oña; y se llegó a la siguiente conclusión; el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado están íntimamente ligados, no solo entre sí, sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona a servir, es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de

consumo, en cuta apropiada elección radica el éxito de la ejecución o no del mismo.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Según Jara et al <sup>4</sup>, en su tesis de 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, tuvo como objetivo, analizar todos los parámetros para que se pueda brindar una mejor atención en el abastecimiento de agua potable y alcantarillado, así mismo el mejoramiento del medio ambiente y el desarrollo integral de los beneficiario; y se llegó a las siguientes conclusiones; Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logrará elevar el nivel de vida y mejoramiento en el abastecimiento de agua de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para este de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario den un paso importante en su proceso de desarrollo; Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificadas y simuladas mediante el uso del programa Establecido por FONCODES y de amplio uso en nuestro país.
- b) Según Doroteo <sup>5</sup>, en su tesis Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del Asentamiento Humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas WaterCad y SewerCad, tuvo como objetivo; El objetivo de este trabajo 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”; y se llegó a la siguiente conclusión; 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 valr de 0.60 m/s.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- a) Según Soto <sup>6</sup>, en su tesis La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca, tuvo como objetivo. Determinar la Sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito La Encañada – Cajamarca, 2014; y se llegó a la siguiente conclusión; Se logró determinar la sostenibilidad del sistema de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentran en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual los sistemas de agua potable no son sostenibles, según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE – PERÚ, cuenta con un índice de sostenibilidad de 2.35.

## 2.2. Bases teóricas de la investigación

### 2.2.1. Agua.

Según Félez,<sup>7</sup> El agua es la sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrogeno, es el componente más abundante en la superficie terrestre; así mismo es considerada como uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

#### 2.2.1.1. Agua Potable

Según CDB,<sup>8</sup> El agua es el recurso natural más valioso. Es fundamental para todas las necesidades humanas, la gestión adecuada de los recursos hídricos constituye el desafío más acuciante de todos los que se refiere a la naturaleza; sin agua, no hay sociedad, no hay economía, no hay cultura, no hay vida.

#### 2.2.1.2. Afloramiento

Según CIAS,<sup>9</sup> El afloramiento natural se debe a aguas subterráneas, el agua manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada.

#### 2.2.1.3. Aforo

Según Ministerio de Agricultura,<sup>10</sup> Aforar el agua es medir el caudal del agua, en vez de caudal también se puede emplear los términos gasto, descarga y a nivel de campo de riego; la principal importancia es para saber con cuando de agua se dispone.

se le reconoce frecuentemente como el flujo volumen o volumétrico.

$$Q = \frac{V}{T} \dots \dots \dots (1)$$

La fórmula se define:

Q: Caudal (l/s).

V: Volumen del recipiente en litro.

t: Tiempo promedio en sg.

*Tabla 1 Determinación del Qmd para el diseño.*

Rango	Qmd (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

Fuente: Resolución Ministerial. N° 192 – 2018 – Vivienda.

#### 2.2.1.4. Fuente

Según CIAS, <sup>9</sup> Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

#### 2.2.1.5. Tipos de fuente de agua.

Tenemos las siguientes fuentes:

a) Agua de lluvia.

Según CIAS, <sup>9</sup> La recolección de aguas pluviales se emplea en algunos casos en los se es poco accesible obtener aguas subterráneas y superficiales de buena calidad y cuando el régimen de lluvias es importante. Para lo cual se utiliza algunas superficies impermeables para captar el agua o el techo de las viviendas, para así conducir las a unos sistemas cuya capacidad depende del régimen pluviométrico y del gasto requerido.

b) Aguas superficiales.

Según CIAS, <sup>9</sup> Las aguas superficiales se conforman por los arroyos, ríos, lagos, etc.; que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son muy deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.

c) Aguas subterráneas.

Según CIAS, <sup>9</sup> El agua subterránea es parte de la precipitación en una cuenca la cual se infiltra en el suelo

hasta la zona de saturación, para formar las aguas subterráneas; La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de agua subterránea se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos.

#### 2.2.1.6. Demanda.

Consumo.- El consumo del agua para la población está determinada por diferentes factores, entre ellas se encuentra: la economía, el clima, las costumbres, la hidrología, el medio ambiente, etc. Según todos los factores encontrados se puede diseñar caudal que satisfaga a todo el pueblo.

#### 2.2.1.7. Dotación.

La dotación que se asigna para cada habitante del pueblo tiene que incluir todos los servicios que tenga ya sea cualquier puesto de trabajo donde se emplea el agua, también se tomara los desperdicios y perdidas que el habitante pueda realizar en situaciones inesperadas

#### 2.2.1.8. Dotación por consumo.

Tenemos los siguientes:

Según (Anónimo) <sup>11</sup>

a) Domestico:

- Usos potables y culinarios.

- Para lavados y baños.
  - Limpieza de ventanas, paredes y pisos.
  - Calefacción y acondicionamiento de aire.
- b) Municipales:
- Para riego y lavado de calles.
  - Para exhibición de fuentes y cascadas.
  - Para contrarrestar incendios.
  - Para eliminar desechos peligrosos y perjudiciales.
- c) Agricultura:
- Para riego de todo tipo de cultivo.
  - Para lavado de tierras con problemas de salinidad.
- d) Industrial:
- Para emplearse en numerosos y variados procesos industriales.

## 2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable.

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios.

### 2.2.2.1. Captación.

Según Bitstream,<sup>12</sup>

Es una estructura de concreto que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna, que luego ser distribuido a la población.

a) Tipo de captación

Los tipos de captación son los siguientes:

Según Jiménez <sup>13</sup>

- El agua de mar y las aguas meteóricas, ocasionalmente su uso es para el abastecimiento de la población, su uso es porque no existe otra fuente de abastecimiento que pueda llegar a la localidad; la primera se puede utilizar en poblaciones pequeñas o nivel caserío; ya en lo segundo, su uso en la actualidad se desarrollan con tecnologías que reduzca los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable.
- El agua superficial, es aquella que se encuentra en los arroyos, ríos, lagunas y lagos; su principal ventaja de este tipo de agua son que son visibles, su utilización es fácil y si están contaminadas pueden ser saneadas a un costo aceptable y con relativa facilidad.
- Las aguas subterráneas, son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, estas se obtienen por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente. Por estar confinadas están más protegidas de la contaminación que las aguas superficiales, pero cuando un acuífero se

contamina, no hay método conocido para descontaminarlo.

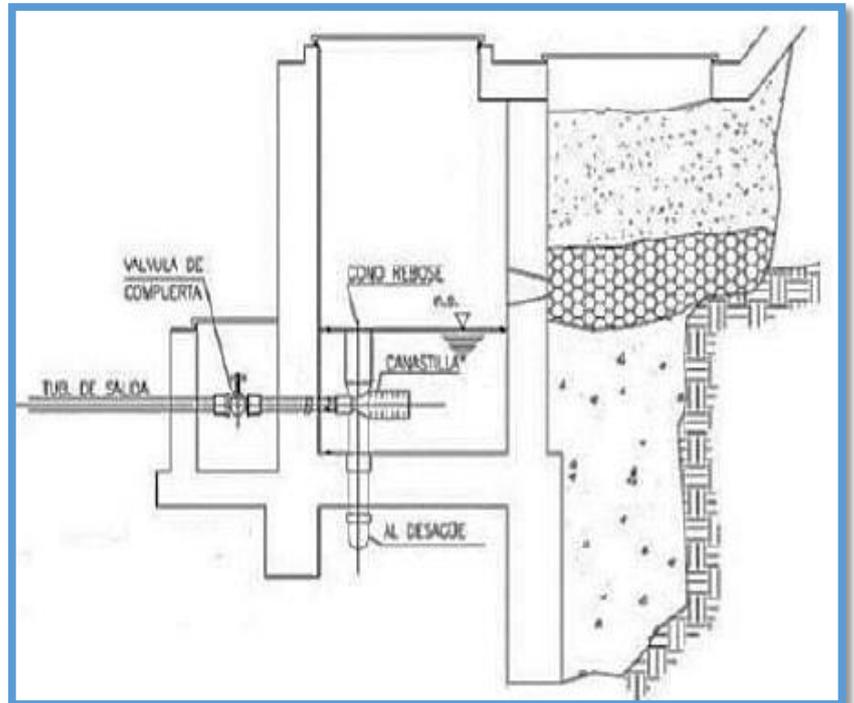


Imagen 1 Captación de ladera.

Fuente: Guía de orientación en Saneamiento básico.

#### b) Caudal

Según CEPIS, <sup>14</sup> El agua que pasa por un riachuelo o río, por una tubería, por una sección normal de una corriente de agua, la que produce un pozo o una mina o la que entra o sale de una planta de tratamiento, medida en una unidad de tiempo, se conoce como caudal.

El caudal se define, entonces, como el volumen del líquido que pasa por una sección normal de una corriente de agua en una unidad de tiempo.

#### 2.2.2.2. Línea de conducción

Según Catarina <sup>15</sup>Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de regularización, dependiendo de la configuración del sistema de agua potable.

##### a) Diámetro

“determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible”(15).

$$D = \frac{0.71 \cdot Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots \dots \dots (2)$$

La fórmula se define:

D: diámetro.

Qmd: caudal máximo diario.

hf: carga unitaria pérdida.

##### b) Velocidad

Según lopez <sup>17</sup> Las velocidades van de acuerdo al diámetro comercial que se usan por ejemplo; se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse, con velocidades entre 0.6 a 2.0 m/s

comprendida mente; se puede determinar la potencia requerida de equipo en cada caso y pérdidas de carga.

$$V = 1.9735 \cdot \frac{Q}{D^2} \dots \dots \dots (3)$$

La fórmula se define

V: velocidad.

Q: caudal.

D: diámetro.

c) Presión

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

2.2.2.3.Reservorio.

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

a) Diámetro.

En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Qmh no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario

(Qmh), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

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

La fórmula se define:

D: diámetro.

Qmd: caudal máximo diario.

hf: carga unitaria pérdida.

Tabla 2 Características de la tubería NTP 399.002.

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 10	
Nominal (pulg)	Real (mm)	Total (m)	Útil (m)	Espesor (mm)	Peso (kg x tub)
Nominal	Real	Total	Util	Espesor	Peso
1/2	(21). 0	5.00	4.97	1.8	0.841
3/4	(26). 5	5.00	4.96	1.8	1.082
1	33.0	5.00	4.96	1.8	1.365
1 1/4	42.0	5.00	4.96	2.0	1.943
1 1/2	48	5.00	4.96	2.3	2.554
2	60.0	5.00	4.95	2.9	4.021

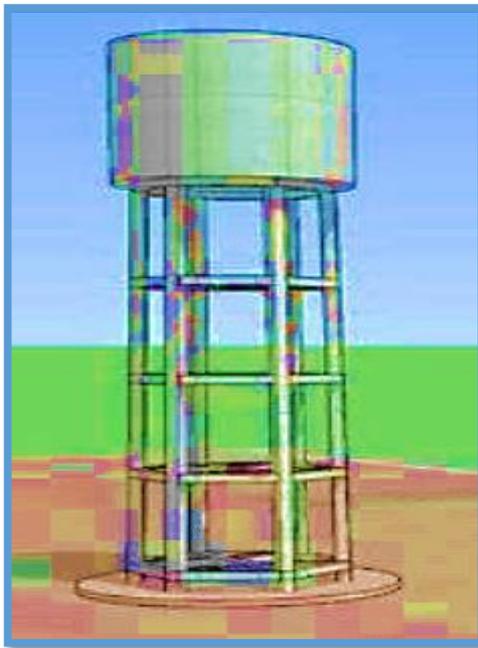
Fuente: Pavco

## Tipos de reservorio

### a. Los reservorios elevados

“Esta estructura es hecha en su mayoría en torres, columnas y se diseñan de manera cilíndricas, esféricas, se aplica cuando el reservorio necesita de energía para que el agua llegue a las viviendas sin problemas con cada una de ellas” (22).

*Imagen 2 Reservorio elevado.*



Fuente: Warehouse.

### b. Los reservorios apoyados

“Esta estructura tienen dos formas en particular una es circular y la otra rectangular y son 33 ejecutadas encima de la superficie del terreno, mayormente es utilizado en zonas rurales de forma rectangular” (22).

Imagen 3 Reservorio apoyado.



Fuente: Elaboración propia

c. Los reservorios enterrados

“A esta estructura también se le llama cisterna ya que se encuentra enterrada y en su mayoría son de forma rectangular, esta estructura es muy favorable porque el agua se conserva así halla variaciones de temperatura” (22).

Imagen 4 Reservorio enterrado.



Fuente: Fuente: AquaDiposits.

## B) Ubicación

“Se definirá la ubicación de dicha estructura teniendo en cuenta las presiones máximas y mínimas que dicta el reglamento en las redes de distribución, analizando desde la cota de la vivienda más baja hasta la cota de la vivienda que se encuentre más alta” (22).

- Volumen.

Es la ocupación total de un material o espacio definido.

### 2.2.2.4. Línea de aducción.

Según Espyumbo, <sup>19</sup> Se define línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador. Puede ser un canal abierto o un canal cerrado (tubería). La línea de aducción funciona con flujo a superficie libre; solo en época de alta aguas funciona a presión para esta condición de flujo se debe evaluar cuánto caudal transporta a fin de diseñar los dispositivos en el desarenador que permitan evacuar el excedente de caudal antes de entrar al proceso de desarenación.

#### a) Diámetro

Según Martínez, <sup>20</sup> El diámetro mínimo a colocar solo será función de la energía total disponible, la cual deberá igualarse a las pérdidas de carga. Puesto que el diámetro mínimo a colocar (desde el punto de vista económico, el diámetro que genere el menor costo de ejecución del

proyecto) está definido como el que aproveche al máximo el desnivel existente entre el inicio y el fin de la conducción, esto es, que equipare las pérdidas de carga con el desnivel existente.

b) Velocidad

Las velocidades varían de acuerdo cuanta presión se lo requiere, los rangos de velocidad permisible en la conducción estarán comprendidos entre 0,40 y 2,60 m/s.

c) Presión

SAGARPA, <sup>21</sup> La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería. Aunque existen innumerables fuentes de pérdida de presión a lo largo de las tuberías, éstas se pueden dividir para su estudio en pérdidas mayores o de fricción y en pérdidas menores o localizadas.

#### 2.2.2.5. Red de distribución.

Según Molia, <sup>22</sup> Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

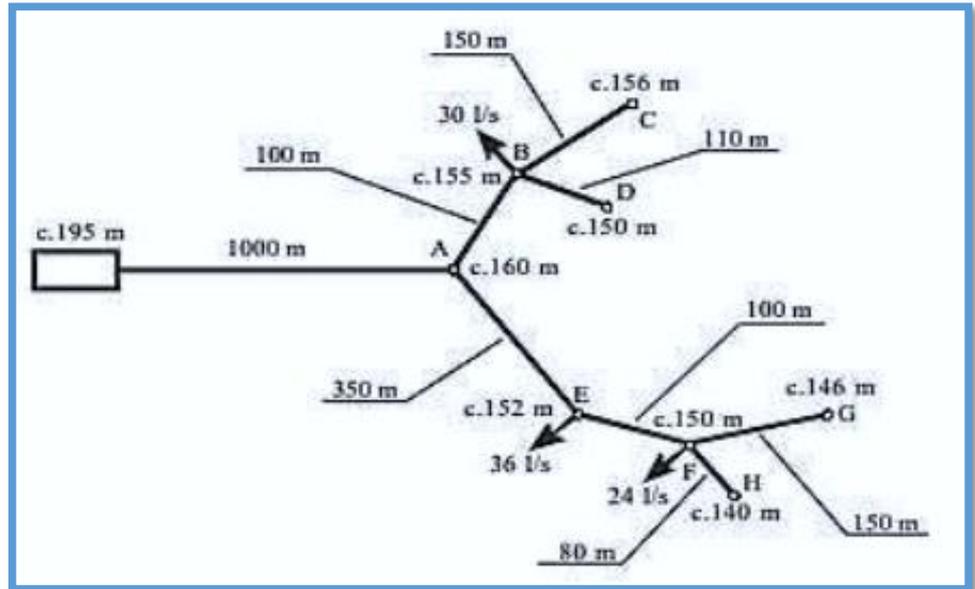
a) Tipos de red de distribución.

Según (Cidtal) <sup>23</sup>

- La red ramificada.

Esta consisten en una tubería principal o arteria maestra, de la cual se derivan tuberías secundarias, las cuales a su vez parten otras de tercero o cuarto órdenes cada vez menores y en forma análoga a los nervios de una hoja.

Imagen 5 Sistema abierto o ramificado



Fuente: Redes de distribución de agua.

- La red reticulada.

En esto los ramales de la red anterior se juntan formando retículos o mallas, el agua llega a un punto determinada por varios caminos. En este tipo de redes se encuentra un problema de indeterminación del sentido de circulación del agua, pero tiene la ventaja de que en caso de avería, el agua llega al resto de la red por otras tuberías, no faltando más que en el tramo dañado se puede aislar por medio de válvulas, emplazadas de modo que formen pequeños polígonos cerrados independientes.

Imagen 6 Sistema de reticulado o cerrado



Fuente: Redes de distribución de agua.

- Red mixta.-

En las redes malladas pueden derivarse subsistemas ramificados, este tipo de red tiene las ventajas e inconvenientes de ambos sistemas.

- Red en pisos.

- Todo lo nombrado se refiere al caso de establecimiento de una única red en la ciudad, pero en caso de poblaciones, que por lo general, el

abastecimiento se efectúa con aguas que llega a distintos niveles o en los que no se es posible disponer de un único depósito para que alcance a la población en total; o que exista puntos de la red que presenta diferencia de presión superior a 60 mca.

- Red dobles.

Se usa cuando se quiere distribuir agua de distintas calidades para diferentes usos. Por ejemplo; aguas reutilizadas que no alcance el grado de potabilización recomendado y que sin importar se pueda emplearse para limpieza de calles, riego de jardines, para usos agrícolas o extinción de incendios.

b) Velocidad

La velocidad que circula en las tuberías ejerce presiones las cuales varían de acuerdo a los diámetros establecidos.

c) Presión.

Según SAGARPA <sup>21</sup> La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería. Aunque existen innumerables fuentes de pérdida de presión a lo largo de las tuberías, éstas se pueden dividir para su estudio en pérdidas mayores o de fricción y en pérdidas menores o localizadas.

### 2.2.3. Condición sanitaria

“Conjunto de características relacionadas a la infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua; donde la vivienda se convierte en el espacio vital para el desarrollo de la familia y brinda protección frente a la transmisión de diversas patologías como las infecciones intestinales, parasitarias y diarreas” (28).

#### A) Cobertura de servicio de agua potable

“Se ha incrementado de un 75 a un 90 % el registro de cobertura en todo el Perú, y se ha dado en tan solo 5 años y 21% en saneamiento se mejoró la calidad de vida rural” (29).

#### B) Cantidad de servicio de agua potable

“Se determina que la cantidad tiene que ser suficiente para que cumpla con las necesidades de los habitantes, se debe de tener disponibilidad del agua para así estimar los niveles de servicios del sistema de abastecimiento” (28).

La entrega de agua debe ser continua, por el cual recolectaremos porciones suficientes para hallar respuestas a los problemas con el agua.

#### C) Continuidad de servicio de agua potable

Se define como el servicio que dispone el agua durante un tiempo, siempre dependerá del clima en el que se encuentre la zona, muchas de las veces en zonas rurales es muy importante que exista la lluvia muy a menudo para que así no tengan problemas de consumo de agua durante el año.

#### D) Calidad de suministro de agua potable

“Para el análisis de la calidad del agua hay que tomar en cuenta que se pueden realizar dos tipos: para efectos de monitoreo de sistemas en operación y para proyectos nuevos, para comprender las propiedades químicas, física y bacteriológicas de la fuente de agua para el abastecimiento a una población” (28).

### **III. Hipótesis**

No corresponde por ser investigación descriptiva.

## IV. Metodología

### El tipo y el nivel de la investigación

#### Tipo de investigación

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

#### Nivel de la investigación

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

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

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

#### 4.1. Diseño de la investigación

- Se emplea el siguiente esquema para trabajar las variables



Leyenda del diseño

**Mi:** Caserío el Porvenir

**Xi:** Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el Caserío el Porvenir

**Yi:** Condición sanitaria.

**Oi:** Resultados.

#### 4.2. Población y muestra

##### 4.2.1. La Población

La población estuvo conformada por los sistemas de saneamiento básico en zonas rurales.

##### 4.2.2. La Muestra

La muestra está conformada por el sistema de agua potable del caserío el Porvenir

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

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

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



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

##### **4.4.1. 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.

Se usó la observación directa, mediante encuestas, para el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío el Porvenir.

- a. Encuesta:** Se aplicó preguntas que ayuda a determinar el estado del sistema de agua en captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción; red de distribución y la condición sanitaria, sobre el estado de salubridad en la que se encuentra, y en la satisfacción del agua potable que consumen.
- b. Documentación:** Se recogió la información sobre el reporte y análisis de la calidad de agua, evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del caserío del Porvenir.

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

Se usó las, fichas de recolección de datos, ficha técnica para identificar el estado en el que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable en la población y los niveles de satisfacción de la población aleatoriamente con los habitantes del caserío del Porvenir.

- a. Instrumentos**

- ✓ Se utilizó en los instrumentos las fichas técnicas de recolección de datos y las fichas de evaluación de datos, para recolectar la información en donde se describió y en obtener el estado actual del sistema de abastecimiento de agua en evaluación estructural, hidráulica de la: “captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución” así como la condición sanitaria del caserío del Porvenir.

#### **4.5.Plan de análisis.**

Se determinó el plan de análisis descriptivo, del estado actual del sistema de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad, es necesario la evaluación estructural, hidráulico, operativo, social. De acuerdo a las variables del Reglamento Nacional de Edificaciones de la Norma OS 010 para el consumo humano favorable, en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria del caserío.

Se dio un análisis en evaluación de calidad; de la salubridad del agua brindada y en buscar datos estadísticos cuantitativos y cualitativos; mediante presentaciones de gráficos y de tablas estadísticas, para poder entender y percibir lo conveniente de los resultados de esta investigación.

- Se hará una revisión de la calidad de salubridad del agua brindada y que se busca mejorar para luego mediante un proceso de mejoramiento en el sistema se vaya observando un cambio en su calidad.

- Se analizará el porcentaje de variación de infecciones estomacales en la muestra de estudio, esperando la disminución.
- Se modificará el proceso de filtración y purificación del agua que se brinda con métodos donde se observe cambios en el análisis de muestra.
- Se presentará mejoras al servicio del sistema de agua potable.

#### 4.6. Matriz de consistencia

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

Tabla 4 Matriz de consistencia

#### **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

- a) Dando respuesta al primer objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad.

Tabla 5 Evaluación de la captación

FICHA 1	TITULO		<i>Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021</i>					
	TESISTA		SALVATIERRA GORBALAN, JESUS ALBERTO					
	ASESOR		Mgr. Gonzalo Miguel Leon De Los Rios					

**F. Estado de la Infraestructura:**

o Captación. 

Altura: msnm	1310	X: -8.760275	Y: -78.099352
--------------	------	--------------	---------------

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

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

Captación	Estado del cerco perimétrico			Material de construcción de la captación		datos Geo-referenciales		
	si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado						
	4 Pts.	3 Pts.	1 Pts.					
Marahuas			x			2585.3	X: -8.760275	Y: -78.099352

Puntuación: 1 punt.

**Identificación de peligros:**

Captación	No presenta	Huaycos	Crecidas o avenidas	Hundimientos de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Marahuas							x	

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

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:			
B =	Bueno	4	punt.
R =	Regular	3	punt.
M =	Malo	2	punt.
	No tiene	1	punt.

Fuente: compendium anexo 1 – 2021

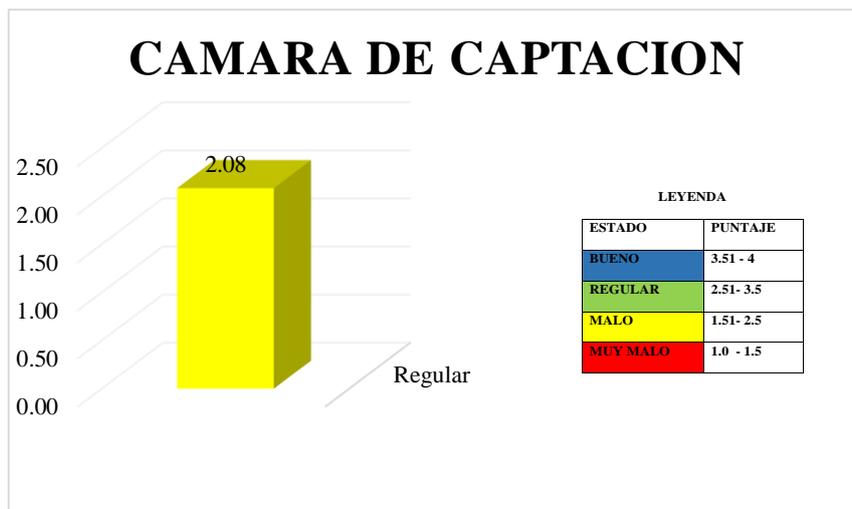


Gráfico 1 Evaluación del estado de los componentes de la captación

Interpretación: En el gráfico N°1 se aprecia el estado de los componentes de la captación, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; el dado de protección se encuentra en estado “Malo” la válvulas de la cámara seca se encuentran oxidadas, el puntaje de la cámara de captación es de 2.08 la estructura se encuentra en un estado malo debido al tiempo de vida de la estructura por lo cual requiere un rediseño de este componente.

Tabla 6 Evaluación de la línea de conducción.

<b>FICHA 5</b>	<b>TITULO</b>	<i>Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021</i>	
	<b>TESISTA</b>	SALVATIERRA GORBALAN, JESUS ALBERTO	
	<b>ASESOR</b>	Mgrt. Gonzalo Miguel Leon De Los Rios	

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

SI  NO  (Pasar a la pgt. 34)

**o Cámara rompe presión CRP-6.**

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

SI  NO  (Pasar a la pgt. 38)

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

SI  NO  (Pasar a la pgt. 40)

**o Línea de conducción.**

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

SI  NO  (Pasar a la pgt. 44)

**Identificación de peligros:**

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

Especifique: Huaycos ya que la línea de conducción pasa por una quebrada.

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

Enterrada totalmente  4 punt. Enterrada en forma parcial  3 punt.

Malograda  2 punt. Colapsada  1 punt.

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI  NO  (Pasar a la pgt. 44)

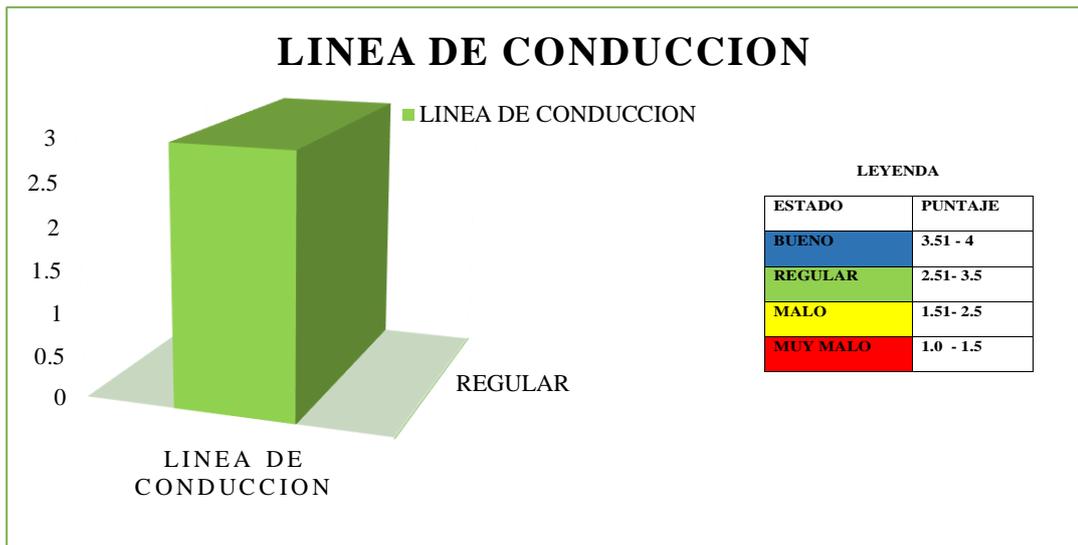
**No se da una puntuación a esta pregunta**



Línea de conducción	=	3 Puntos
---------------------	---	----------

Fuente: compendium anexo 1 – 2021

Gráfico 2 Evaluación de la línea de conducción.



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N°2, se aprecia el estado de la línea de conducción, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; la línea de conducción se encuentra en estado “regular”, esta no cuenta con una cámara rompe presión ni válvulas de purga y aire requiere un modelamiento hidráulico para poder determinar las presiones y velocidades dentro de la tubería.

Tabla 7 Evaluación del reservorio

<b>FICHA 6</b>	<b>TITULO</b>	<i>Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021</i>						
	<b>TESISTA</b>	SALVATIERRA GORBALAN, JESUS ALBERTO						
	<b>ASESOR</b>	Mgr. Gonzalo Miguel Leon De Los Rios						

**o Planta de tratamiento de aguas.**

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Agua? Marque con una X  
 SI  NO  (Pasará a la pgta. 47)

**o Reservorio.**

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X  
 SI  NO

48. Describa el cerco perimétrico el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del cerco Perimétrico			Material de Construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
	4 Pts	3 Pts	1 Pts					
<b>Reservorio 1</b>		x			x	2549.3	-8.759383	-78.102075

Puntuación: 3 punt.

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huaycos	Crecidas o avenidas	Hundimientos de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
<b>Reservorio 1</b>	x							

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

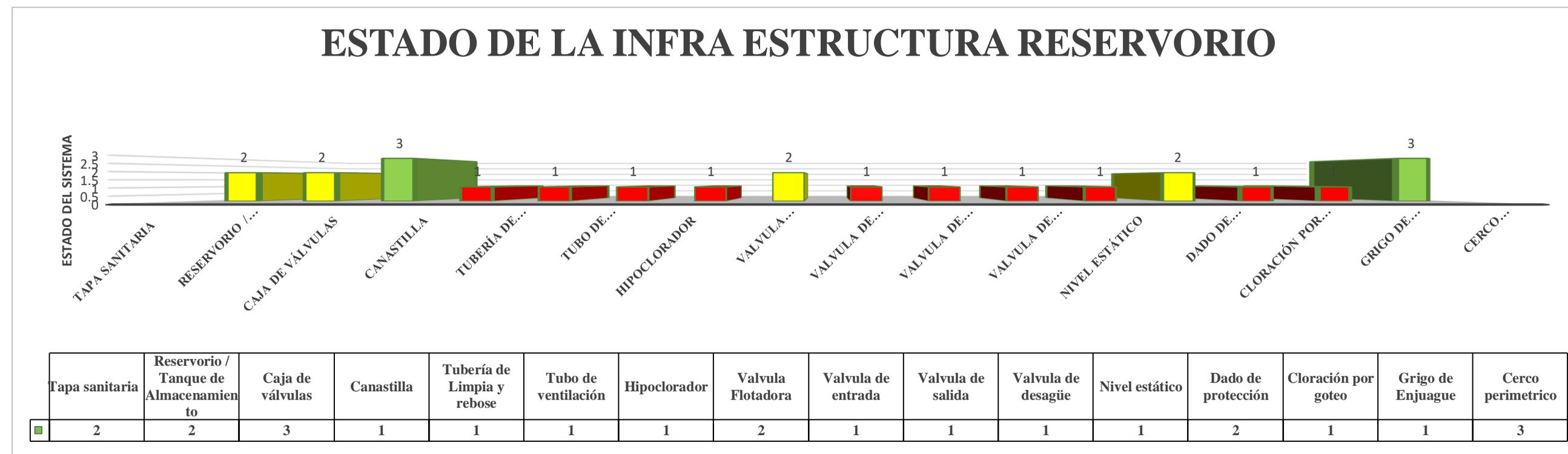
DESCRIPCIÓN	Volumen: 10 m <sup>3</sup>	ESTADO ACTUAL					Parcial	Total	
		No tiene 1 Pts	Si tiene			Seguro			
			Bueno 4 Pts	Regular 3 Pts	Malo 2 Pts	Si tiene 4 Pts			No tiene 1 Pts
Tapa Sanitaria 1 (T.A.)	De concreto.		x				2	2	
	Metálica.					x			
	Madera.								
Tapa Sanitaria 2 (C.V.)	De concreto.			x			2		
	Metálica.					x			
	Madera.								
Reservorio / Tanque de Almacenamiento									
Caja de válvulas			x				3		
Canastilla		x					1		
Tubería de Limpia y rebose		x					1		
Tubo de ventilación		x					1		
Hipoclorador	x						1		
Valvula Flotadora				x			2		
Valvula de entrada		x					1		
Valvula de salida		x					1		
Valvula de desagüe		x					1		
Nivel estático		x					1		
Dado de protección				x			2		
Cloración por goteo	x						1		
Grifo de Enjuague	x						1		
<b>TOTAL</b>							<b>1.27</b>		

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

RESERVORIO =  $\frac{P48 + P49}{2} = \rightarrow (6)$

**PUNTUACIÓN = 2.13 Puntos**

Gráfico 4 Evaluación del estado de los componentes del reservorio.



Fuente: Elaboración propia – 2021

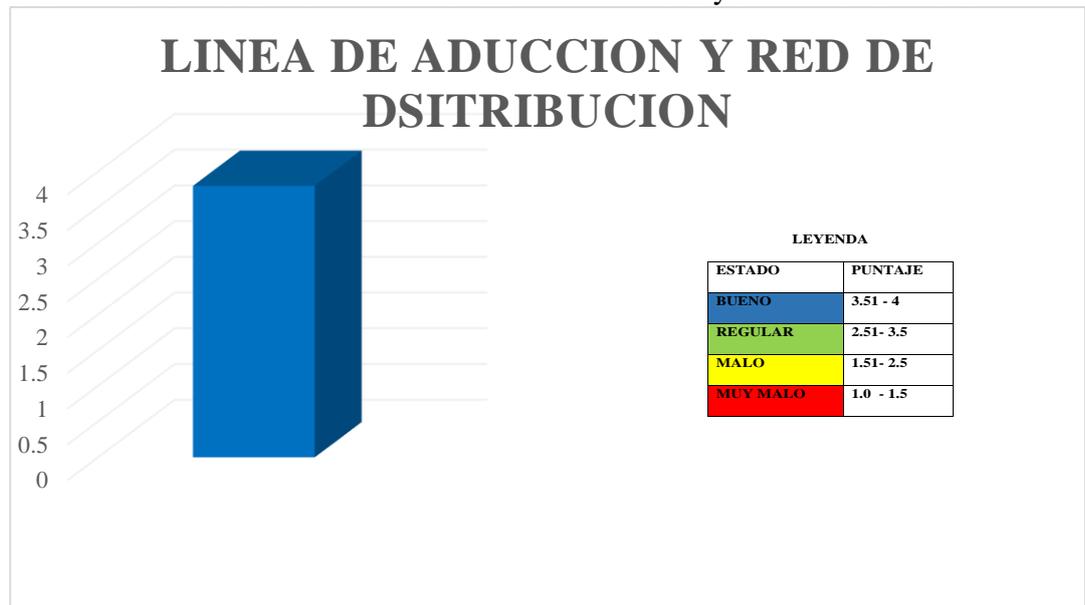
**Descripción:** En el gráfico N° 3, se aprecia el estado de los componentes del reservorio, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; el reservorio cuenta con un cerco perimétrico que se encuentra en “buen” estado, también cuenta con 8 componentes en estado “no sostenible” por lo consiguiente requiere un mejoramiento.

Tabla 8 Evaluación de la línea de aducción y red de distribución

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS RECOLECTADOS	DESCRIPCIÓN
LÍNEA DE ADUCCIÓN	Tipo de red de distribución	Red abierta	Visita en campo
	Tipo de línea de aducción	Gravedad	Se emplea este sistema ya que el reservorio se encuentra a mayor altitud del pueblo.
	Tipo de tubería	PVC	Material recomendado
	Clase de tubería	7.5	Se definirá en el mejoramiento de la línea de aducción
	Diámetro de la tubería	2"	Se definirá en el mejoramiento de la línea de aducción
	Antigüedad	13 años	Estado deteriorado; se encuentra dentro del período de diseño del reglamento Resolución Ministerial N° 192.

Fuente: Elaboración propia – 2021

Gráfico 5 Evaluación del estado de la línea de aducción y red de distribución.



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N° 4, se aprecia el estado de los de la línea de aducción y red de distribución, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; tanto la línea de aducción como la red de distribución se encuentra en “buen” estado ya que estas se presentan totalmente cubiertas.

Tabla 9 Resumen total de la evaluación de componentes.

Estado y Operacional	Cantidad		Observación
	Estructural	Hidráulica	
Bueno	2	2	sostenible
Regular	2	3	Medianamente sostenible
Malo	1	0	No sostenible
Muy malo			Colapsado

Fuente: Elaboración propia.

**Descripción:**

Se cuenta con 5 componentes hidráulicos del sistema de agua potable del centro poblado el porvenir donde se encontró a la cámara de captación en un estado estructural malo sin embargo su condición hidráulica es buena ya que funciona con normalidad la línea de conducción se encontró en un estado regular esto debido a su estado de la tubería, el reservorio de almacenamiento presento algunas deficiencias en su evaluación sin embargo su función hidráulica es regular, la línea de aducción y red de distribución se encontraron en un estado bueno.

b) Dando respuesta al segundo objetivo de la investigación de realizar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad.

F Parámetros de diseño:

Parámetros de Diseño			
Descripción	Cantidad	Unidades	Fuente de verificación
Aforo	0,93	lt/s	Método Volumétrico
Tipo de sistema	Por Gravedad	...	Topografía del terreno
Número de viviendas	39	Viviendas	Padrón de habitantes
Población Actual	150	Habitantes	
Tasa de crecimiento anual	0	Habitantes	Fuente: Instituto nacional de estadística e informática
Densidad Poblacional	5	Hab/Viv	
Periodo de diseño	20	Años	Reglamento nacional de edificaciones
Población de diseño	210	Habitantes	Población futura
Dotación	108,83	lt/hab/día	dotación percapita
Caudal promedio Horario	0,49	lt/s	Caudales de diseño
Caudal máximo Diario	0,32	lt/s	
Coefficiente de variación diario	2	K2	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

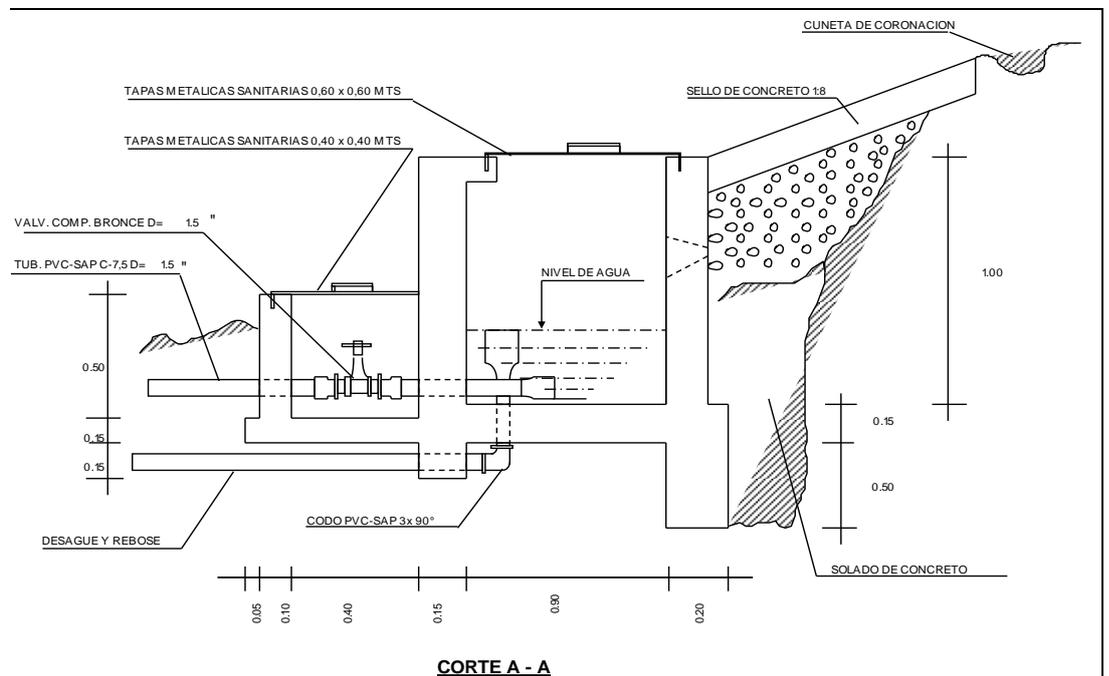
Tabla 10 parámetros de diseño

**Descripción:** El caserío El Porvenir cuenta con 150 Habitantes y 39 Viviendas, también cuenta con un colegio de primaria, el diseño se estipula para un periodo de 20 años. El sistema de agua es por gravedad con una dotación percapita de 108,83 lt/hab

Tabla 11 Diseño hidráulico de la captación de manantial de ladera

**Resumen de los cálculos obtenidos de la captación**

Descripción	Cantidad	Unidades
Tipo de Manantial	Ladera - Concentrado	...
Diámetro de la tubería de entrada	2	pulg.
Numero de orificios	4	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	1,6	mts.
Diámetro de la tubería de rebose y limpieza	2	pulg.
numero de ranuras de la canastilla	116	pulg.



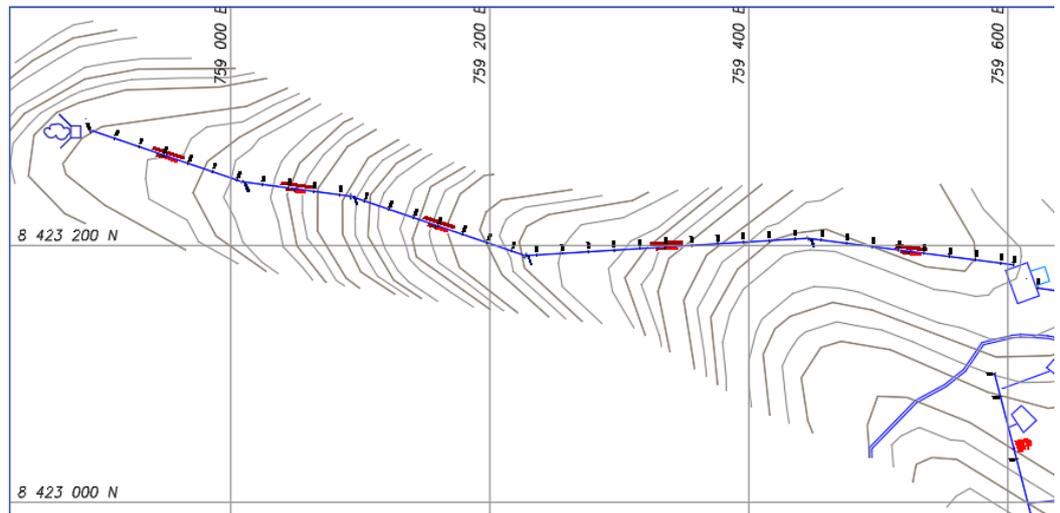
**Descripción:** De acuerdo a la visita en campo, se reconoce el manantial de fondo que tiene un caudal máximo ( $Q_{max}$ ) = 0,93 lt/s , con una cantidad de 4 orificios y su diámetro de 2”.

**Tabla 12 Diseño hidráulico de la línea de conducción**

**Resumen de los cálculos obtenidos de la línea de conducción**

Descripción	Cantidad	Unidades
Captación - Reservoirio		
Longitud	0,325	Km
Diámetro comercial	1,5	pulg
Pendiente	11	%
Perdida de carga unitaria	0,25	m
Diámetro de la tubería	0,85	pulg
Velocidad	0,26	m/s
Presión final	36	m

Fuente: Elaboración Propia (2019)



**Imagen 7 línea de conducción**

**Descripción:** La línea de conducción tiene un tramo de 325 metros de distancia entre la captación y el reservorio, se consideró usar un diámetro de 2 pulg, de tubería rígida de PVC C – 7.5.

Tabla 13 Diseño hidráulico del reservorio

Para el Reservorio se tomó el volumen de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, se consideró el 7% del consumo diario para el volumen de reserva y el 25% del consumo promedio diario anual para el volumen de regulación.

**Resumen de los Cálculos obtenidos del reservorio**

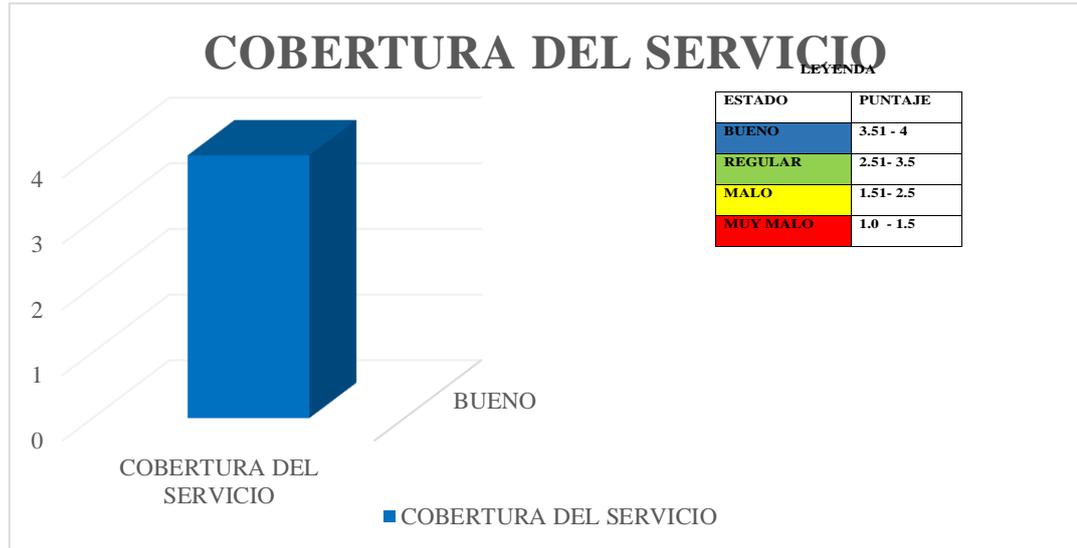
Descripción	Cantidad	Unidades
Volumen de Regulación	5,25	m3
Volumen contra incendio	0	m3
Volumen de reserva	1,9	m3
Volumen total del reservorio	7,15	m3
Tiempo de llenado	9	Horas
Área del reservorio	5	m2
Ancho de la pared	2,5	m
Altura del agua	2,8	m

Fuente: Elaboración Propia (2019)

**Descripción:** El reservorio es de una capacidad de 7,15 m<sup>3</sup> sin embargo por la estandarización de diseño se considera un volumen de 10 m<sup>3</sup>, Sera de tipo apoyado con un área de 5 m<sup>2</sup> Su diseño hidráulico está programado para los 210 habitantes del caserío El Porvenir

- c) **Dando respuesta al tercer objetivo de determinar la incidencia en la condición sanitaria de la población El Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad.**

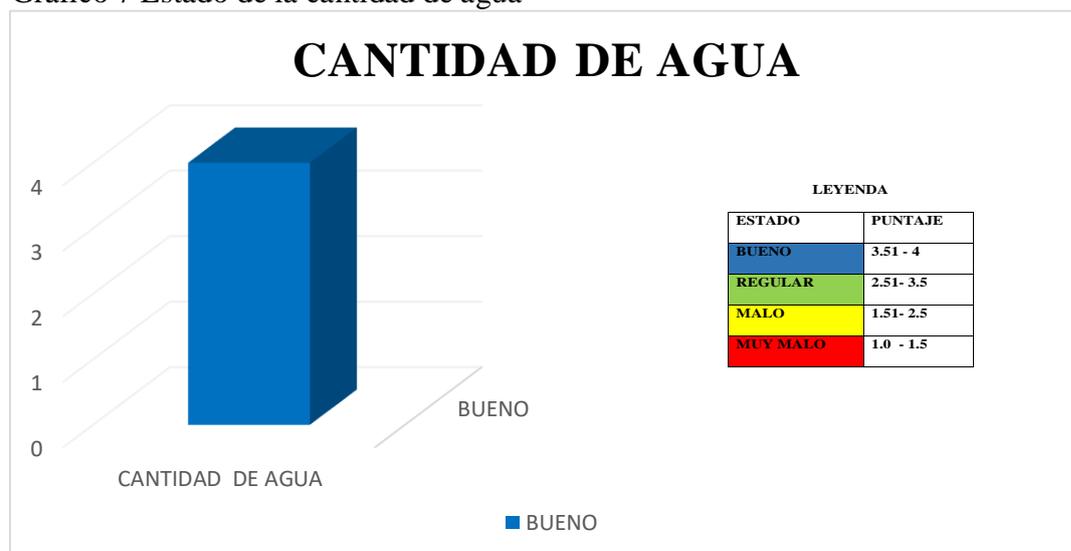
Gráfico 6 Estado de la cobertura del servicio



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N° 5 se aprecia la **COBERTURA** del sistema, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; la puntuación de Cobertura es de 4 puntos predominándole un valor permitido como Bueno ya que el número de personas atendibles es mayor al número de personas atendidas.

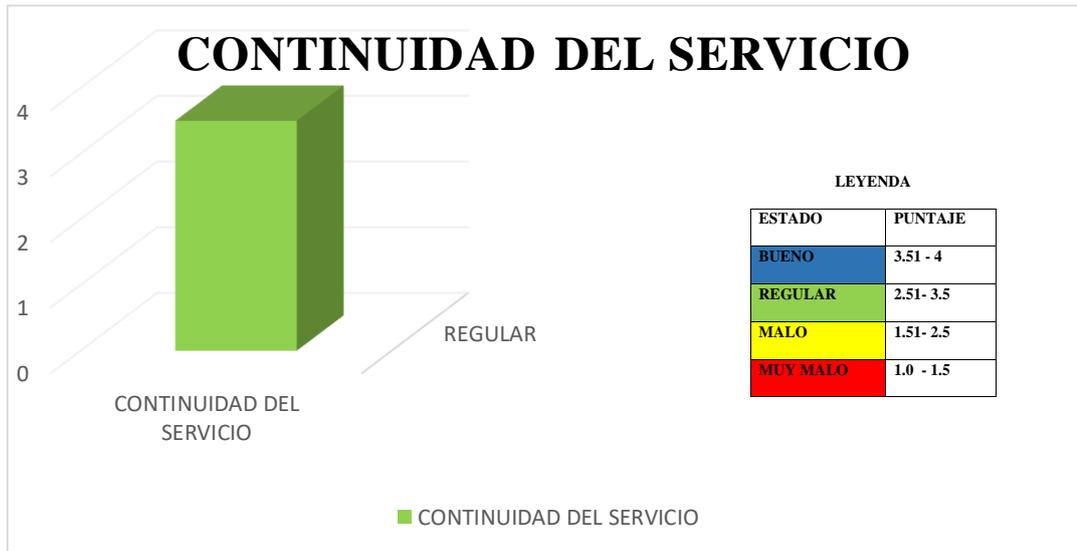
Gráfico 7 Estado de la cantidad de agua



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N°6 se aprecia la variable **CANTIDAD DE AGUA** del sistema de abastecimiento, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir la puntuación de la segunda variable es de 4 puntos ya que con respecto al volumen ofertado es mayor al volumen demandado.

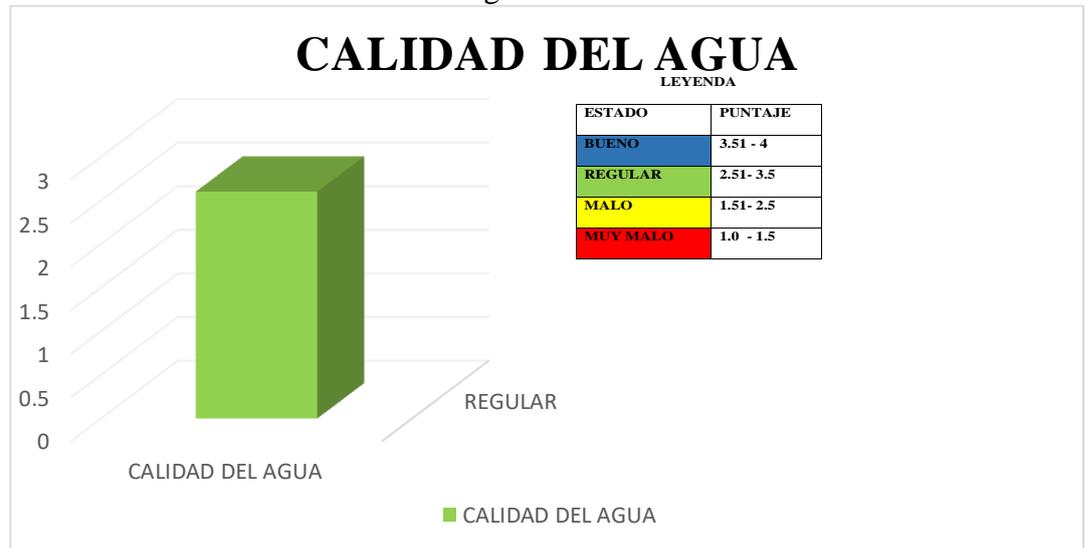
Gráfico 8 Estado de la continuidad del servicio



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N°7 se aprecia la variable **CONTINUIDAD DEL SERVICIO** del sistema de abastecimiento, que está en función a las 39 familias del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco-región La Libertad, la fuente brinda agua suficiente para tener un sistema continuo su caudal es de 0.95 l/seg.

Gráfico 11 Estado de la calidad del agua



Fuente: Elaboración propia – 2021

**Descripción:** En el gráfico N°8, muestra las puntuaciones de la calidad del agua del servicio del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío el Porvenir, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco-región La Libertad la cual se obtuvo una puntuación de 3 llegando a un estado regular.

## 5.2. Análisis de resultados

Para el primer objetivo de evaluar el sistema de agua potable

Según Soto <sup>6</sup>, en su tesis La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca obtuvo como resultado que al determinar la sostenibilidad del sistema de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Perú; se encuentran en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual los sistemas de agua potable no son sostenibles, según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE – PERÚ, cuenta con un índice de sostenibilidad de 2.35. en comparación a este proyecto el caserío el Porvenir cuenta con un sistema de agua potable con una atiguedad aproximadamente de 16 años, en donde los componentes como la cámara de captación y reservorio de almacenamiento se encuentra en un estado malo por lo consiguiente no son sostenibles para el rediseño del mejoramiento, el formato de evaluación, así como fichas técnicas están en fase al sistema de información regional en agua y saneamiento siras.

Para el segundo objetivo de mejorar el sistema de agua potable

Según Sotomayor <sup>4</sup>, en su tesis Sistema de abastecimiento de aguas en núcleos rurales obtuvo como resultados que las características del suministro y los aspectos sobre recursos humanos no se asocian de forma consistente con los niveles de cloración deficientes del agua de consumo. Así mismo La construcción del proyecto beneficiará a 475 habitantes actualmente, con agua potable en cantidad suficiente para los próximos 20 años, que es el período de diseño. Este estudio es de mucha importancia para los caseríos, porque podrán contar con agua potable todo el día, con esto se reducirá el riesgo a

contraer enfermedades por falta de higiene. Además este proyecto también les sirve para el desarrollo de la población; en comparación a este proyecto El caserío El Porvenir cuenta con 150 Habitantes y 39 Viviendas, también cuenta con un colegio de primaria, el diseño se estipula para un periodo de 20 años. El sistema de agua es por gravedad con una dotación percapita de 108,83 lt/hab, se diseña un manantial de fondo que tiene un caudal máximo  $(Q_{max}) = 0,93 \text{ lt/s}$ , con una cantidad de 4 orificios y su diámetro de 2", así mismo se realiza el trazado de la línea de conducción que tiene un tramo de 325 metros de distancia entre la captación y el reservorio, se consideró usar un diámetro de 2 pulg, de tubería rígida de PVC C – 7.5, se diseña El reservorio con una capacidad de 7,15 m<sup>3</sup> sin embargo por la estandarización de diseño se considera un volumen de 10 m<sup>3</sup>, Será de tipo apoyado con un área de 5 m<sup>2</sup> Su diseño hidráulico está programado para los 210 habitantes del caserío El Porvenir.

Para el tercer objetivo de determinar la condición sanitaria

Según Milán<sup>2</sup>, en su tesis: “Agua Potable y su incidencia en la Condición Sanitaria de los moradores de la comunidad Nitiluisa Rumipampa, parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo – 2015” Concluye que “los moradores de la comunidad de Nitiluisa Rumipampa parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo se encuentran insatisfechos porque no tienen un sistema de agua potable, no tienen medidores domiciliarios en ninguna vivienda”. En comparación a este proyecto se tiene que el caserío el Porvenir se abastece de un manantial de fondo su sistema de agua potable tiene 13 años de servicio y algunos componentes 16 años como la captación y reservorio de agua potable, se realizó la evaluación del

sistema de agua potable del caserío el Porvenir para determinar el estado del sistema de agua potable con la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, obteniendo un puntaje de 3.12 clasificando su estado como Regular, entrando a un proceso de deterioro.

## VI. Conclusiones

1. La evaluación del sistema de agua potable permitió obtener un puntaje de su estado actual de cada componente se tuvo que la cámara de captación tiene un puntaje de 2.08 la estructura se encuentra en un estado malo debido al tiempo de vida de la estructura por lo cual requiere un rediseño de este componente, la línea de conducción se encuentra en estado “regular”, esta no cuenta con una cámara rompe presión ni válvulas de purga y aire requiere un modelamiento hidráulico para poder determinar las presiones y velocidades dentro de la tubería, los componentes del reservorio, que está en función a las 39 familias del caserío El Porvenir; el reservorio cuenta con un cerco perimétrico que se encuentra en “buen” estado, también cuenta con 8 componentes en estado “no sostenible” por lo consiguiente requiere un mejoramiento, la línea de aducción como la red de distribución se encuentra en “buen” estado ya que estas se presentan totalmente cubiertas.
2. Para el diseño de mejoramiento de las deficiencias encontradas en el sistema de agua potable se emplea una captación de ladera concentrado, desde el punto de afloramiento hasta la cámara humedad hay una distancia de 1.60 m. el diámetro de tubería que se empleara en el rebose es de 2” x 4” y la tubería de limpia es de 1 ½”, para la tubería de la conducción se empleara un diámetro de 2” su número de orificios que se encuentra es de 4 ya que se encuentra en función al diámetro asumido de 2” y el diámetro calculado. Su altura de la cámara húmeda se asume por efecto de diseño 1 m. y se asume para la sedimentación de arena 0,15 m, En la línea de conducción se tiene una longitud de 325 m. desde la cámara de captación

hasta el reservorio, se considera una tubería de PVC C – 7.5 de un diámetro de 2”, El reservorio ubicado a 2903 m.s.n.m. es de tipo apoyado, el volumen fue diseñado para abastecer a la población futura del caserío El Porvenir con una dotación de 108,83 lt/hab/día. Se asumió una altura de agua de 2,80 m. y un área de 2,50 m<sup>2</sup>, su tiempo de llenado es de 9 horas.

3. Se concluye que la condición sanitaria del Caserío el Porvenir se encuentra en un estado regular presentando un funcionamiento bueno de la cobertura, cantidad y continuidad del sistema de agua potable, sin embargo, se realizó un estudio de agua potable para determinar la calidad del agua.

### **Aspectos complementarios**

- 6.1.1. Se recomienda asignar una entidad encargada del mantenimiento del sistema de agua potable para limpieza y desinfección de los componentes para lograr que lleguen sin fallas hasta el periodo de diseño.
- 6.1.2. para realizar un mejoramiento del sistema de agua potable es recomendable 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.
- 6.1.3. Para llegar a tener una buena condición sanitaria la población del caserío el porvenir necesita subsanar esas deficiencias encontradas a si mismo clorar el agua en un rango de 0.3 mg/lit a 0.8 mg/lit de tal modo que esta no sea percibida por los consumidores.

## Referencias Bibliográficas

- (1) Guzmán J. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío La Fe, Cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá [Tesis para obtener título]. Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; [serial en línea] 2004 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2452\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2452_C.pdf)
- (2) Sotomayor P. Sistema de abastecimiento de aguas en núcleos rurales. Variables que influyen en la cloración. [Tesis Doctoral] Granada, España: Universidad de Granada; [Serial en línea] 2010 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/19594355.pdf>
- (3) Celi B, Pesantez F. Calculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en El Cantón el Chaco, Provincia de Napo [Tesis para obtener título] Sangolqui, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito; [serial en línea] 2012 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5606/1/T-ESPE-033683.pdf>
- (4) Jara F. Santos K. 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 [Tesis para optar el título]. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego; [serial en línea] 2014 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/689>
- (5) Doroteo F. Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del Asentamiento Humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas WaterCad y SewerCad [Tesis para optar el título] Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; [Serial en línea] 2014 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en:

[http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581935/1/DORO\\_TEO\\_CF.pdf](http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581935/1/DORO_TEO_CF.pdf)

- (6) Soto A. La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca [Tesis para obtener el título]. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; [serial en línea] 2014 [Citado 2021 agosto. 23]. Disponible en: [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/677/T%206\(28\).162%20S718%202014.pdf?sequence=1](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/677/T%206(28).162%20S718%202014.pdf?sequence=1)
- (7) Félez M. El Agua [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (1): [2 pagina] Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03\\_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- (8) Convenio sobre la Diversidad Biológica. Agua Potable, Diversidad biológica y desarrollo [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (1): [6 pagina] Disponible en: <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf>
- (9) Centro Internacional de Agua y Saneamiento, Fuentes de Abastecimiento [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en: [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable4](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable4)
- (10) Ministerio de agricultura, Manual de Hidrometría [serial en línea] 2005 [Citado 2021 agosto. 23]; (2): [23 pagina] Disponible en: <https://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hidrometria/material/hidrometria.pdf>
- (11) Anónimo, Fuentes de abastecimiento y aprovechamiento y consumo de agua [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5772/Capitulo2.pdf>

- (12) Bitstream Inc, Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (2): [2 pagina]: Disponible en: <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%20%20Gravedad/Manual%20Abastecimiento%20Agua%20Potable%20por%20gravedad%20con%20tratamiento.pdf>
- (13) Jiménez J. Manual para el diseño de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario[serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- (14) CEPIS, Conceptos de Hidrometría [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/041225/041225-04.pdf>
- (15) Catarina, Diseño de línea de conducción y red de distribución [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (1): [1 pagina] Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/deschamps\\_g\\_e/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/capitulo3.pdf)
- (16) CEPES, Línea de conducción, [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (2): [3 pagina] Disponible en: [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable6](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable6)
- (17) Organización Panamericana de la Salud, guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural[serial en línea] 2004 [Citado 2021 agosto. 23]; (2): [12 pagina] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/e105-04disenoimpuls.pdf>

- (18) Espyumbo, línea de aducción [serial en línea] 2006 [Citado 2021 agosto. 23];  
 Disponible en: <http://www.espyumbo.com/aduccion.htm>
- (19) Martínez C. Diseño Óptimo de Líneas de Aducción por Bombeo [serial en línea] 2015 [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382015000100009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000100009)
- (20) SAGARPA, Líneas de Conducción por gravedad. [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; Disponible en:  
[http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHA%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA\\_L%20C3%8DNEA%20DE%20CONDUCCI%20C3%93N.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHA%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA_L%20C3%8DNEA%20DE%20CONDUCCI%20C3%93N.pdf)
- (21) CEPES, reservorio de almacenamiento [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (1): [1 pagina] Disponible en:  
[http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable7.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable7.pdf)
- Rafael M. Redes de distribución, [serial en línea] [Citado 2021 agosto. 23]; (1): [3 pagina] Disponible en:  
<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjWr4eBveLXAhUKLSYKHcHWD48QFghiMA0&url=https%3A%2F%2Fwww.eoi.es%2Fes%2Ffile%2F18411%2Fdownload%3Ftoken%3DgX0xQ45Q&usg=AOvVaw2qPcjU56wsL4nA8z81vb->

## **Anexos**

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

**OS.010**

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

**1 OBJETIVO**

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

**2 ALCANCES**

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

**3 FUENTE**

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

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

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

**4. CAPTACIÓN**

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

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

**4.1 AGUAS SUPERFICIALES**

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

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

#### 4.2.2 Pozos Excavados

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

#### 4.2.3 Galerías Filtrantes

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

#### 4.2.4 Manantiales

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

### 5. CONDUCCIÓN

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

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

## 5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

### 5.1.1 Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- 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 TUBERIA	"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
Polí(cloruro de vinilo)(PVC)	150

### 5.1.3 Accesorios

#### a) Válvulas de aire

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

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

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

#### b) Válvulas de purga

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

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

### 5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO

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

dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

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

### 5.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES

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

## GLOSARIO

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

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

**OS.030**

**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**ÍNDICE**

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

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

**1 ALCANCE**

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

**2 FINALIDAD**

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

**3 ASPECTOS GENERALES**

**3.1 Determinación del volumen de almacenamiento**

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

**3.2 Ubicación**

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

**3.3 Estudios Complementarios**

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

**3.4 Vulnerabilidad**

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

**3.5 Caseta de Válvulas**

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

**3.6 Mantenimiento**

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

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

### 3.7 Seguridad Aérea

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

## 4 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

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

### 4.1 Volumen de Regulación

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

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

### 4.2 Volumen Contra Incendio

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

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

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

### 4.3 Volumen de Reserva

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

## 5 RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

### 5.1 Funcionamiento

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

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

## 5.2 Instalaciones

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

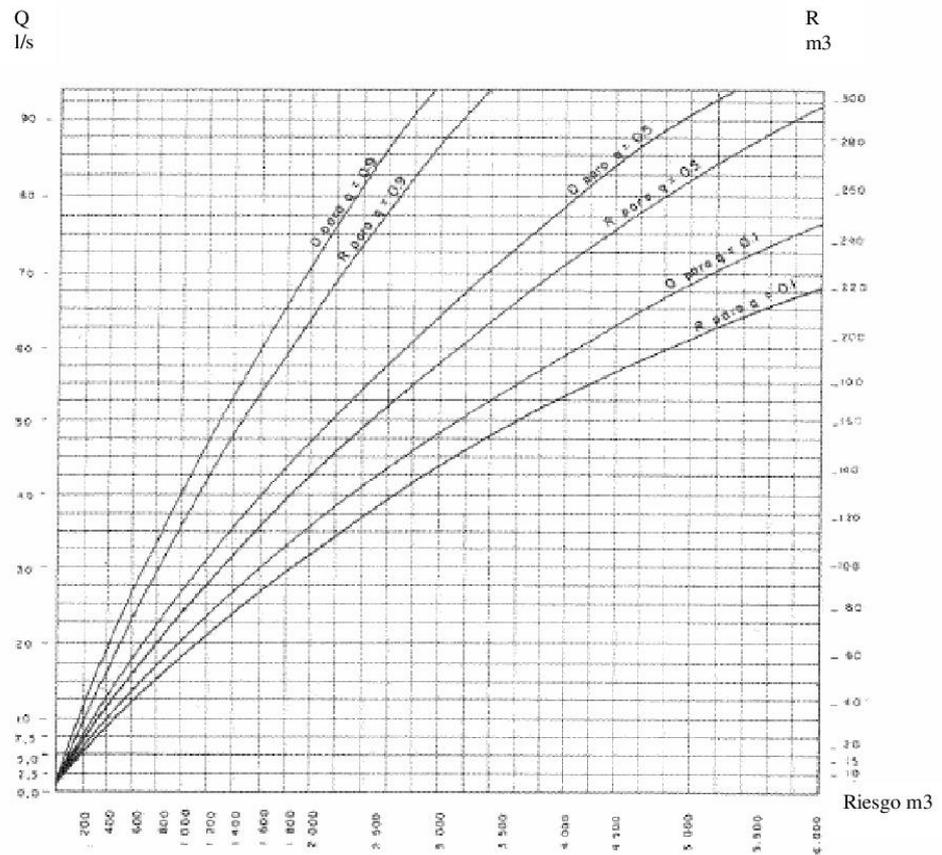
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

## 5.3 Accesorios

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

ANEXO 1

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



- Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego  
 R: Volumen de agua en m<sup>3</sup> necesarios para reserva  
 g: Factor de Apilamiento
- g = 0.9 Compacto  
 g = 0.5 Medio  
 g = 0.1 Poco Compacto
- R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m<sup>3</sup>

## 1.2. Enfoque

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

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

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

### 2.2. Objetivos específicos

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

## 3. Aplicación

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

## 4. Terminología

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

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

ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.

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

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

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

Donde:

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

$Q_{mh}$  : Caudal máximo horario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

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

## 1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

### a. Criterios para la determinación de la fuente

La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

### b. Rendimiento de la fuente

Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.

### c. Necesidad de estaciones de bombeo

En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.

### d. Calidad de la fuente de abastecimiento

Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

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

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

## 1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

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

**Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos**

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN	
1	Barraje Filjo sin Canal de Derivación	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{ind}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.	
2	Barraje Filjo con Canal de Derivación				
3	Balsa Flotante				
4	Calisson				
5	Manantial de Ladera				
6	Manantial de Fondo				
7	Galería Filtrante				
8	Pozo Tubular	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 1,00) \text{ o } (>1,00 - 2,00) \text{ o } (> 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{ind}$ " 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	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X		
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X		
9.3	CRP para Conducción	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{ind}$ " 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	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{ind}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.	
10.2	Sedimentador				
10.3	Sistema de Aireación				
10.4	Prefiltro	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{ind}$ " 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		Población final y dotación		
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s			
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X		
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{ind} (l/s) = (\text{menor a } 1,00) \text{ o } (>1,00 - 2,00) \text{ o } (> 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{ind}$ " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " $Q_{ind}$ " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.	
12	Línea de Impulsión				

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Sistema de 5, 10 y 20 m3	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación	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
	Cerco Perimétrico Sistema		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m3	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>20 - 35) \text{ o } (>35 - 40)$	Población final y dotación	
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m3	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			Para un caudal máximo diario " $Q_{md}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{md}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{red} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " $Q_{md}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{md}$ " 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

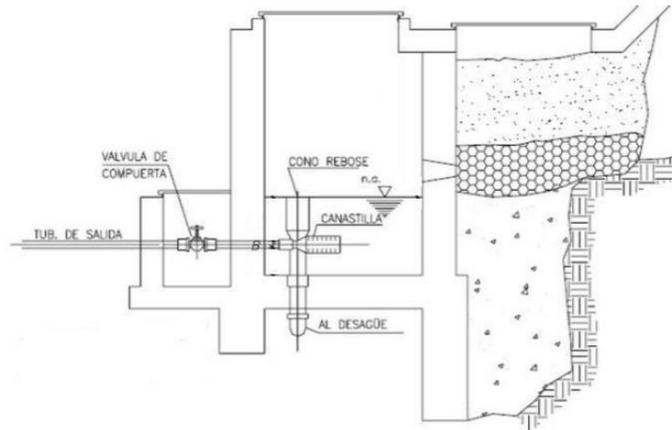
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	$15 \text{ m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$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

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

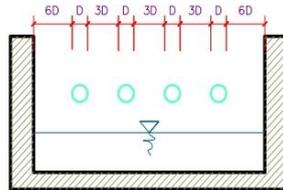
Donde:  
 $D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

**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:

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

- 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 afluoramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afluoramiento y la captación:

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

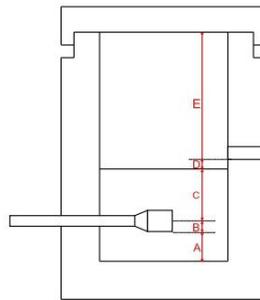
Donde:

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

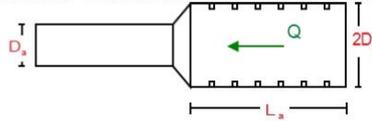
A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

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  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ :

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

**Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia**

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

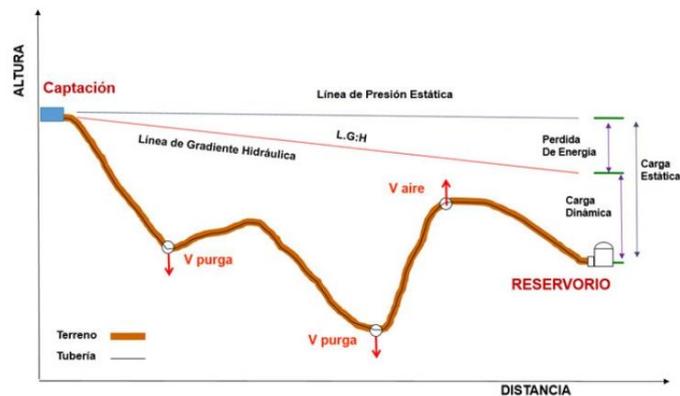
$h_f$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

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

## 2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



### ✓ Caudales de Diseño

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

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

### ✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

### ✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

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

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

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

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

$Q$  : Caudal en  $m^3/s$

$D$  : diámetro interior en m

$C$  : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

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

$L$  : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

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

$Q$  : Caudal en l/min

$D$  : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

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

Donde:

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

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

$V$  : Velocidad del fluido en m/s

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

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

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

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

- Este tipo de estructuras se recomienda para diámetros menor igual a 1½". Para diámetros mayores se debe usar la cámara rompe presión para líneas.
- Se recomienda su instalación a 10 metros sobre el nivel del reservorio, con esto se estaría protegiendo a la red de distribución, en caso de que el operador realice un by-pass del ingreso generando sobre presión en la red de distribución.

#### 2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
  - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
  - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
  - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
  - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
  - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
  - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
  - Presión normalizada:  $PN \geq 1,0$  MPa.
  - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
  - Instalación: Embridada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.
- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
  - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
  - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
  - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
  - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
  - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
  - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
  - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.

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

- ✓ Válvula de aire manual

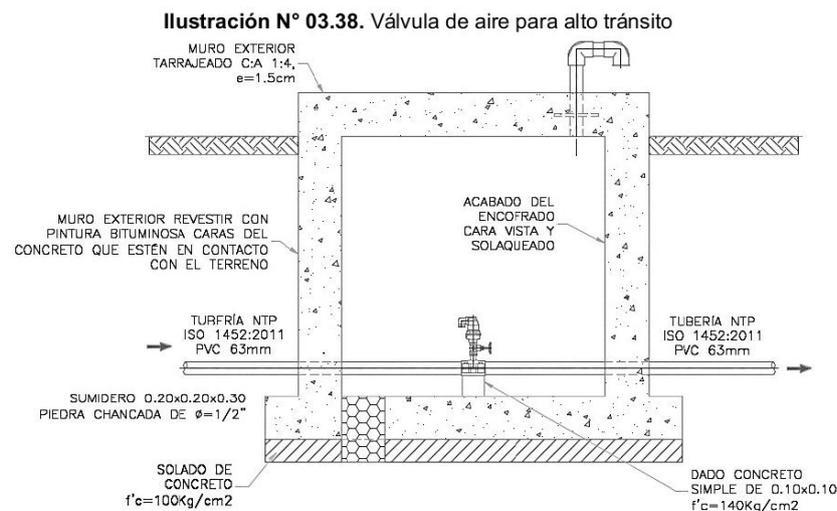
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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

- ✓ Válvula de aire automática

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

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



- ✓ Memoria de cálculo hidráulico

Válvula de aire manual

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

Válvula de aire automática

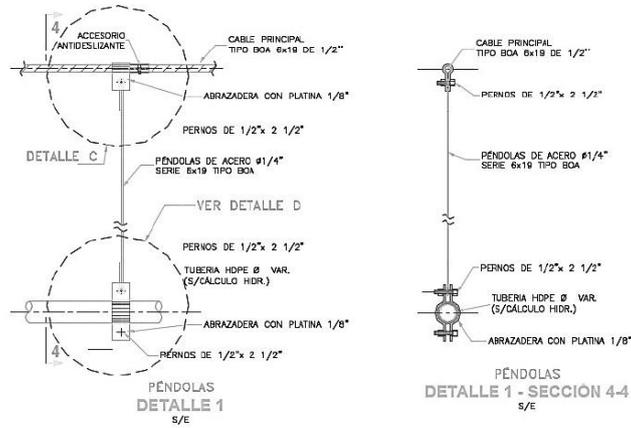
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de  $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$ , tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.



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

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

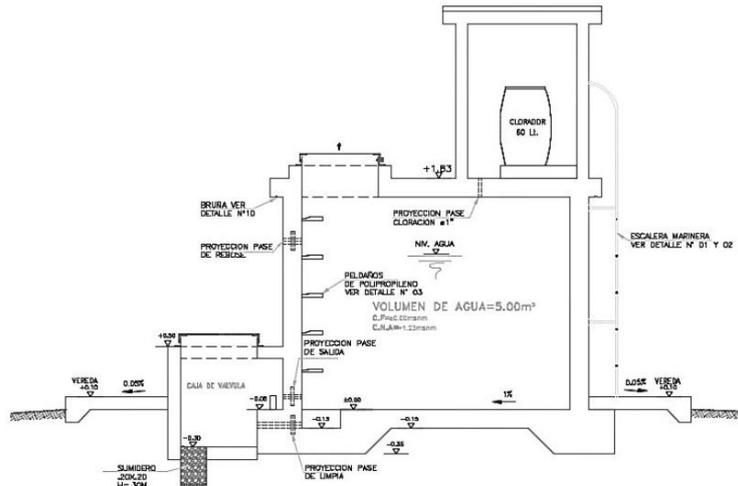
Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



## 2.14. RESERVORIO

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

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



### Aspectos generales

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

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

### Criterios de diseño

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

Se deben aplicar los siguientes criterios:

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

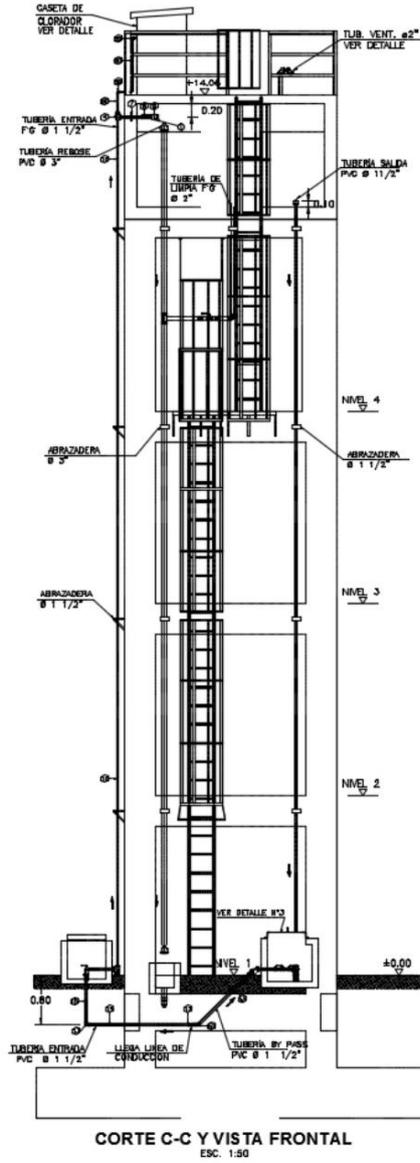
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

#### Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad 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. Reservoirio elevado de 15 m<sup>3</sup>



### 2.14.1. CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO

La caseta de válvulas es una estructura de concreto y/o mampostería que alberga el sistema hidráulico del reservorio, en el caso reservorios el ambiente es de paredes planas, salvo el reservorio de 70 m<sup>3</sup>, en este caso el reservorio es de forma cilíndrica, en este caso, una de las paredes de la caseta de válvulas es la pared curva del reservorio.

La puerta de acceso es metálica y debe incluir ventanas laterales con rejas de protección.

En el caso del reservorio de 70 m<sup>3</sup>, desde el interior de la caseta de válvulas nace una escalera tipo marinera que accede al techo mediante una ventana de inspección y de allí se puede ingresar al reservorio por su respectiva ventana de inspección de 0,60 x 0,60 m con tapa metálica y dispositivo de seguridad.

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- **Techos**  
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.
- **Paredes**  
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m<sup>3</sup>, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.

- **Pisos**  
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**  
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.

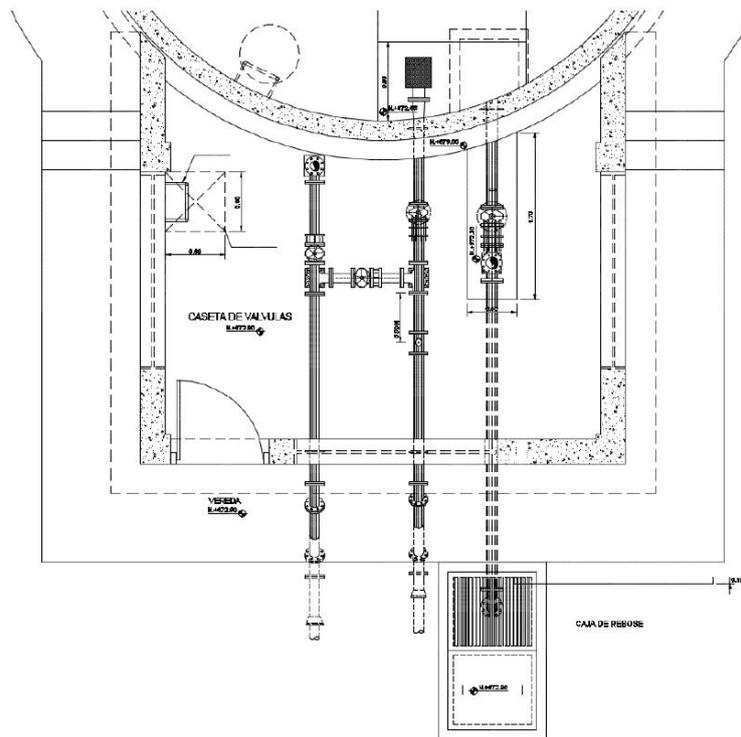
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias),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

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

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

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

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



#### 2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

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

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

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

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

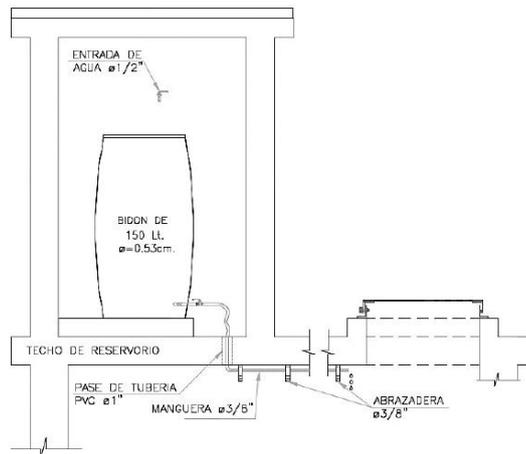
#### Desinfectantes empleados

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

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

#### a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

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 (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

V<sub>s</sub> : volumen de la solución en lt (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).

t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución

b. Sistema de Desinfección por erosión

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

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



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

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

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

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

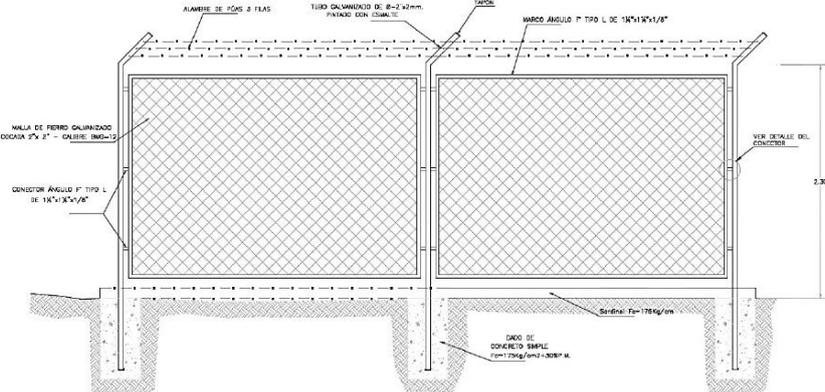
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el relleno de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de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

### 2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

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

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 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

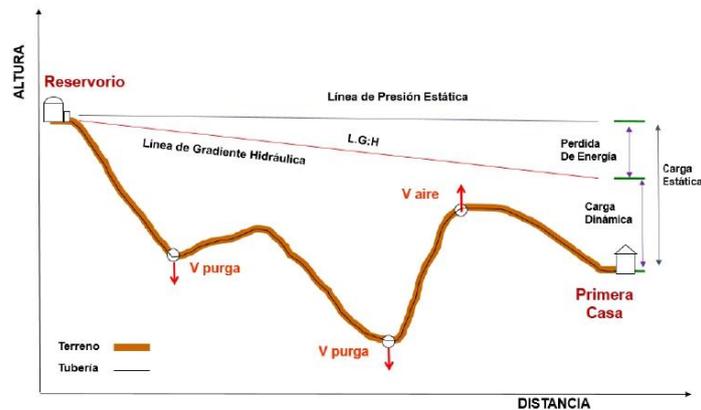
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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 ( $m^3/s$ )
- $D$  : diámetro interior en m (ID)
- $C$  : coeficiente de Hazen Williams (adimensional)
  - Acero sin costura  $C=120$
  - Acero soldado en espiral  $C=100$
  - Hierro fundido dúctil con revestimiento  $C=140$
  - Hierro galvanizado  $C=100$
  - Polietileno  $C=140$
  - PVC  $C=150$
- $L$  : longitud del tramo (m)

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

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

Donde:

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

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

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

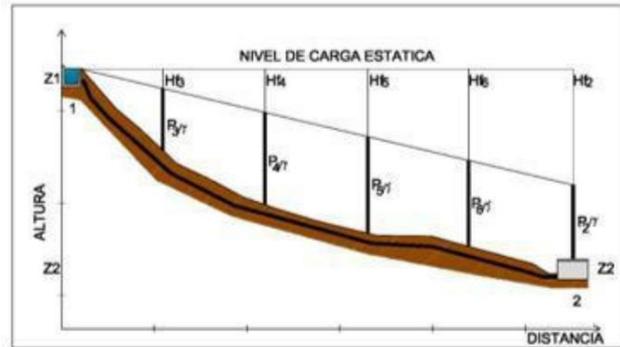
✓ Presión

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

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

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

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



Donde:

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

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

V : velocidad del fluido en m/s.

$H_f$ , pérdida de carga de 1 a 2, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

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

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

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

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

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

Dónde:

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

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

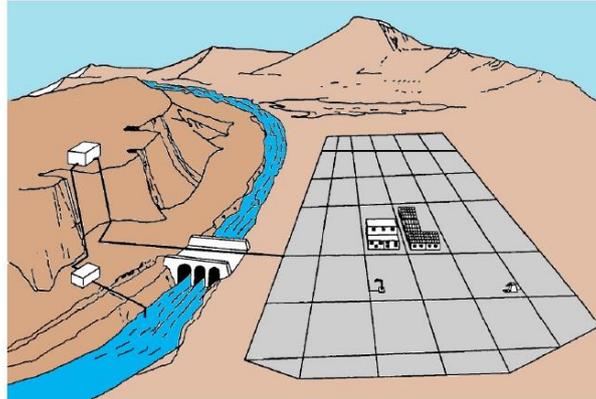
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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

## 2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN

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

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



### Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

### Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

### Trazado

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

### Materiales

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

### Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

#### Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

##### a. Redes malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que reúna dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se debe disponer a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

El diámetro de la red o línea de alimentación debe ser aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.

Para la determinación de los caudales en redes malladas se debe aplicar el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los "i" nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

$Q_i$  : Caudal en el nudo "i" en l/s.

$Q_p$  : Caudal unitario poblacional en l/s.hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Donde:

$Q_t$  : Caudal máximo horario en l/s.

$P_t$  : Población total del proyecto en hab.

$P_i$  : Población de área de influencia del nudo "i" en hab.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, puede utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

- De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales. La presión de funcionamiento (OP) en cualquier punto de la red no debe descender por debajo del 75% de la presión de diseño (DP) en ese punto.

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se debe adjuntar memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- Para caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Presión mínima.
- Presión máxima.

b. Redes ramificadas

Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias

En redes ramificadas se debe determinar el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad. El caudal por ramal es:

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

Donde:

$Q_{\text{ramal}}$  : Caudal de cada ramal en l/s.

$K$  : Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x-1)}}$$

Donde:

$x$  : número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

$Q_g$  : Caudal por grifo (l/s) > 0,10 l/s.

Si se optara por una red de distribución para piletas públicas, el caudal se debe calcular con la siguiente expresión:

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

Donde:

$Q_{pp}$  : Caudal máximo probable por 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 ( $m^2$ )

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

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

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

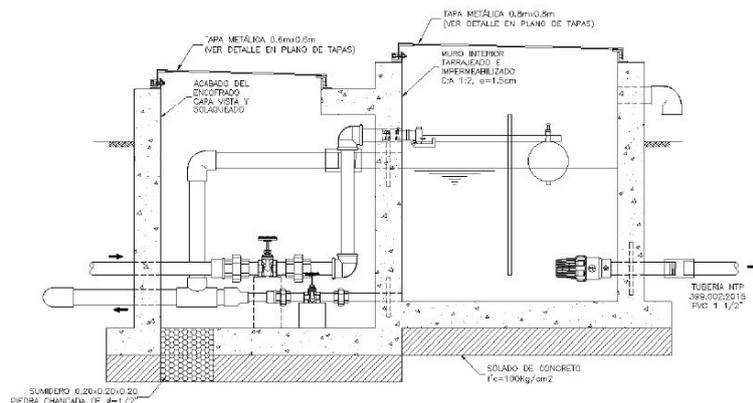
Donde:

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

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

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

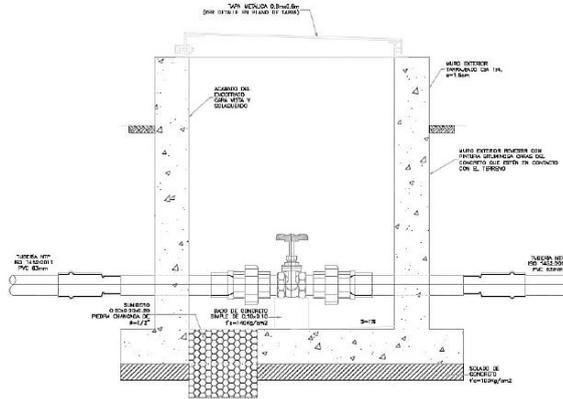
**Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución**



### 2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

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

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



**Tipos de válvulas de interrupción**

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

a. Válvulas de compuerta

- Las válvulas de compuerta se usan preferentemente en líneas de agua de circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Estas válvulas solo trabajan abiertas o cerradas, nunca reguladas.
- Las válvulas de compuerta pueden ser de material metálico dúctil y resistente, de asiento elástico y cumplirán las normas.
  - NTP ISO 7259 1998. Válvulas de compuerta de 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:  $PN \geq 1,0$  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:  $PN \geq 1,0$  MPa.
  - $DN \geq 32$  mm
  - Tipo: De eje centrado y estanqueidad por anillo envolvente de elastómero.
  - Sentido de giro: Dextrógiro (cierre), levógiro (apertura).

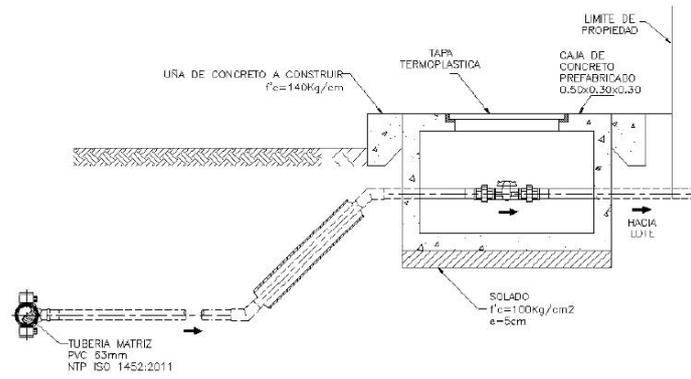
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
  - Instalación: Embridada.
  - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños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

### 2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

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

- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al ingreso y dentro de su predio una llave de control.
- La conexión domiciliar se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



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

PUNTO N°	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
1	8 14.538	77 55.540	3013 m
2	8 14.536	77 55.540	3013 m
3	8 14.534	77 55.540	3012 m
4	8 14.532	77 55.539	3012 m
5	8 14.530	77 55.539	3011 m
6	8 14.528	77 55.539	3011 m
7	8 14.525	77 55.539	3010 m
8	8 14.522	77 55.538	3009 m
9	8 14.519	77 55.538	3009 m
10	8 14.517	77 55.537	3008 m
11	8 14.515	77 55.537	3007 m
12	8 14.512	77 55.536	3006 m
13	8 14.508	77 55.535	3005 m
14	8 14.506	77 55.535	3004 m
15	8 14.502	77 55.534	3002 m
16	8 14.500	77 55.534	3001 m
17	8 14.497	77 55.533	3001 m
18	8 14.494	77 55.533	3000 m
19	8 14.492	77 55.532	3000 m
20	8 14.490	77 55.532	2999 m
21	8 14.487	77 55.531	2999 m
22	8 14.485	77 55.530	2998 m
23	8 14.482	77 55.530	2998 m
24	8 14.479	77 55.530	2997 m
25	8 14.476	77 55.529	2996 m
26	8 14.474	77 55.528	2995 m
27	8 14.472	77 55.527	2993 m
28	8 14.469	77 55.526	2992 m
29	8 14.467	77 55.525	2991 m
30	8 14.465	77 55.524	2990 m
31	8 14.463	77 55.522	2987 m
32	8 14.461	77 55.521	2986 m
33	8 14.459	77 55.520	2984 m
34	8 14.457	77 55.519	2982 m
35	8 14.455	77 55.518	2980 m
36	8 14.452	77 55.517	2979 m
37	8 14.450	77 55.515	2976 m
38	8 14.448	77 55.515	2975 m
39	8 14.444	77 55.512	2972 m
40	8 14.442	77 55.511	2970 m

41	8 14.440	77 55.509	2968 m
42	8 14.437	77 55.508	2966 m
43	8 14.436	77 55.507	2964 m
44	8 14.434	77 55.505	2962 m
45	8 14.432	77 55.504	2960 m
46	8 14.431	77 55.502	2958 m
47	8 14.428	77 55.500	2955 m
48	8 14.427	77 55.498	2954 m
49	8 14.425	77 55.496	2951 m
50	8 14.423	77 55.495	2950 m
51	8 14.421	77 55.492	2947 m
52	8 14.419	77 55.491	2945 m
53	8 14.418	77 55.490	2944 m
54	8 14.417	77 55.487	2941 m
55	8 14.415	77 55.485	2939 m
56	8 14.414	77 55.483	2936 m
57	8 14.413	77 55.482	2935 m
58	8 14.410	77 55.479	2931 m
59	8 14.408	77 55.477	2929 m
60	8 14.405	77 55.476	2927 m
61	8 14.403	77 55.474	2924 m
62	8 14.399	77 55.472	2922 m
63	8 14.395	77 55.470	2919 m
64	8 14.390	77 55.468	2916 m
65	8 14.389	77 55.467	2915 m
66	8 14.386	77 55.466	2914 m
67	8 14.384	77 55.466	2913 m
68	8 14.381	77 55.464	2911 m
69	8 14.379	77 55.463	2910 m
70	8 14.377	77 55.461	2908 m
71	8 14.374	77 55.460	2907 m
72	8 14.371	77 55.459	2905 m
73	8 14.368	77 55.457	2903 m
74	8 14.366	77 55.456	2901 m
75	8 14.363	77 55.455	2900 m
76	8 14.360	77 55.453	2898 m
77	8 14.357	77 55.452	2896 m
78	8 14.355	77 55.450	2894 m
79	8 14.352	77 55.449	2893 m
80	8 14.351	77 55.449	2893 m
81	8 14.348	77 55.448	2891 m
82	8 14.346	77 55.447	2889 m
83	8 14.344	77 55.445	2888 m
84	8 14.341	77 55.444	2885 m
85	8 14.337	77 55.442	2883 m
86	8 14.336	77 55.441	2881 m
87	8 14.333	77 55.439	2878 m

88	8 14.331	77 55.438	2877 m
89	8 14.328	77 55.435	2874 m
90	8 14.326	77 55.434	2872 m
91	8 14.324	77 55.432	2870 m
92	8 14.322	77 55.431	2869 m
93	8 14.320	77 55.430	2868 m
94	8 14.316	77 55.428	2865 m
95	8 14.314	77 55.426	2862 m
96	8 14.310	77 55.423	2859 m
97	8 14.307	77 55.422	2858 m
98	8 14.304	77 55.420	2855 m
99	8 14.302	77 55.418	2854 m
100	8 14.300	77 55.417	2853 m
101	8 14.297	77 55.414	2849 m
102	8 14.295	77 55.412	2846 m
103	8 14.293	77 55.410	2843 m
104	8 14.290	77 55.408	2840 m
105	8 14.289	77 55.407	2838 m
106	8 14.285	77 55.404	2835 m
107	8 14.281	77 55.402	2832 m
108	8 14.280	77 55.401	2831 m
109	8 14.277	77 55.398	2828 m
110	8 14.275	77 55.396	2826 m
111	8 14.273	77 55.394	2825 m
112	8 14.271	77 55.392	2823 m
113	8 14.270	77 55.390	2821 m
114	8 14.268	77 55.388	2820 m
115	8 14.266	77 55.385	2818 m
116	8 14.264	77 55.384	2818 m
117	8 14.262	77 55.382	2816 m
118	8 14.259	77 55.380	2815 m
119	8 14.257	77 55.378	2814 m
120	8 14.255	77 55.377	2814 m
121	8 14.253	77 55.376	2813 m
122	8 14.250	77 55.374	2813 m
123	8 14.248	77 55.373	2812 m
124	8 14.245	77 55.370	2811 m
125	8 14.242	77 55.369	2810 m
126	8 14.241	77 55.367	2809 m
127	8 14.238	77 55.365	2808 m
128	8 14.236	77 55.364	2808 m
129	8 14.233	77 55.362	2807 m
130	8 14.230	77 55.360	2806 m
131	8 14.228	77 55.358	2806 m
132	8 14.226	77 55.357	2806 m
133	8 14.224	77 55.356	2806 m
134	8 14.222	77 55.354	2805 m

135	8 14.220	77 55.354	2805 m
136	8 14.218	77 55.352	2805 m
137	8 14.216	77 55.350	2805 m
138	8 14.214	77 55.349	2805 m
139	8 14.212	77 55.347	2804 m
140	8 14.209	77 55.346	2804 m
141	8 14.207	77 55.344	2803 m
142	8 14.204	77 55.343	2803 m
143	8 14.202	77 55.341	2802 m
144	8 14.200	77 55.339	2802 m
145	8 14.200	77 55.337	2801 m
146	8 14.199	77 55.335	2800 m
147	8 14.199	77 55.332	2800 m
148	8 14.199	77 55.328	2799 m
149	8 14.199	77 55.325	2798 m
150	8 14.199	77 55.323	2797 m
151	8 14.198	77 55.321	2797 m
152	8 14.197	77 55.318	2796 m
153	8 14.197	77 55.316	2795 m
154	8 14.197	77 55.313	2794 m
155	8 14.196	77 55.311	2794 m
156	8 14.195	77 55.309	2793 m
157	8 14.194	77 55.307	2793 m
158	8 14.192	77 55.304	2792 m
159	8 14.190	77 55.301	2791 m
160	8 14.189	77 55.299	2791 m
161	8 14.188	77 55.297	2790 m
162	8 14.187	77 55.294	2789 m
163	8 14.186	77 55.292	2788 m
164	8 14.186	77 55.290	2787 m
165	8 14.185	77 55.287	2787 m
166	8 14.183	77 55.285	2786 m
167	8 14.183	77 55.283	2785 m
168	8 14.183	77 55.280	2784 m
169	8 14.181	77 55.279	2783 m
170	8 14.178	77 55.279	2783 m
171	8 14.176	77 55.280	2784 m
172	8 14.175	77 55.282	2785 m
173	8 14.174	77 55.283	2785 m
174	8 14.171	77 55.285	2786 m
175	8 14.169	77 55.284	2786 m
176	8 14.169	77 55.282	2785 m
177	8 14.169	77 55.279	2784 m
178	8 14.168	77 55.277	2783 m
179	8 14.167	77 55.275	2782 m
180	8 14.166	77 55.273	2782 m
181	8 14.164	77 55.271	2781 m

### **Anexo 3: Fichas Técnicas.**

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

**FORMATO N° 02**

**ENCUESTA SOBRE COMPORTAMIENTO FAMILIAR  
(PARA FAMILIAS)**

Aspectos Generales

Provincia: ..... Distrito: .....

Caserío: .....

Nombres y apellidos de la madre de familia: .....

Nombres y apellidos del jefe de familia: .....

Número de integrantes de la familia:

Abastecimiento y manejo del agua

60. ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia? (marcar sólo una opción)

- |   |   |
|---|---|
| - De manantial o puquio... <input type="checkbox"/> | - Conexión o grifo domiciliario... <input type="checkbox"/> |
| - De río..... <input type="checkbox"/>              | - Pileta Pública..... <input type="checkbox"/>              |
| - De pozo..... <input type="checkbox"/>             | - Otro ..... <input type="checkbox"/>                       |

61. ¿Quién o quiénes traen el agua?

- |  |   |  |
|--|---|--|
| - La madre..... <input type="checkbox"/> | - Madre y padre..... <input type="checkbox"/> | - Las niñas ..... <input type="checkbox"/> |
| - El padre..... <input type="checkbox"/> | - Madre e hijos..... <input type="checkbox"/> | - Los niños ..... <input type="checkbox"/> |

62. ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

- |   |  |
|---|--|
| - Menor a 30 minutos ..... <input type="checkbox"/>   | - De 1 a 2 horas..... <input type="checkbox"/> |
| - Entre 30 y 60 minutos .... <input type="checkbox"/> | - Mayor a 2 horas.... <input type="checkbox"/> |

63. ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

- |  |  |
|--|--|
| - Menor o igual a 20 lts..... <input type="checkbox"/> | - De 81 a 120 lts ..... <input type="checkbox"/> |
| - De 21 a 40 lts..... <input type="checkbox"/>         | - Mayor a 120 lts .... <input type="checkbox"/>  |
| - De 41 a 80 lts..... <input type="checkbox"/>         |  |

64. ¿Almacena o guarda agua en la casa?      **SI**.....       **NO** .....

65. ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| - Tinajas o vasijas de barro..... <input type="checkbox"/> | - Galoneras ..... <input type="checkbox"/> | - Pozo..... <input type="checkbox"/>  |
| - Baldes..... <input type="checkbox"/>                     | - Cilindro..... <input type="checkbox"/>   | - Otro ..... <input type="checkbox"/> |

¿Puede mostrármelos? (observación)

LIMPIOS  SUCIOS

66. ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa? (observación)

SI..... NO.....

67. ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?

- Todos los días ..... - Una vez a la semana..... - Al mes.....  
- Interdiario ..... - Cada quince días ..... - Otro.....

68. ¿Cómo consume el agua para tomar?

- Directo del depósito donde almacena ..... - Hervida .....  
- Directo del grifo (agua sin clorar)..... - La cura o desinfecta antes de tomar...  
- Directo del grifo (agua clorada por la JASS) .. - Otro .....

69. Anotar el dato de lectura de cloro residual

- Menor a 5 mg/lit .....  
- Entre 5 y 8 mg/lit .....  
- Mayor a 8 mg/lit .....

NOTA: Si no se dispone de reactivo y comparador de cloro en ese momento, anotar el dato de la evaluación del estado de la infraestructura, ya que también tomará el dato de cloro residual

**Disposición de excretas, basuras y aguas grises**

70. ¿Dónde hacen normalmente sus necesidades?

- Campo abierto ..... - Acequia ..... - Baños con desagüe   
- Hueco (letrina de gato)..... - Letrina..... - Otros

71. Si tiene letrina preguntar: ¿Qué echa al hueco de la letrina para evitar el mal olor?

- Cal ..... - Kerosene ..... - Otros.....  
- Ceniza..... - Estiércol de caballo o burro .....

72. ¿Me podría enseñar su letrina? (De lo observado anote)

72a) Tiene paredes, techo, puerta, losa, tapa, tubo (todos) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	72c) Eliminan heces y papeles en el hoyo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
72b) La letrina tiene mal olor SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	72d) Condición de la letrina: Letrina completa, sin mal olor y limpia SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

73. ¿Dónde eliminan la basura de la casa?

- Chacra ..... - La quema .....  
- Microrelleno sanitario ..... - Alrededor de la casa .....  
- Acequia o río ..... - Otros .....

74. ¿Dónde eliminan el agua usada de la cocina, lavado de ropa, servicios, etc.?

- Chacra .....
- Alrededor de la casa .....
- Acequia o río .....
- Pozo de drenaje .....
- Otro.....

**Aspectos de salud**

75. ¿Tiene niños menores de cinco años?

- SI  NO  Cuántos?

76. ¿En los últimos quince (15) días, alguno de estos niños ha tenido diarrea?

- SI  NO  Cuántos niños?

*Recuerde que el Programa Nacional de Enfermedad Diarreica y Cólera considera que una persona tiene diarrea cuando presenta deposiciones líquidas o semilíquidas en número de 3 o más en 24 horas. Puede tener varios días de duración.*

77. Se lava las manos con: jabón, ceniza o detergente?

- SI  NO

78. ¿En qué momentos usted se lava las manos?

- Antes de comer .....
- Antes de preparar los alimentos.....
- Después de usar la letrina .....
- En todas las anteriores .....
- Ninguna de las anteriores.....

79. ¿En qué momentos sus niños se lavan las manos?

- |                                    | Niño 1                   | Niño 2                   | Niño 3                   |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Antes de comer .....             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Después de usar la letrina ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - En todas las anteriores .....    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Ninguna de las anteriores.....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

80. ¿Estado de higiene (observación)?

- |                             | Limpia                   | Descuidada               |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - De la madre.....          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - De los niños <5 años..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - De la vivienda .....      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(Agradecer gentilmente por su colaboración)

Fecha: ..... / ..... / .....

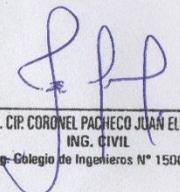
Nombre del encuestador: .....



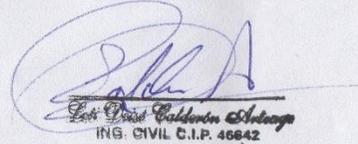
**Anexo 03: Ficha técnica de abastecimiento de agua potable.**

Ficha 01: diseño hidráulico para la captación de un manantial de fondo

		TITULO:							
		Autor:		FECHA:					
		Asesor:							
		DISTRITO:	REGION:	SECTOR:		NIVEL ESTATICO:			
PROVINCIA:									
<b>DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL PARA LA CAPTACION DE UN MANANTIAL DE FONDO</b>									
Caudal maximo:		ALTURA DE LA CAMARA HUMEDA							
Caudal minimo:		Altura del filtro		Altura minima		Diametro de la camarilla de salida		Borde libre	
Gasto Maximo diario:									
Ancho de la pantalla:									
Diametro de la tubería de salida:									
DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA									
Altura de la ranura		Largo de la ranura				Area total de la ranura			
REVOCE Y LIMPIEZA		DISEÑO ESTRUCTURAL		Tn/m3 Peso especifico del vuelo		EMPUJE DEL SUELO SOBRE EL MURO		Coeficiente de empuje	
Diametro en pulg.				Angulo de rozamiento interno del suelo				Siendo la altura del terreno	
				Coeficiente de friccion				RESULTADO	
Gasto maximo de la fuente		MOMENTO DE VUELCO		Tn/m3 Peso especifico del concreto		Momento de estabilizacion (Mr) y el peso W:			
				Mo = P x Y =		W		W(kg)	
Perdida de carga unitaria		CHEQUEO DE LA ESTRUCTURA		Considerando Y = h/3 =					
Resultado				Por volteo					
				Maxima carga unitaria					
		Por deslizamiento							



Ing. CIP: CORONEL PACHECO JUAN ELIAS  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 150058



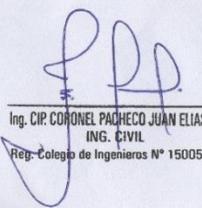
Ing. David Calderon Calderon  
ING. CIVIL C.I.P. 46642

Fuente: Elaboración propia (2018).

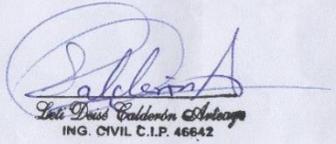


Ficha 04: diseño hidráulico tuberías de Aducción.

		TÍTULO:			
		Autor:			
		Asesor:		Fecha:	
		DISTRITO:		REGION:	
PROVINCIA:		SECTOR:			
DISEÑO DE UN RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO					
Altura del agua	Ancho de la pared	Borde libre	Altura total		
DISEÑO DE UN RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO					
Peso específico del agua		Peso específico del terreno		Capacidad portante del terreno	
$P = \gamma_a \times H$	El empuje del agua es $V = \gamma_a \times h^2 \times b/2$	$P = \gamma_t \times H$	El empuje del agua es $V = \gamma_t \times h^2 \times b/2$	$P = \gamma_a \times H$	El empuje del agua es $V = \gamma_a \times h^2 \times b/2$
ESPESES DE LA PARED		LOSA DE CUBIERTA		DATOS DE DISEÑO	
LOSA DE FONDO		DISTRIBUCION DE LA ARMADURA		DISTRIBUCION DDE LA ARMADURA DE PARED	
DISTRIBUCION DE LA ARMADURA EN LOSA DE CUBIERTA		DISTRIBUCION DE LA ARMADURA EN LOSA FONDO		C-CHEQUEO DE LA LOSA DE FONDO	



Ing. CIP. CORONEL PACHECO JUAN ELIAS  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 150058



Dato Davis Calderon  
ING. CIVIL C.I.P. 46642



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

**DISEÑO DE LA CAMARA DE CAPTACION, LINEA DE CONDUCCION Y RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO EL PORVENIR, DISTRITO DE**

Ubicación Geografica			
<b>Región</b>	La Libertad	<b>Altitud</b>	2850
<b>Provincia</b>	Otuzco	<b>Latitud</b>	7°55'05" (-7.918063 S)
<b>Distrito</b>	Otuzco	<b>Longitud</b>	78°32'36.04" (-78.543430 W)
<b>Caserio</b>	El Porvenir	<b>Fecha</b>	20/05/2019

**Manantial de Ladera Concentrado**

Poblacion Actual	150	Habitantes
Poblacion de Diseño	20	Años

Cuadro N°1. Datos para calculo de la poblacion futura

Departamento	Crecimiento anual por mil habitantes(r)
Cajamarca	35
Lambayeque	35
<b>La Libertad</b>	<b>20</b>
Ancash	10

Coefficiente de crecimiento anual por departamento, fuente: Ministerio de Salud

Formula	Reemplazando los datos	Resultado	Unidades
El coeficiente (r) Según el Ministerio de Salud es:		20	Por mil habitantes
$Pf = Pa * (1 + \frac{r * t}{1000})$	$Pf = 150 * (1 + \frac{20 * 20}{1000})$	210	Habitantes

Donde:

Pf: Poblacion futura

Pa: Poblacion actual

r: Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes

t: Periodo de diseño

**Caudal Maximo de la fuente (Qmax): Método volumétrico**

N° de Pruebas	Volumen (litro)	Tiempo (seg)
1	5	6
2	5	5
3	5	6
4	5	5
5	5	5
Total		27

**Calculo del caudal maximo de la fuente**

Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$Tp = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Numero de pruebas}}$	$Tp = \frac{27}{5}$	5.4	seg
$Qmax = \frac{V}{Tp}$	$Qmax = \frac{4}{5,4}$	0.93	lt/seg

Qmax es el caudal de diseño para la captacion



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

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

Gasto Máximo de la Fuente:	Q <sub>max</sub> =	0.95 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Q <sub>min</sub> =	0.65 l/s
Gasto Máximo Diario:	Q <sub>md1</sub> =	0.50 l/s

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

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

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

Donde: Gasto máximo de la fuente: Q<sub>max</sub>= 0.95 l/s

Coefficiente de descarga: Cd= 0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)  
 Aceleración de la gravedad: g= 9.81 m/s<sup>2</sup>  
 Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$   
 $v_{2t} = 2.24$  m/s (en la entrada a la tubería)

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

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

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

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): D<sub>c</sub>= 0.05 m

D<sub>c</sub>= 1.976 pulg

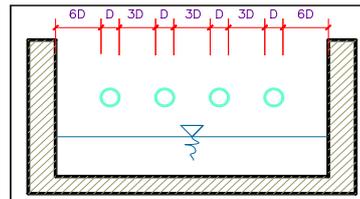
Asumimos un Diámetro comercial: **Da= 2.00 pulg** (se recomiendan diámetros < ó = 2")  
 0.051 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

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

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

Número de orificios: **Norif= 4 orificios**



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

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

Ancho de la pantalla: **b= 1.30 m** (Pero con 1.50 tambien es trabajable)

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

Sabemos que:  $H_f = H - h_o$

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

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

Pérdida de carga en el orificio: h<sub>o</sub>= 0.029 m

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

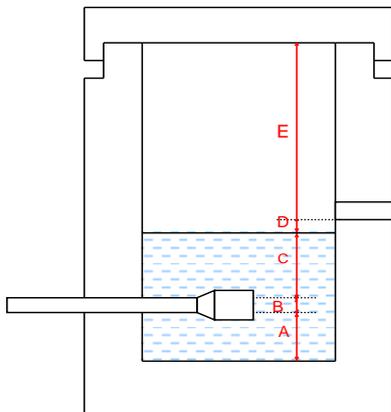
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Distancia afloramiento - Captacion: **L= 1.238 m**      **1.25 m Se asume**

### 3) Altura de la cámara húmeda:

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



Donde:

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

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

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

$$B = 0.025 \text{ m} \quad \Leftrightarrow \quad 1 \text{ pulg}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Por tanto: Altura calculada:  $C = 0.005 \text{ m}$

Resumen de Datos:

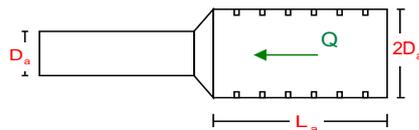
A= 10.00 cm  
 B= 2.50 cm  
 C= 30.00 cm  
 D= 10.00 cm  
 E= 40.00 cm

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

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

Altura Asumida:  $Ht = 1.00 \text{ m}$

### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:



#### Diámetro de la Canastilla

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

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

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

#### Longitud de la Canastilla

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

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

$$L = 6 \times 1.0 = 6 \text{ pulg} = 15.24 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$A_{TOTAL} = 2A_r$$

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

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

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

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

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

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

**Número de ranuras : 115 ranuras**

### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

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

#### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.95 \text{ l/s}$   
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.682 \text{ pulg}$

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

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.95 \text{ l/s}$   
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.682 \text{ pulg}$

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

### Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente: 0.95 l/s  
Gasto Mínimo de la Fuente: 0.65 l/s  
Gasto Máximo Diario: 0.50 l/s

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

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): 2.0 pulg  
Número de orificios: 4 orificios  
Ancho de la pantalla: 1.30 m

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

$$L = 1.238 \text{ m}$$

#### 3) Altura de la cámara húmeda:

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

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:

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

#### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

c

## **Anexo 7: Panel Fotográfico**

## **ANEXOS**

**Anexo 01:** Panel fotográfico.



**Fotografía N° 01:** Foto panorámica del lugar de estudio.



**Fotografía N° 02:** Foto de la fuente.



**Fotografía N° 03:** Foto del Almacenaje.



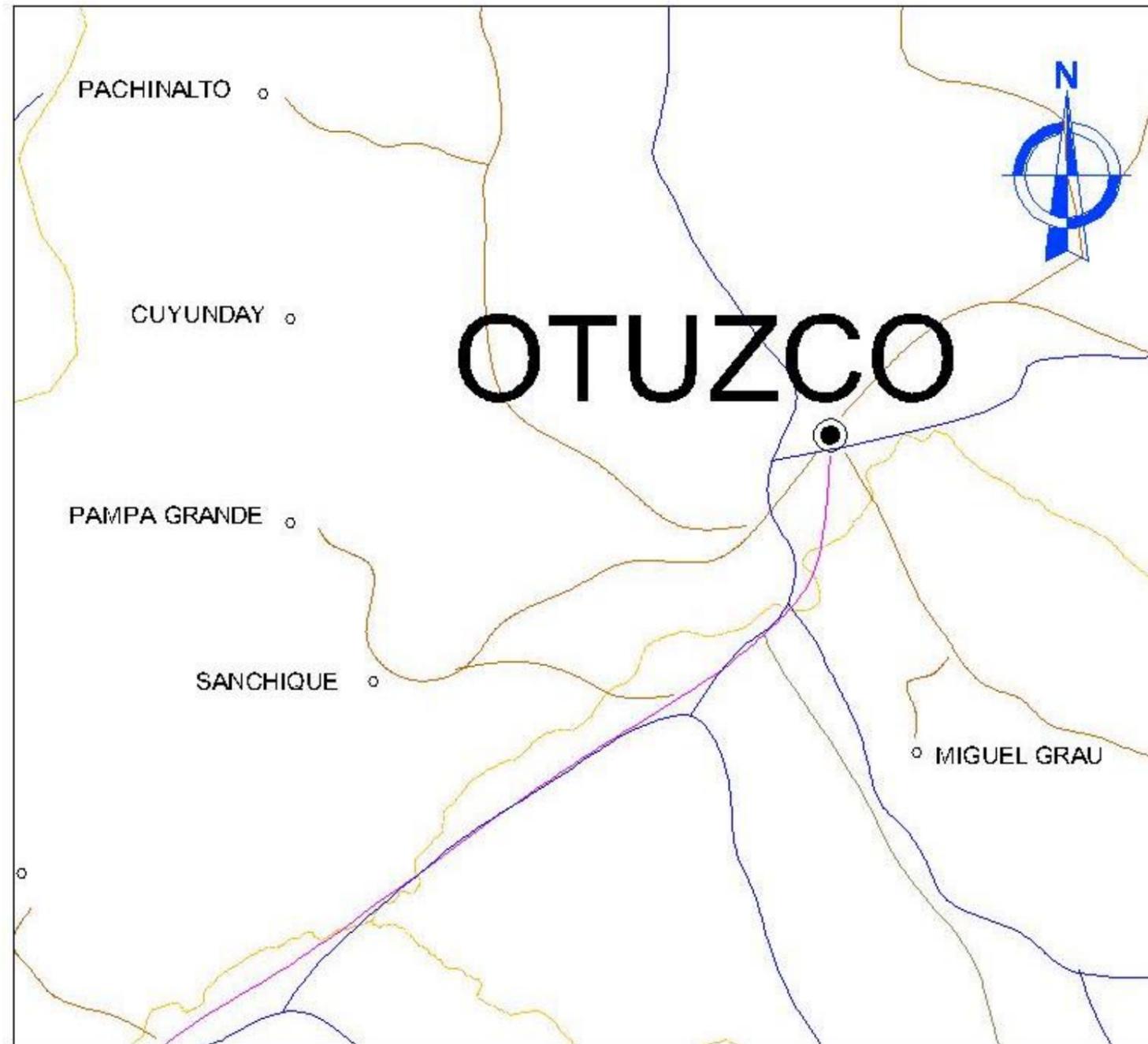
**Fotografía N° 04:** entrada al centro poblado el porvenir



**Fotografía N° 05:** toma de muestras de la fuente de agua potable

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

**Plano 1 plano de ubicación y localización**



**PLANO DE UBICACIÓN**

ESCALA: 1/500

**PLANO DE LOCALIZACIÓN**



REGIÓN : LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: OTUZCO  
 DISTRITO : OTUZCO  
 POBLADO : EL PORVENIR

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
ALUMNO: <b>SALVATIERRA GORBALAN JESUS</b>	
PLAN: UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	
PROYECTO: INVESTIGACIÓN - TESIS I	
METODO: INDICADA	FECHA: JUNIO - 2018
PLANO N° <b>U-01</b>	

