



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN  
SANITARIA DE LA POBLACIÓN EN EL CASERÍO DE  
UCHUSQUILLO, DISTRITO DE SAN LUIS, PROVINCIA  
DE CARLOS FERMIN FITZCARRALD,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2022**

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

**AUTOR:**

**SANCHEZ KENS, RICKS GONZALO  
ORCID: 0000-0003-0396-1539**

**ASESORA:**

**ZARATE ALEGRE, GIOVANA MARLENE  
ORCID: 0000-0001-9495-0100**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2023**

## **1. Título de la Tesis**

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022.

## **2. Equipo de Trabajo**

Autor

**Sánchez Kens, Ricks Gonzalo**  
**Código ORCID: 0000-0003-0396-1539**  
**Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado de**  
**Ingeniería Civil, Chimbote, Perú**

Asesora

**Zarate Alegre, Giovana Marlene**  
**Código ORCID: 0000-0001-9495-0100**  
**Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ciencias e Ingeniería,**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú**

Presidente

**Mgr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen**  
**ORCID: 0000-0001-9298-4059**

Miembro

**Lázaro Díaz, Saúl Heysen**  
**ORCID: 0000-0002-7569-9106**

Miembro

**Bada Alayo, Delva Flor**  
**ORCID: 0000-0002-8238-679X**

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

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

**Presidente**

Lázaro Diaz, Saul Heysen

ORCID: 0000-0002-7569-9106

**Miembro**

Bada Alayo, Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

**Miembro**

Zarate Alegre, Giovana Marlene

Código ORCID: 0000-0001-9495-0100

**Asesora**

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

##### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios, por brindarme la oportunidad de poder realizar mi sueño de ser un egresado de la carrera profesional de Ingeniería Civil.

A los docentes de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, profesionales que me formaron en el ámbito profesional, social y humano, cada enseñanza es la base de nuestro rendimiento profesional.

A mi esposa e hija, por ser mi apoyo siempre y mi fortaleza día a día.

A mis padres, por su apoyo incondicional y por todo lo que hicieron para poder cumplir la meta de ser un profesional.

## **Dedicatoria**

Dedico el presente informe a Dios por todo lo que me brinda día a día.

A mis queridos Padres por todo su apoyo incondicional en cada momento difícil que me tocó pasar.

A mi amada esposa, por ser mi apoyo emocional y siempre brindarme lo mejor, mi pequeña hija, por ser mi motor y motivo.

A mis queridos docentes por las enseñanzas diarias que me brindaron.

## **5. Resumen y abstract**

### **Resumen**

La presente tesis tuvo como título Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022, donde se determinó como objetivo general: Efectuar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo. La problemática fue: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, mejorará la condición sanitaria de la población – 2022? Se concluye que el sistema de abastecimiento de agua se encuentra en estado ineficiente, por lo cual se mejorará la captación con un ancho y largo de 1.10 m y alto de 1.10 m, la línea de conducción de 500.00 m de longitud, con diámetro de 1 plg, clase 10, tipo PVC, el reservorio cuadrangular de largo de 3.00 m, ancho de 3.00 m y altura de agua de 2.70 m, la línea de aducción de 160.00 m de longitud, con diámetro de 1 plg, clase 10, tipo PVC y la red de distribución que abastecerá a 175 viviendas con diámetros de  $\frac{3}{4}$  y 1 plg, clase 10, tipo PVC, con esto, los habitantes tendrán una mejor calidad de vida y se disminuirán las enfermedades.

**Palabras Clave:** Caserío de Uchusquillo, Incidencia en la condición sanitaria, Sistema de abastecimiento de agua potable.

## **Abstract**

This thesis was entitled Design of the Drinking Water Supply System and its impact on the sanitary condition of the population in the Caserío de Uchusquillo, district of San Luis, province of Carlos Fermín Fitzcarrald, department of Ancash – 2022, where it was determined as a general objective: To carry out the design of the drinking water supply system and its impact on the sanitary condition of the population in the Caserío de Uchusquillo. The problem was: Will the design of the drinking water supply system in the Caserío de Uchusquillo, district of San Luis, province of Carlos Fermín Fitzcarrald, department of Ancash, improve the sanitary condition of the population – 2022? It is concluded that the water supply system is in an inefficient state, so the catchment will be improved with a width and length of 1.20 m and height of 1.20 m, the conduction line of 500.00 m in length, with diameter of 1 in, class 10, PVC type, the quadrangular reservoir of length of 3.00 m, width of 3.00 m and water height of 2.70 m, the adduction line of 160.00 m in length, with diameter of 1 in, class 10, PVC type and the distribution network that will supply 175 homes with diameters of 3/4 and 1 in, class 10, PVC type, with this, the inhabitants will have a better quality of life and diseases will be reduced.

**Keywords:** Hamlet Uchusquillo, Incidence in sanitary condition, Drinking water supply system.

## 6. Contenido

<b>1. Título de la Tesis .....</b>	<b>ii</b>
<b>2. Equipo de Trabajo .....</b>	<b>iii</b>
<b>3. Hoja de firma del jurado y asesor .....</b>	<b>iv</b>
<b>4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....</b>	<b>v</b>
<b>5. Resumen y abstract.....</b>	<b>vii</b>
<b>6. Contenido.....</b>	<b>ix</b>
<b>7. Índice de gráficos, tablas y cuadros .....</b>	<b>xiii</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>II. Revisión de la Literatura.....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes .....	17
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	17
2.1.3. Antecedentes Locales .....	18
2.2. Bases teóricas de la Investigación.....	22
2.2.1. Diseño.....	22
2.2.2. Sistema de Abastecimiento de Agua .....	22
2.2.3. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua .....	22
2.2.3.1. Captación .....	22
2.2.3.1.1. Tipos de Captación.....	22
2.2.3.2. Línea de Conducción .....	24
2.2.3.2.1. Caudal de Diseño .....	24

2.2.3.2.2. Tipos de Tubería .....	24
2.2.3.2.4. Pérdida de carga .....	25
2.2.3.2.5. Velocidad .....	26
2.2.3.2.6. Presión.....	27
2.2.3.3. Reservorio de Almacenamiento.....	28
2.2.3.3.1. Tipos de Reservorio .....	28
2.2.3.3.2. Tuberías.....	28
2.2.3.3.3. Volumen.....	29
2.2.3.4. Línea de Aducción .....	30
2.2.3.5. Red de distribución .....	30
2.2.3.5.1. Tipo de Red de distribución .....	31
2.2.3.5.2. Válvulas.....	32
2.2.3.5.3. Aspectos Generales .....	33
2.2.3.6. Conexiones domiciliarias.....	33
2.2.4. Parámetros de Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua .....	34
2.2.4.1. Período de diseño.....	34
2.2.4.2. Población futura.....	35
2.2.4.3. Demanda de dotaciones .....	37
2.2.4.4. Demanda de dotaciones .....	38
2.2.4.4.1. Consumo promedio diario anual .....	38
2.2.4.4.2. Consumo máximo diario (Qmd) .....	39
2.2.4.4.3. Consumo máximo horario (Qmh) .....	40
2.2.4.4.4. Demanda de agua .....	40

2.2.5. Tipos de Fuentes de abastecimiento de agua.....	41
2.2.5.1. Aguas de lluvia .....	41
2.2.5.2. Aguas superficiales .....	41
2.2.5.3. Aguas subterráneas .....	41
2.2.6. Ciclo Hidrológico del agua.....	42
2.2.6.1. Calidad del agua.....	42
2.2.6.2. Cantidad de agua.....	42
2.2.7. Condición Sanitaria .....	42
2.2.7.1. Incidencia en la Condición Sanitaria .....	42
<b>III. Hipótesis .....</b>	<b>44</b>
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>45</b>
4.1 Diseño de la Investigación .....	45
4.2. Población y Muestra.....	46
4.2.1. Población .....	46
4.2.2. Muestra .....	46
4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores.....	47
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
4.5. Plan de análisis .....	51
4.6. Matriz de Consistencia .....	51
4.7. Principios éticos .....	54
<b>V. Resultados .....</b>	<b>56</b>
5.1. Resultados .....	56
5.2 Análisis de Resultados .....	64

<b>V. Conclusiones .....</b>	<b>70</b>
<b>Aspectos Complementarios.....</b>	<b>72</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>74</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>80</b>

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams. ....	25
<b>Tabla 2:</b> Periodo de diseño en estructuras. ....	35
<b>Tabla 3:</b> Coeficiente de crecimiento poblacional. ....	36
<b>Tabla 4:</b> Dotación de Agua por Región. ....	37
<b>Tabla 5:</b> Dotación de Agua por población y clima. ....	37
<b>Tabla 6:</b> Dotación de Agua por tipo de proyecto. ....	38
<b>Tabla 7:</b> Cuadro de definición y operacionalización de las variables e indicadores. ....	47
<b>Tabla 8:</b> Matriz de Consistencia. ....	52
<b>Tabla 9:</b> Diseño Hidráulico de la Captación. ....	56
<b>Tabla 10:</b> Diseño Hidráulico de la Línea de Conducción. ....	57
<b>Tabla 11:</b> Diseño Hidráulico del Reservorio. ....	58
<b>Tabla 12:</b> Diseño Hidráulico de la Línea de Aducción. ....	58
<b>Tabla 13:</b> Diseño Hidráulico de la Red de Distribución. ....	59
<b>Tabla 14:</b> Caudal de diseño. ....	102
<b>Tabla 15:</b> Diseño de la Captación de Ladera del Caserío de Uchusquillo. ....	103
<b>Tabla 16:</b> Diseño de la Línea de Conducción del Caserío de Uchusquillo. ....	106

<b>Tabla 17:</b> Diseño del Reservorio del Caserío de Uchusquillo.....	107
<b>Tabla 18:</b> Diseño de la Línea de Aducción del Caserío de Uchusquillo. ....	108
<b>Tabla 19:</b> Diseño de la Red de Distribución del Caserío de Uchusquillo. ....	109

## **I. Introducción**

El presente proyecto de investigación se realizó para diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Uchusquillo, para su incidencia en la condición sanitaria de la población, a fin de mejorar la vida de los pobladores de la zona. Los sistemas de abastecimiento de agua potable comprenden la examinación de diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, los cuales vienen comprendido por la captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y la red de distribución. Además, se debe tener en cuenta las cualidades que presenta el agua, llámese, calidad, cantidad y demás, que puedan brindar seguridad a la población para su consumo y demás usos que se le da día a día. Por este motivo, el presente proyecto de investigación llevó por **título** Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022. Para desarrollar el presente proyecto de investigación se planteó el siguiente **problema**: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, mejorará la condición sanitaria de la población – 2022? El **objetivo general** fue efectuar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022. Los **objetivos específicos** fueron: Determinar el resultado de la Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis,

provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2022; Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo - 2022; Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en línea de conducción en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022; Proponer la mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022; Obtener la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, para la mejora de la población – 2022. El presente proyecto de investigación se **justificó** ante la necesidad que presenta el Caserío de Uchusquillo por el desabastecimiento de agua de la zona y además de ello, tener conocimiento de la condición sanitaria en la que se encuentra. El **Universo** estuvo conformada por todo el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en las zonas rurales. **La muestra** estuvo compuesta por todos los elementos que componen el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Uchusquillo, 2022. Cabe mencionar que se usó la **técnica** de la observación y visitas a la zona para la recolección de datos durante la inspección, la cual nos sirvió para tomar decisiones, y como **instrumento** se emplearon formatos de encuestas extraído del SIRAS. El sistema de abastecimiento de agua potable tuvo como **delimitación espacial** el Caserío de Uchusquillo, ubicado en el distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, 2022. La **delimitación temporal** comprendió desde diciembre del año 2022 hasta marzo del año 2023.

## II. Revisión de la Literatura

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) La tesis “Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango” de Batres et al <sup>1</sup>; especifica como Objetivo General que hay que ayudar al desarrollo del municipio de San Luis del Carmen, con el diseño del sistema de abastecimiento de agua. Recalca en su conclusión: El rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable de San Luis del Carmen resuelve satisfactoriamente la falta de agua en la zona alta del municipio, de acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación realizada en EPANET, con ello, se garantiza que el sistema funcionaria unos 20 años más para la población.

b) En su tesis titulada “Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la finca municipal en el Cantón el Chaco, Provincia de Napo”; Pesantez et al <sup>2</sup> tiene como Objetivo General tuvo realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y agua potable del Cantón el Chaco. “Su conclusión indica que: El diseño agua potable y alcantarillado están íntimamente ligados, no solo entre sí, sino también con todos los aspectos sociales o geomorfológicos de la zona a servir; El sistema de distribución de agua potable ha sido íntegramente diseñado, desde la salida de la planta

de tratamiento incluyendo: tanque reservorio, conducción, pasos elevados, accesorios y válvulas, de manera que sea 100% funcional durante toda su vida útil, además gracias a que se ha considerado la sectorización del sistema por macro manzanas, en caso de existir un daño el resto del sistema puede seguir funcionando mientras se repara el sector perjudicado.”

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

a) En su tesis titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Callalli, distrito de Callalli, provincia de Caylloma, región de Arequipa, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021”; para Palle A <sup>3</sup> como Objetivo general tuvo Proponer un diseño de los elementos hidráulicos y estructurales, para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Callalli. La metodología menciona que “para poder obtener la información requerida para una investigación y de esta manera responder al planeamiento del problema, como puede ser la operacionalización de variables, se tiene que realizar una visita de campo.” Las conclusiones mencionaron que, “para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se ha realizado los diseños de los elementos hidráulicos y estructurales para una población futura de 229 habitantes con una tasa de crecimiento de 0.11%. cuyo caudal de diseño de 0.35 l/s. para una línea de conducción de 107.7 m de PVC C-7.5 de 1”, con un filtro lento con dos lechos filtrantes de 1.80m de ancho y 1.50 de largo con altura mínima de

arena de 0.30 m, Con un reservorio de 10 m<sup>3</sup>, con líneas de aducción de una longitud de 272.66 con tuberías de PVC C-7.5 de 1 pulgada y 3/4 y línea de distribución está conformada por tubería PVC C-7.5 Ø 3/4”, en una longitud de 1384.42 m.”

b) Para Oncevay A <sup>4</sup> en su tesis titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la asociación Los Licenciados Juan Santos Atahualpa del distrito Mazamari, provincia de Satipo, región de Junín, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021”; como Objetivo general tuvo Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en la Asociación de Los Licenciados. La metodología fue de tipo de investigación metodológica será investigación aplicada, Descriptivo y exploratorio, y no experimental. Las conclusiones mencionan que se realizó el diseño de los elementos hidráulicos, con una población actual de 96 habitantes, proyectándose a 20 años, con una tasa de crecimiento de 3.10%, con una población futura de 171 habitantes, se llegó a obtener un Qm de 0.14 l/s, QMD de 0.18 l/s y QMH de 0.28 l/s.; Siendo la captación de manantial tipo ladera con un tubo de distancia de la captación y afloramiento de 1.25 mts., con número de orificios de 2, con diámetro de reboce de 1” y un diámetro de tubería limpia de 1”.; La línea de conducción con una longitud de 487.20 mts., con un caudal máximo horario de 0.18 l/s y tubería PVC 1” de clase 5.; El reservorio con una capacidad de 5m<sup>3</sup>; con

una línea de aducción de longitud 152.14, con un caudal máximo horario de 0.28 y la tubería PVC 1” de clase 5.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

a) Para Castillo <sup>5</sup> en su tesis titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Congon, distrito de Huarney, provincia de Huarney, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021”; como Objetivo general tuvo Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del Centro poblado de Congon, distrito de Huarney, Provincia de Huarney, región Áncash - 2021. La metodología fue de tipo correlacional, y transversal; El nivel de investigación tuvo un carácter cualitativo y cuantitativo: El diseño fue descriptiva no experimental, ya que se describió la realidad del lugar sin alterarlo. Las conclusiones indican que, se concluye con un diseño de una captación de tipo ladera, con un caudal de fuente de 1.63 lt/seg, un caudal máximo diario de 0.50litros/seg. las tuberías de orificio con un diámetro de 2 pulgadas, su distancia del punto de afloramiento a la cámara húmeda 1.27 m. la altura de cámara húmeda de 1 m, la canastilla de 4 pulg de diámetro; la tubería de reboce y limpieza de 3 pulgadas y tubería de salida de 2”.

b) Para Lozano M <sup>6</sup> en su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición

sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarney, provincia de Huarney, región Áncash – 2019”; como Objetivo general tuvo Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarney, provincia de Huarney, región Áncash – 2019. La metodología empleada fue de tipo de la investigación fue correlacional, porque no se alteró lo más mínimo el lugar estudiado. El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque se usó magnitudes numéricas que fueron tratadas mediante herramientas del campo de la estadística y se diagnosticara donde obtendremos resultados. Las conclusiones indica que, Se concluye para la captación obtener los caudales de diseño para un óptimo diseño, siendo estos el caudal máximo de la fuente y el caudal máximo diario este diseño fue de 1.10 m de alto, largo y ancho, para la línea de conducción se deberá obtener el caudal máximo diario, determinándose en cálculos un diametro recomendado desde el mínimo, hasta que nos cumpla la velocidad en el tramo de tubería, el tramo de la línea de conducción es de 450 m, clase 10, tipo PVC, enterrada a 0.80 m, para el diseño del reservorio deberemos calcular el caudal promedio el cual está basada en la cantidad de pobladores y será útil para lograr identificar el volumen de nuestro reservorio, el cual es de 10 m<sup>3</sup>.

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

### **2.2.1. Diseño**

De acuerdo con lo mencionado por Frascara (7), nos explica que “el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable implica diversas estrategias que invitan a realizar un buen trabajo y este permita que todo el sistema funcione correctamente junto a sus componentes propiamente dichos.”

### **2.2.2. Sistema de Abastecimiento de Agua**

De acuerdo con Jiménez (8) “cuenta con un solo fin el abastecimiento de agua potable y es brindar la mayor cantidad de agua y con la seguridad de que esta tenga la calidad correspondiente para poder realizar las diversas funciones con el recurso mencionado.”

### **2.2.3. Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua**

#### **2.2.3.1. Captación**

De acuerdo con Ministerio de Economía y Finanzas (9) “este componente es el principal, aquel que se encarga de captar el punto de agua y este mismo, hacerlo llegar hasta la red de distribución.”

### 2.2.3.1.1. Tipos de Captación

De acuerdo con Agusti F <sup>10</sup> indica que, “el primer elemento de cualquier sistema de abastecimiento de agua es la captación. Ésta puede ser de aguas superficiales o de aguas subterráneas.”

#### a) Fondo:

De acuerdo con Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento <sup>11</sup>, señala que “cuando se capta agua que emerge en terreno llano. La estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua; consta de cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula el caudal al utilizarse y una cámara seca que protege válvulas.”

#### b) Ladera:

“Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie tipo plano inclinado con carácter puntual.”

$$Q = 0,2788 * C * D^{0,63} * S^{0,54}$$

### **2.2.3.2. Línea de Conducción**

De acuerdo con Ministerio de Economía y Finanzas (9) nos indica que “aquellas líneas de conducción son tomadas desde la captación hasta el reservorio de almacenamiento. El diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de 20mm; El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1 m.”

#### **2.2.3.2.1. Caudal de Diseño**

“La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmd). Deben utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado.”

#### **2.2.3.2.2. Tipos de Tubería**

De acuerdo con Reglamento Nacional de Edificaciones - OS. 100 <sup>12</sup>, “para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión. En caso de utilizarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en el siguiente cuadro.”

**Tabla 1:** Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams.

<b>Coeficiente de Rugosidad de Hazen-Williams</b>	
<b>Tipo de Tubería</b>	<b>“C”</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	110
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno. Asbesto Cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150

Fuente: Norma OS 010.

#### **2.2.3.2.4. Pérdida de carga**

De acuerdo con Agüero <sup>9</sup> indica que, “la pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Esta se representa indicada por la Línea de Gradiente Hidráulica y puede presentarse una presión

residual positiva o negativa, cabe resaltar que la presión residual al ser mayor al 10% la tubería se denomina corta.”

$$hf = \frac{S}{L}$$

Donde:

- hf = Perdida de carga
- S = Carga Disponible
- L = Longitud de tubería

#### **2.2.3.2.5. Velocidad**

De acuerdo con Agüero<sup>9</sup> indica que, “el diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 5,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de conducción es de 3/4” para el caso de sistemas rurales. Velocidad del flujo (V) definida mediante la fórmula:

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

Donde:

- D = Diámetro Interno Tubería (m).

- Q = Caudal l/s
- V = Velocidad del Agua (m/s)

### 2.2.3.2.6. Presión

De acuerdo con Reto <sup>13</sup> indica que, “se denomina presión a la carga en unidad de fuerza ejercida sobre un área determinado.

En la línea de conducción, la presión es la fuerza sobre el área de la tubería gracias a la energía gravitacional producida por las grandes pendientes.”

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

Donde:

- Z = La altura donde se encuentra la tubería
- P= Presión ejercida por el fluido en la tubería
- $\gamma$  = Peso específico del agua.
- V = Velocidad del fluido.
- Hf = Perdidas de carga producidas por el recorrido.

### **2.2.3.3. Reservorio de Almacenamiento**

De acuerdo con Terán <sup>14</sup> indica que “el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conduce el agua desde el tanque de regularización hasta la entrada de las cajas de los usuarios y está formada por dos partes importantes que son, la línea de alimentación y la red de distribución propiamente dicha.”

De acuerdo con Pittman <sup>15</sup> indica que, “un sistema de abastecimiento de agua requerirá un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Qmh).”

#### **2.2.3.3.1. Tipos de Reservorio**

De acuerdo con Poma, Ramos<sup>16</sup> indica que, “los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados.”

- a) Reservorios elevados
- b) Reservorios apoyados
- c) Reservorios enterrados

#### **2.2.3.3.2. Tuberías**

- a) Tubería de llegada

b) Tubería de salida

c) Tubería de limpieza

d) Tubería de rebose

e) By pass

#### **2.2.3.3.3. Volumen**

De acuerdo con Reglamento Nacional de Edificaciones, en el artículo 5.3 de la Norma OS. 030 <sup>17</sup>, indica que “para establecer a capacidad del reservorio, es necesario reflexionar sobre la indemnización de las variaciones horarias, acontecimiento como incendios, previsión de almacenamientos para resguardar daños y obstáculos en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.”

**a) Volumen de Regulación:** “Se calcula con el diagrama de masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se considera el 25% del Caudal promedio anual de la demanda.”

**b) Volumen Contra Incendio:** “Volumen contra incendio, Según RNE 122.4a, para poblaciones menores a 10000 hab. se considera 5m<sup>3</sup>.”

**c) Volumen de Reserva:** “El volumen de reserva se considera el 20% del volumen de regulación.”

#### **2.2.3.4. Línea de Aducción**

De acuerdo con Hidro Pluviales <sup>18</sup> redacta que; “la captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad.”

De acuerdo con García <sup>19</sup>, indica que, “aquella línea trazada de aducción se encuentra desde el reservorio hasta la red de distribución que comprende el sistema de abastecimiento.”

#### **2.2.3.5. Red de distribución**

De acuerdo con Segura <sup>20</sup> indica que, “trabajan bajo tierra de un sitio donde se está aplicando el proyecto, las cuales son un conjunto de tuberías donde nos ayudara a conducir el agua a viviendas que se encuentren distribuidas ya sean por tres tipos de redes, abierta, cerrada o mixta.”

De acuerdo con Comisión Nacional del Agua <sup>21</sup> indica que, “es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o el hidrante público.”

#### **2.2.3.5.1. Tipo de Red de distribución**

##### **a) Redes abiertas**

De acuerdo con Jiménez T <sup>22</sup> indica que, “las redes de distribución abiertas o ramificadas, tienen como característica que el agua discurre siempre en el mismo sentido. Se componen esencialmente de tuberías primarias, las cuales se ramifican en conducciones secundarias y éstas, a su vez, se ramifican también en ramales terciarios.”

El caudal del ramal será:

$$Q_{ramal} = K * \sum Qg$$

Donde:

- $Q_{ramal}$  = Caudal en cada ramal en l/s
- $Qg$  = Caudal de grifo (l/s), >10l/s
- $K$  = Coeficiente de simultaneidad entre 0.2 a 1

## **b) Redes cerradas**

De acuerdo con Jiménez T <sup>22</sup> indica que, “en las redes malladas, las tuberías principales se comunican unas con otras, formando circuitos cerrados.”

### **2.2.3.5.2. Válvulas**

**a) Válvula de control:** De acuerdo con Resolución Ministerial N° 192-2018 – VIVIENDA <sup>23</sup> determina que, “se instala en la red de distribución, ayuda para graduar el caudal del líquido por secciones y para desarrollar la labor de conservación y restauración”

**b) Válvula de paso:** De acuerdo con Resolución Ministerial N° 192-2018 – VIVIENDA <sup>23</sup> determina que, “ayuda para examinar u organizar la entrada del líquido a la casa y para la conservación y restauración”

**c) Válvula de purga:** De acuerdo con Resolución Ministerial N° 192-2018 – VIVIENDA <sup>23</sup> determina que, “se ubica en los trazos más pequeños del campo que sigue todo el tramo de conducción. Sirve para descartar el lodo o arenilla que se amontona en el proceso del conducto”

### **2.2.3.5.3. Aspectos Generales**

#### **a) 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.

#### **b) 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.
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

#### **c) Materiales**

“El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios.”

### **2.2.3.6. Conexiones domiciliarias**

De acuerdo con CONAGUA <sup>24</sup> indica que, “se encuentra ubicado generalmente en la vereda de la vivienda abastecida, la conexión

domiciliaria brinda el acceso al servicio de agua potable; está conformada por elementos de toma, medición y caja de protección.”

De acuerdo con Machado A <sup>25</sup> indica que, “las conexiones domiciliarias son las conexiones al domicilio o pileta pública a partir de la red, se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.”

#### **2.2.4. Parámetros de Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua**

##### **2.2.4.1. Período de diseño**

De acuerdo con Norma Técnica de Diseño<sup>26</sup> indica que, “es aquel tiempo en el cual podrá concluir su aplicación, se puede definir también como la vida útil de una obra ejecutada, por ello se tendrá que tener en cuenta normas que se encuentren vigentes para así poder tener la seguridad el tiempo en el diseño que estamos realizando.”

De acuerdo con Reglamento Nacional de Edificaciones<sup>27</sup> indica que, “los proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el periodo de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los periodos óptimos para cada componente de los sistemas.”

**Tabla 2:** Período de diseño en estructuras.

**Período de diseño en Estructuras**

<b>Componente</b>	<b>Período de diseño</b>
<b>Obras de captación</b>	20 años
<b>Conducción</b>	20 años
<b>Reservorio</b>	20 años
<b>Red principal</b>	20 años
<b>Red secundaria</b>	10 años

Fuente: Ministerio de Salud.

**2.2.4.2. Población futura**

De acuerdo con Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento <sup>28</sup>, “es recomendable por su exactitud el uso del método aritmético o racional para el cálculo de la población futura o de diseño. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.”

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

Donde:

- Pf = Población futura
- Po = Poblacional actual
- r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes
- T = N° de años

**Tabla 3:** Coeficiente de crecimiento poblacional.

**Coeficiente de crecimiento lineal por departamento (r)**

<b>Departamento</b>	<b>Crecimiento anual por 1000 habitantes</b>	<b>Departamento</b>	<b>Crecimiento</b>
<b>Piura</b>	30	<b>Cusco</b>	15
<b>Cajamarca</b>	25	<b>Apurímac</b>	15
<b>Lambayeque</b>	35	<b>Arequipa</b>	15
<b>La Libertad</b>	20	<b>Puno</b>	15
<b>Áncash</b>	20	<b>Moquegua</b>	10
<b>Huánuco</b>	25	<b>Tacna</b>	40
<b>Junín</b>	20	<b>Loreto</b>	10
<b>Pasco</b>	25	<b>San Martín</b>	30
<b>Lima</b>	25	<b>Amazonas</b>	40
<b>Ica</b>	32	<b>Madre de Dios</b>	40

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

### 2.2.4.3. Demanda de dotaciones

**Tabla 4:** Dotación de Agua por Región.

#### Dotación por región

Región	Dotación (l/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio de Salud.

**Tabla 5:** Dotación de Agua por población y clima.

#### Dotación por clima

Población (Habitantes)	Dotación	
	Frío	Cálido
Rural	100	100
2000 – 10000	120	150
1000	150	200
50000	200	250

Fuente: Organización Mundial de la Salud.

**Tabla 6:** Dotación de Agua por tipo de proyecto.

<b>Tipo de proyecto</b>	<b>Dotación (lppd)</b>
<b>Agua potable domiciliaria con alcantarillado</b>	100
<b>Agua potable domiciliaria con letrinas</b>	150
<b>Agua potable con piletas</b>	200

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

#### **2.2.4.4. Demanda de dotaciones**

##### **2.2.4.4.1. Consumo promedio diario anual**

De acuerdo con Agüero <sup>9</sup> indica que, “el consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s), se determinó mediante la siguiente expresión:”

$$Q_m = \frac{PF \times \text{dotacion}(d)}{\frac{86400s}{\text{dia}}}$$

Donde:

- $Q_m$  = Consumo promedio diario l/s
- $P_f$  = Población futura
- $D$  = Dotación l/hab./día

#### **2.2.4.4.2. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )**

De acuerdo con Agüero <sup>9</sup> indica que, “el consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Según el art. 1.5 de la norma OS. 10019, nos indica que se deben considerar un coeficiente  $K_1 = 1.3$ .”

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

Donde:

- $Q_{md}$  = Consumo máximo diario
- $Q_m$  = Consumo promedio diario l/s
- $K_1$  = Coeficiente

#### **2.2.4.4.3. Consumo máximo horario (Qmh)**

De acuerdo con Agüero <sup>9</sup> indica que, “el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Según el art. 1.5 de la norma OS. 10019, nos indica que se deben considerar un coeficiente K2 = 1.8 < > 2.5.”

$$Q_{mh} = K2 \times Q_m$$

Donde:

- Qmh = Consumo máximo horario
- Qm = Consumo promedio diario l/s
- K2 = Coeficiente

#### **2.2.4.4.4. Demanda de agua**

De acuerdo con Agüero <sup>9</sup> indica que, “de acuerdo al número de habitantes de la población elegida y el tipo de la comunidad, se determina la variación del consumo de agua debido a que la temperatura.”

## **2.2.5. Tipos de Fuentes de abastecimiento de agua**

### **2.2.5.1. Aguas de lluvia**

De acuerdo con Hidro Pluviales <sup>29</sup> nos redacta que “la captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no se pueden obtener aguas de las diversas lluvias que suceden y las demás no pueden ser obtenidas de las aguas subterráneas.”

### **2.2.5.2. Aguas superficiales**

De acuerdo con PRONASAR <sup>30</sup> nos explica que “las diversas aguas superficiales se producen por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas.”

### **2.2.5.3. Aguas subterráneas**

De acuerdo con Salazar A <sup>31</sup> nos informa que “las aguas subterráneas son el agua situada por debajo de la superficie del suelo en los espacios porosos del suelo y en las fracturas de las formaciones rocosas.”

## **2.2.6. Ciclo Hidrológico del agua**

### **2.2.6.1. Calidad del agua**

De acuerdo con Organización Mundial de la Salud y Asistencia Social de Guatemala C.A. <sup>32</sup> indica que “en los diversos países del mundo, la calidad del agua se ha vuelto un problema, puesto que, todas en cierto porcentaje, se encuentran contaminadas por diversos agentes.”

### **2.2.6.2. Cantidad de agua**

De acuerdo con Organización Mundial de la Salud y Asistencia Social de Guatemala C.A. <sup>32</sup> indica que “aquella cantidad de agua que se requiere para la población debe seguir ciertos parámetros para que pueda abastecer a cada parte de los países del mundo, esta misma, debe considerar el caudal necesario que permita que el agua llegue en mayor cantidad y en las mejores condiciones, abasteciendo cada zona.”

## **2.2.7. Condición Sanitaria**

De acuerdo con Ministerio de Salud <sup>33</sup> indica que, “lo que concierne a una excelente condición sanitaria, se refiere a cuando el agua cumple con los requisitos de calidad de las autoridades sanitarias y no presenta

concentraciones peligrosas de contaminantes o patógenos que puedan ser nocivos para la salud de las personas, en este caso menciona que se encuentra en buena condición sanitaria.”

#### **2.2.7.1. Incidencia en la Condición Sanitaria**

“La incidencia en la condición sanitaria se basa en que el sistema de agua potable debe estar bien distribuida, con cantidades suficientes y con muy buena presión, sus componentes, los accesorios como las válvulas y las cañerías deben de encontrarse en buen estado, así mismo la calidad, cantidad y la cobertura de agua tiene que ser eficiente para que así la población no tenga ningún problema con el agua al momento de consumirlo.”

### **III. Hipótesis**

No aplica.

## IV. Metodología

### Tipo de Investigación

El estudio de investigación fue del tipo descriptivo correlacional, puesto que, este estudio cuenta con dos variables, una independiente y otra dependiente, ambas relacionándose entre sí.

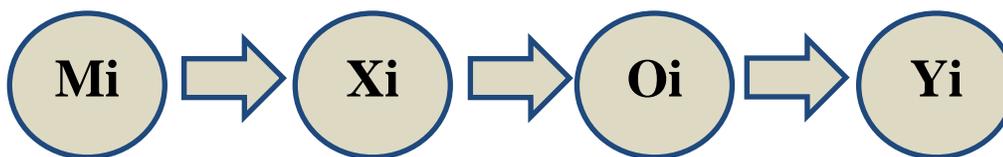
### Nivel de Investigación

El nivel de investigación del presente estudio que se determinó fue cualitativo y cuantitativo. Estos estarán de acuerdo con los objetivos tanto generales como específicos.

### 4.1 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se determinó teniendo como referencia y ayuda del tipo y nivel de investigación por el cual se dio el presente trabajo de investigación. El diseño de la investigación fue no experimental y de corte transversal, porque se circunscribe a un espacio temporal de la realidad, la cual se analizó en el período de Febrero del 2022.

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:



Donde:

- Mi: Muestra: Sistema de Agua Potable del Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash.
- Xi: Variable Independiente: Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.
- Oi: Resultados
- Yi: Variable Dependiente: Incidencia en la condición sanitaria del Caserío de Uchusquillo.

## **4.2. Población y Muestra**

### **4.2.1. Población**

La **población** estuvo formada por el Sistema de Abastecimiento de agua potable en zonas rurales del distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash.

### **4.2.2. Muestra**

La **muestra** estuvo constituida por el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash.

### 4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores

**Tabla 7:** Cuadro de definición y operacionalización de las variables e indicadores.

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de estructuras que tiene como finalidad principal, entregar a los habitantes de un lugar o zona, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer nuestras necesidades.	Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, desde el primer punto, que es la captación hasta la distribución del sistema a las viviendas.	Captación	- Tipo - Caudal	- Nominal - Razón
			Línea de Conducción	- Diámetro - Velocidad - Presión - Distancia - Pendiente	- Razón - Razón - Razón - Razón - Razón
			Reservorio	- Tipo - Volumen	- Nominal - Razón
			Línea de Aducción	- Diámetro - Velocidad - Presión - Distancia - Pendiente	- Razón - Razón - Razón - Razón - Razón

			Red de Distribución	- Velocidad - Presión - Diámetro - Distancia - Pendiente	- Razón - Razón - Razón - Razón - Razón
--	--	--	---------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia. (2023).

*Tabla: Continuación...*

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA</b>	La incidencia en la condición sanitaria se basa en que el sistema de agua potable debe estar bien distribuida, con cantidades	Visitas con apuntes en los SIRAS.	Cobertura	- Caudal Mínimo - Dotación - Viviendas conectadas	- Intervalo - Nominal - Ordinal
			Cantidad	- Conexión Domiciliaria. - Caudal	- Ordinal - Intervalo

<b>POBLACIÓN</b>  N	suficientes y con muy buena presión, sus componentes, los accesorios como las válvulas y las cañerías deben de encontrarse en buen estado.		Continuidad	- Determinación del estado de la fuente.  - Tiempo de trabajo de la fuente.	- Nominal  - Intervalo
			Calidad del agua	- Controlar los niveles de cloro.  - Evitar las enfermedades.  - Supervisar el agua.	- Nominal  - Nominal  - Nominal

Fuente: Elaboración propia. (2023).

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

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

Se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- Técnica de observación directa: La cual se realizó mediante la observación directa del lugar en estudio.
- Guía de observación: En la cual se reportaron todas las incidencias y datos básicos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash., y su incidencia en la condición sanitaria de la población.

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

Se realizaron visitas a la zona de estudio, en el cual se obtendrán información de campo mediante el uso de fichas técnicas y encuestas del SIRAS, la cual se procesó en gabinete siguiendo una secuencia metodológica convencional, y así se pudo hallar las mejores opciones en cuanto a la mejora de los componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, que permita satisfacer la demanda para los servicios de agua.

#### **4.5. Plan de análisis**

Se toman en cuenta los siguientes ítems:

- Determinación y ubicación del área de estudio.
- Determinación del estudio de suelos.
- Determinación del estudio del agua.
- Establecer los tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.
- Elaboración del estudio de impacto ambiental.

#### **4.6. Matriz de Consistencia**

**Tabla 8:** Matriz de Consistencia.

<b>Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MARCO TEORICO Y CONCEPTIAL</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>
<p><b>Caracterización del problema:</b> El Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío de Uchusquillo que abastece de agua potable se encuentra ubicado en el distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, 2022.</p>	<p><b>Objetivo General</b> Efectuar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash – 2022.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar el resultado de la Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022. Determinar la dotación de agua requerida en el sistema</p>	<p><b>Antecedentes:</b> - Antecedentes Internacionales. - Antecedentes Nacionales. - Antecedentes Locales.</p> <p><b>Bases Teóricas:</b> - Agua. - Ciclo hidrológico del agua. - Fuentes de abastecimiento de agua. - Agua potable. - Sistema de abastecimiento de agua potable.</p>	<p><b>Tipo y nivel de la Investigación:</b> Es tipo descriptivo correlacional, nivel cuantitativo y cualitativo.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> Mi Xi Oi Yi Mi: Muestra, Xi: Variable independiente, Oi: Resultados e Yi: Variable dependiente.</p> <p><b>Población y Muestra:</b> Estuvo conformado por todo el Sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald,</p>	<p>1. Batres et al. Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño Del Alcantarillado Sanitario Y De Aguas Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen [Tesis de Grado]. San Salvador, El Salvador: Universidad del Salvador; 2015. [cited 02 Ene 2023].</p> <p>2. Pesantez et al. Cálculo Y Diseño Del Sistema De Alcantarillado Y Agua Potable Para La Lotización Finca Municipal , En El Cantón El Chaco, Provincia de Napo [Tesis de Grado].</p>

<p><b>Enunciado del problema:</b></p> <p>¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, mejorará la condición sanitaria de la población – 2022?</p>	<p>de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.</p> <p>Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en línea de conducción en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.</p> <p>Proponer la mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.</p> <p>Obtener la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022</p>	<p>- Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.</p> <p>- Diseño de abastecimiento de agua potable.</p> <p>- Captación.</p> <p>- Línea de Conducción.</p> <p>- Reservorio.</p> <p>- Línea de Aducción.</p> <p>- Red de Distribución.</p>	<p>departamento de Ancash, 2022.</p> <p><b>Definición y operacionalización de las variables:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variable</li> <li>- Definición conceptual</li> <li>- Dimensiones</li> <li>- Definición operacional</li> <li>- Indicadores</li> </ul> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de información:</b></p> <p><b>Técnica:</b> La observación</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha Técnica de Evaluación, Encuestas.</p> <p><b>Plan de análisis:</b> Se desarrollarán cuadros y gráficos en Excel.</p> <p><b>Principios éticos:</b></p>	<p>de Sangolqui, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas; 2016. [cited 02 Ene 2023].</p> <p>3. Allca. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en Vista Alegre, Rio Tambo – 2019. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil]. Rio Tambo; Junín, Perú: [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2019 [cited 02 Ene 2023].</p>
---	---	---	---	--

Fuente: Elaboración propia. (2023).

#### **4.7. Principios éticos**

Para Schulz P <sup>33</sup> indica que, un punto importante de discusión en la actualidad es el lugar que la ética debe tener en la ciencia, y en las investigaciones. En principio, este tema se puede subdividir en dos: uno referente a la ética relacionada con la ciencia en sí, y otra que analiza la ética en las relaciones entre la ciencia y la sociedad. La preocupación por los problemas morales acerca de la ciencia no es nueva. En principio, los problemas morales y éticos no son atemporales.

Es por eso que se debe tener en cuenta los siguientes principios éticos:

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

- Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que se empleará para poder realizar nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella.
- Pedir los permisos correspondientes y explicar de una manera concisa los objetivos y la justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

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

- Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realice la toma de datos en la zona de evaluación.

- De esa forma los análisis serán veraces y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado.

**c) Ética para la solución de análisis**

- Tener en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectado los elementos estudiados propios del proyecto.
- Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área afectada, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación.

**d) Ética en la solución de resultados**

- Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas obtenidas y los tipos de daños que la afectan.

## V. Resultados

### 5.1. Resultados

a) **Dando respuesta al primer objetivo específico:** Determinar el resultado de la Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, distrito de San Luis, provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald, departamento de Ancash, para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2022:

**Tabla 9:** Diseño Hidráulico de la Captación.

DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA		
Descripción	Cantidad	Unidad
Diámetro de orificio en cámara húmeda	2.00	pulg
Número de orificios	3.00	unid.
Ancho de la cámara húmeda	1.10	m
Largo de la cámara húmeda	1.10	m
Altura de la cámara húmeda	1.05	m
Diámetro de tubería de salida	2.00	pulg
Diámetro de canastilla	4.00	pulg
Longitud de canastilla	0.25	m
Diámetro de tubería de rebose y limpia	2.00	pulg

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se manifiesta el resultado de la captación, en ella se ve que se determinó 3 orificios para la pantalla de la cámara húmeda, siendo de un diámetro de 2", a su

vez, la captación tuvo como medidas, ancho 1.10m, largo 1.10m y altura 1.05m. De acuerdo con los cálculos hallados, los diámetros de la tubería de salida serán de 2”, contó con canastilla de 0.25m y de diámetro 2”.

**Tabla 10:** Diseño Hidráulico de la Línea de Conducción.

DISEÑO HIDRAÚLICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Caudal	1.12	lt/s
Diámetro de tubería	2.00	pulg
Velocidad en la tubería	0.60	m/s
Longitud de tubería	500.00	m
Cámara rope presión tipo 6	2.00	unid.
Clase de tubería PVC	7.5	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la tabla de la Línea de Conducción se aprecia los resultados de dicho diseño, en ello nos muestra que se obtuvo una longitud de 500 m para la conducción, teniendo un diámetro de 2”, en cuanto a la velocidad que se calculo fue de 0.60 m/s.

**Tabla 11:** Diseño Hidráulico del Reservorio.

<b>DISEÑO DE RESERVORIO SUPERFICIAL</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Volumen de regulación	18.58	m <sup>3</sup>
Volumen contra incendios	0.00	m <sup>3</sup>
Volumen reserva	0.38	m <sup>3</sup>
Volumen de diseño de reservorio	20.00	m <sup>3</sup>
Ancho interior del reservorio	3.70	m
Largo del interior del reservorio	3.70	m
Diámetro de tubería de llegada	2.00	pulg
Diámetro de tubería de salida	2.00	pulg

Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación:**

En los resultados que contiene la tabla de diseño del reservorio, se puede observar que se estimó un volumen de regulación de 18.58 m<sup>3</sup>, un volumen de reserva de 0.38 m<sup>3</sup> y en cuanto al volumen de contra incendios no se consideró porque la población no supera los 2000 habitantes.

**Tabla 12:** Diseño Hidráulico de la Línea de Aducción.

<b>DISEÑO HIDRAÚLICO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Caudal	1.72	lt/s
Diámetro de tubería	2.00	pulg
Velocidad en la tubería	0.80	m/s
Longitud de tubería	160.00	m
Clase de tubería PVC	7.5	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la tabla se muestra los resultados que se obtuvieron del diseño de la Línea de Aducción, donde se puede apreciar que la longitud de la tubería a emplear fue de 160 m, y que la tubería fue de material PVC y de clase 10, de igual manera, se estimó una tubería de 2" de diámetro. Además, recalcar que se obtuvo una velocidad de 0.80 m/s y que se calculó el diseño con un caudal de 1.72 l/s.

**Tabla 13:** Diseño Hidráulico de la Red de Distribución.

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Diámetro de tubería	2	pulg
	1 1/2	pulg
	1	pulg
	3/4	pulg
Longitud total de tubería proyectado	2535.70	m
Velocidad en la tubería	0.30 - 1.42	m/s
Cámara rope presión tipo 7	5	unid
Clase de tubería PVC	10	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En la tabla se manifiesta los resultados, donde se estimó un caudal máximo horario de 1.91 l/s para el diseño de la línea red de distribución abierta, de acuerdo a los resultados, se obtuvieron tuberías PVC de Ø 2", 1 1/2", 1" y 3/4" para la red, presentando una longitud de tubería de 2535.7 m. Conforme a los cálculos de la

red, presentó velocidades entre 0.30m/s y 1.42m/s que según la RM-192-2018 se está cumpliendo con criterio de la velocidad. Adicionalmente se tuvo que instalar 5 cámaras rompe presión tipo 7.

**b) Dando respuesta al segundo objetivo específico:** Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.

La dotación de agua que es requerida para el abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo, fue determinada a través de tablas y de la población a la cual se le brindara el servicio, la cual fue de 50 l/hab/día.

**c) Dando respuesta al tercer objetivo específico:** Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en línea de conducción en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.

### **1. Las velocidades:**

La velocidad obtenida en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable fue de 0.60 m/s, la cual es permisible y mínima pero no suficiente para abastecer a todo el sistema.

## **2. Pérdidas de cargas:**

Las pérdidas de carga que fueron determinadas en el sistema de abastecimiento de agua potable, contempladas por las cargas de los accesorios, la diferencia de cotas y demás, indican que hay una pérdida de carga total de:

$$H_{ft} = 2.12 \text{ m}$$

## **3. Presiones:**

Las presiones en la línea de conducción ocasionadas por la fuerza ejercida en el área de las tuberías y las grandes pendientes, fue de:

$$H_f = 0.51 \text{ m}$$

**d) Dando respuesta al cuarto objetivo específico:** Proponer la mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.

**1. Captación:** Se ubicó un manantial de ladera y concentrado como fuente de abastecimiento de agua para el diseño de la captación, compuesta por la cámara húmeda con medidas de 1.10m x 1.10m x 1.05m, a su vez contiene dentro de ella; la tubería de rebose limpia y salida de 2", también cuenta con una canastilla de 0.15m con diámetro 2".

**2. Línea de Conducción:** Se proyectó una línea de conducción por gravedad de una longitud de 500m entre la captación y el reservorio, con una tubería PVC de

2”, dicho material presenta una rugosidad de 150. Asimismo, se ubicó 2 unidades de cámaras rompe presión tipo 6 debido al desnivel que presenta.

**3. Reservorio:** Se determinó un reservorio tipo superficial con un volumen de almacenamiento de 70m<sup>3</sup> de agua; para ello se estimó el volumen total del reservorio de acuerdo con la norma OS 030, que determina el 25% de la dotación promedio anual para el volumen de regulación, adicionalmente se determinó un volumen de reserva.

**4. Línea de aducción:** Se proyectó una línea de aducción para un tramo de 160m con un diámetro de tubería de 2”, también se empleó tubería de material PVC clase 10, que presentó una rugosidad de 150.

**5. Red de Distribución:** Se proyectó una red de distribución de una longitud total de tubería de 2535.70m, dentro de las cuales presentó tuberías de 3/4”, 1”, 2” y 1 1/2” de diámetro. el sistema que aplicamos en este diseño es de un sistema abierto, por motivos que las viviendas se encuentran alejadas entre sí.

**e) Dando respuesta al quinto objetivo específico:** Obtener la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022

La **cobertura** del servicio se evaluó determinando el caudal de estiaje el cual es 0.74 l/s. La **cantidad de agua** brindada a los habitantes en el Caserío de Uchusquillo es de regular, por ello se realizó el diseño del abastecimiento de agua potable. La **calidad** del servicio se determinó a través de las encuestas realizadas a

los habitantes, donde se determinó que esta de manera regular por diferentes motivos. La condición sanitaria del Caserío de Uchusquillo se encuentra en un estado Regular – Bueno en general, evaluando la cobertura, cantidad, y calidad del agua.

## 5.2 Análisis de Resultados

### a) **Determinar el resultado de la Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.**

1. Captación: En el diseño de la captación se ubicó una fuente de agua en una ladera, por tanto, se tuvo que diseñar una captación de ladera, donde se obtuvo de dimensiones de 1.10m x 1.10m x 1.05m, a su vez, determinó una tubería de rebose, limpia y salida de 2”, también se estimó una canastilla de 0.25m con diámetro 2”. Del mismo modo en la tesis de Batres et al, titulada “Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango”, se utilizó las mismas consideraciones en el diseño de la captación en el momento de determinar los valores de distancia vertical entre el afloramiento y el orificio de entrada, así como para la velocidad de pase, altura de sedimentación y borde libre, ya que, dichos valores fueron asumidos de acuerdo a recomendaciones.

2. Línea de conducción: Se proyectó con una línea de conducción a gravedad el cual presentó una longitud de 500 m de distancia comprendido entre la captación y el reservorio, para ello se empleó una tubería PVC de 2”. Asimismo, se tuvo que instalar 2 cámaras rompe presión tipo 6 para poder reducir la presión en la tubería, ya que presentaba un gran desnivel debido a la topografía del terreno. Además, hacer hincapié que el material PVC tuvo una rugosidad de 150. De la misma manera en la tesis de Pesantez et al, titulada “Cálculo y diseño del sistema de

alcantarillado y agua potable para la finca municipal en el Cantón el Chaco, Provincia de Napo”, se empleó los mismos criterios que la investigación en estudio, con respecto al diseño de la línea de conducción para al cálculo hidráulico, empleando las fórmulas de Hazem y Williams para calcular las velocidades, presiones y pérdida de carga y asimismo verificar si cumplen con las normas. A su vez utilizó cámaras rompe presión tipo 6 todo el tramo de la línea de conducción, así como cámaras de reunión para reunir los caudales de varias captaciones en una sola estructura.

3. Reservorio: Para abastecer a toda la población se calculó un reservorio con una capacidad de 20 m<sup>3</sup> de agua, dicho reservorio se ubicó de manera estratégica en un punto alto para que garantice una buena presión en la red de distribución y así poder abastecer a toda la población, para ello se estimó el volumen total del reservorio de acuerdo con la norma RM-192-2018, y con estos datos obtenidos, realizar un reservorio de mayor magnitud que pueda abastecer a los habitantes. Por otro lado, la tesis de Ramos titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del anexo Santa Clara, 2019”, realizó el cálculo de volumen de almacenamiento del reservorio, en ello se determinó una capacidad de 5m<sup>3</sup> para toda su población, ya que dicha población es pequeña. Así como una línea de aducción de 152.14m de longitud, en el cual se consideró un caudal máximo horario de 0.28 l/s y una tubería PVC 1” de clase 7.5.

4. Línea de Aducción: Se determinó una línea de aducción de 160m de longitud, presentando una tubería PVC de 2” diámetro, dentro de la aducción se instaló una cámara rompe presión tipo 7.5, porque la topografía es accidentada. En relación con este tema, la tesis de Cuellas titulada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío de Uchucolca, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región Áncash – 2020”, se dedujo que su investigación empleó los mismos parámetros para el diseño, en el cual verificó si cumplen las velocidades, presiones y pérdida de carga. Además, que la investigación que se llevó a cabo con respecto a la tesis mencionada presenta diferencia en la clase de la tubería debido a la topografía, ya que en la investigación se empleó una tubería de clase 10 y en la tesis de Cuellar fue una clase 7.

5. Red de Distribución: En La red de distribución se proyectaron tuberías 2”, 3/4”, 1” y 1 1/2” de diámetro, a su vez, mencionar que se empleó una longitud total de tuberías de 2535.70m, dentro de la red de distribución se tuvo que ubicar 5 cámaras rompe presión tipo 7 de manera estratégica para reducir la excesiva presión en las tuberías y al mismo tiempo brindar una buena presión de agua a cada vivienda. De modo similar la Berrocal, denominada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado San Pedro, distrito de Cabana, provincia de Pallasca - Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020”, diseñó para su investigación una red de distribución donde utilizó cámaras rompe presión tipo 7 para poder reducir la presión excesiva en la tubería, por lo

tanto, se determinó que se emplearon las mismas medidas que la investigación que se está realizando; con respecto al cálculo hidráulico.

**b) Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.**

La dotación requerida de acuerdo a las normas establecidas y a los procesos realizados para determinarlas, indican que contarán con una dotación de 50 l/hab/día.

**c) Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en línea de conducción en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.**

**1. Velocidades:**

La velocidad determinada deberá aumentar para poder abastecer a toda la población correspondiente al Caserío de Uchusquillo, la cual debería ser de 1.20 m/s, estando dentro del rango permitido de las velocidades para la línea de conducción.

**2. Perdidas de cargas:**

Las pérdidas de carga se disminuirán, evitando colocar muchos accesorios y así disminuir todas las pérdidas.

### **3. Presiones:**

Las presiones se disminuirán, colocando tuberías con un mayor diámetro para evitar las pérdidas en presiones.

#### **d) Proponer la mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022.**

**1. Captación:** Se tendrá que mejorar la captación de 1.20m x 1.20m x 1.20m, a su vez contiene dentro de ella; se tendrá que renovar la tubería de rebose, limpia y salida de 2”, puesto que, estas se encuentran en un estado regular, también cuenta con una canastilla de 0.25m con diámetro 2”, que se tendrá que cambiar.

**2. Línea de Conducción:** Cuenta con una línea de conducción por gravedad de una longitud de 500m entre la captación y el reservorio, con una tubería PVC de 2”, dicho material presenta una rugosidad de 150.

**3. Reservorio:** El reservorio de 70 m<sup>3</sup> de agua, tendrá que ser más grande para poder abastecer a toda la población del caserío, para ello se estimó el volumen total del reservorio de acuerdo a la norma OS 030, y con estos datos obtenidos, realizar un reservorio de mayor magnitud que pueda abastecer a los habitantes.

**4. Línea de aducción:** La línea de aducción cuenta con una longitud de 160m con un diámetro de tubería de 2”, pero esta misma, tendrá que mejorarse, para poder tener un mejor caudal y abastecer a todos los habitantes del Caserío de Uchusquillo.

**5. Red de Distribución:** La red de distribución cuenta con una longitud de tubería de 2535.70m, dentro de las cuales presentó tuberías de 2”, 3/4”, 1” y 1 1/2” de diámetro, estas mismas tendrán que ser renovadas, puesto que, se encuentran en un estado regular e impide su buen funcionamiento.

**e) Obtener la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Uchusquillo – 2022**

El nivel de incidencia en la condición sanitaria en la población centro poblado fue de bueno, puesto que, el sistema cumple con requisitos de calidad de agua, cantidad de agua, cobertura y continuidad, comparando con la información basada en la tesis de Vizcardo de “**Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región Áncash – 2019**”, propone captar agua de 2 fuentes de agua para cubrir la cobertura de la población en estudio, al mismo tiempo, ambas captaciones garantizan una buena cantidad de agua, y su continuidad del agua es buena porque se suministra agua todo el día, por otro lado la calidad del agua es mala ya que el sistema se encuentra ineficiente.

## V. Conclusiones

1) Se diseñó un sistema de Abastecimiento de agua, donde la fuente de agua que se ubicó, fue un manantial de ladera que tenía un caudal de 1.31lt/s en dicho manantial, por lo tanto, se diseñó una estructura de captación de sección cuadrada, en el cual se obtuvo como dimensiones de 1.10m tanto para el ancho como el largo y una altura de 1.05m. Para poder conducir el agua captada desde la captación hasta el reservorio se empleó una línea de conducción por gravedad, dicho sea de paso, presentó un desnivel 93.41m entre la captación y el reservorio, por tal motivo se empleó 2 cámaras de rompe presión tipo 6, asimismo presentó una tubería PVC de 2" de diámetro que tuvo una longitud 500m. De acuerdo a la topografía se tuvo que ubicar el reservorio tipo superficial en una zona alta de terreno, el cual presentaba un desnivel de 9m con respecto al primer punto de conexiones domiciliaria, Asimismo se estimó un reservorio de un volumen de almacenamiento de agua de 20m<sup>3</sup> que fue estandarizado, a su vez, obtuvo como resultado un reservorio cuadrado de 3.70m de largo, 3.70m de ancho y 1.50m de alto. A continuación, se estimó una línea de aducción de 160m, para ello se empleó una de tubería PVC de 2" de diámetro y de clase 7.5 para lograr abastecer de agua potable a la población con la cantidad suficiente. Para concluir el diseño, se calculó una red de distribución para una cantidad de 200 familias, para ello se proyectó 2535.70m de tubería PVC clase 10 dentro de toda la red, a su vez, mencionar que se determinó tuberías de diámetro de 2", 1 1/2", 1" y 3/4". Además, se emplearon 5 válvulas rompe presión ya que el terreno lo requirió debido a que era accidentado.

2) De acuerdo con el segundo objetivo específico, se concluye que la dotación de agua potable fue de 50 l/hab/día.

3) Las velocidades serán de 1.20 m/s, las pérdidas de carga disminuirán hasta un 1.40 m y las presiones de igual manera hasta un 0.20 m.

4) De acuerdo al cuarto objetivo específico, se propone un mejoramiento de los elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Uchusquillo, a través de la obtención de resultados de la presente investigación, se tendrá que realizar un reservorio de mayor capacidad para poder tener agua para todas las personas de la zona y la localidad, puesto que, la captación mejorará para su obtención del agua, las tuberías de las líneas de conducción y aducción tendrán que tener un mantenimiento periódico para poder brindar una mejor condición.

5) De acuerdo con el quinto objetivo específico, se determinó que la condición sanitaria del Caserío de Uchusquillo es buena, donde la cobertura de agua cubre a todas las viviendas, en cuanto a la cantidad de agua fue buena, ya que el manantial brinda el caudal suficiente para toda la población. Asimismo, su continuidad del agua fue buena ya que la población cuenta con agua todo el día, y su calidad del agua se encontraba ineficiente, pero se mejoró gracias al sistema de cloración del agua que se incorporó en el reservorio, obteniéndose una condición buena.

## **Aspectos Complementarios**

### **Recomendaciones**

#### **Recomendaciones**

1. Para el Sistema de Abastecimiento de Agua potable en el Caserío de Uchusquillo, en el diseño de la captación, se tuvo que buscar la fuente de agua para el diseño y poder estimar el caudal de la fuente, a su vez ubicar el punto de afloramiento del agua y así determinar el tipo de captación a emplear. Para la línea de conducción, se tuvo que conocer la zona de estudio implicada y así conocer la topografía del terreno. Para la ubicación del reservorio, se tuvo que identificar lugares cercanos a la ciudad de gran altitud, para garantizar una buena presión en la red de distribución. Se recomendó para la desinfección del agua en el reservorio, el uso de Hipoclorito de calcio. Para la aducción, se tuvo que verificar la topografía para realizar el trazo de la tubería. Para la red de distribución, se tuvo que conocer la topografía y así ubicar los puntos más bajos para emplear válvulas de purga, también conocer la cantidad de viviendas para poder determinar el caudal unitario en los diferentes ramales de la red.

2. Se recomienda mejorar la dotación brindada para la población del Caserío de Uchusquillo, por lo mismo que, la población aumentara con el pasar de los años, los cuales, tienen que ser correspondidos y beneficiar a cada habitante de la zona.

3. Se recomienda mejorar cada punto correspondiente a las velocidades, pérdidas de cargas y presiones a los valores permitidos dentro de los rangos asumibles en las tablas de las normas establecidas.

4. Se recomienda que el Sistema de Abastecimiento de agua potable cuente con una captación de 1.80lt/s de caudal del manantial, por lo tanto, se diseñará una estructura de captación de sección cuadrada de dimensión de 1.50m y con una altura de 1.50m. La línea de conducción tendrá que emplear 2 cámaras de rompe presión tipo 6, asimismo presentó 500m de longitud de tubería con un diámetro 2". El reservorio y a la ubicación de dicho elemento, se estableció que sería de tipo superficial y cuadrado de 6.00m de ancho, 6.00m de largo y 3.5m de altura, además se determinó un almacenamiento de agua de 80m<sup>3</sup>, con la finalidad de abastecer a todo el Caserío de Uchusquillo. Se empleó una línea de aducción con tubería PVC clase 10 para poder suministrar la cantidad de agua potable necesaria para el Caserío de Uchusquillo. Finalmente, la red de distribución cuenta con un caudal máximo horario de 0.40 lt/s, en la red existente muchas de las viviendas no cuentan con la conexión, ni con válvulas de control, al verificar las tuberías fue muy complicado porque se encuentran enterradas.

5. Se recomienda que en la incidencia en la condición sanitaria que presentó el Caserío de Uchusquillo que fue Regular - Bueno, se tendrá que evaluar y realizar un nuevo de estudio que permita obtener resultados exactos y hacer un buen trabajo que permita el buen funcionamiento de dicho sistema.

## Referencias Bibliográficas

1. Batres et al. Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño Del Alcantarillado Sanitario Y De Aguas Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen [Tesis de Grado]. San Salvador, El Salvador: Universidad de el Salvador; 2015. [cited 12 Feb 2023]. Available from: [http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Rediseño\\_del\\_sistema\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable%2C\\_diseño\\_del\\_alcantarillado\\_sanitario\\_y\\_de\\_aguas\\_lluvias\\_par\\_el\\_municipio\\_de\\_\\_San\\_Luis\\_del\\_Carmen%2C.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Rediseño_del_sistema_de_abastecimiento_de_agua_potable%2C_diseño_del_alcantarillado_sanitario_y_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de__San_Luis_del_Carmen%2C.pdf)
2. Pesantez et al. Cálculo Y Diseño Del Sistema De Alcantarillado Y Agua Potable Para La Lotización Finca Municipal , En El Cantón El Chaco, Provincia de Napo [Tesis de Grado]. Sangolqui, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas; 2016. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5606/1/T-ESPE-033683.pdf>
3. Palle A. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Callalli, distrito de Callalli, provincia de Caylloma, región de Arequipa, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil]. Callalli; Arequipa, Perú: [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2021. [cited 12 Feb 2023].
4. Oncevay A. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la asociación Los Licenciados Juan Santos Atahualpa del distrito Mazamari, provincia de Satipo, región de Junín, para su incidencia en la condición sanitaria de la población

- 2021. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil]. Satipo; Junín: Perú [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2021. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/25233>
5. Castillo. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Congon, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil]. Huarmey; Áncash, Perú: [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2021. [cited 12 Feb 2023].
  6. Vizcardo. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región Áncash – 2019. [Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil]. Huarmey; Áncash, Perú: [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2019. [cited 12 Feb 2023].
  7. Frascara. Diseño. [Internet]. 2000, [cited 12 Feb 2023]. Available from: [www.icsid.org](http://www.icsid.org).
  8. Jimenez. Manual Para El Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Alcantarillado Sanitario [Internet]. Veracruz, México: Universidad Veracruzana; 2010. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

9. Agüero . Agua potable para poblaciones rurales [Internet]. 1997. [cited 12 Feb 2023]. Available from: [http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua\\_potable/agua\\_potable\\_para\\_poblaciones\\_rurales\\_sistemas\\_de\\_abastecim.pdf](http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf)
10. Agustí. Agua potable para poblaciones rurales. Primera ed. Díaz C, editor. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales; 1997. [cited 12 Feb 2023]. Trisolini
11. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Análisis de la Calidad del Agua Potable en las Empresas Prestadoras del Perú: 1995-2005. [Internet]. Lima, Perú: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento; 2004 [cited 06 Abr 2021]. Available from: [http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis\\_agua\\_potable.pdf](http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis_agua_potable.pdf)
12. Reglamento Nacional de Edificaciones. Obras de saneamiento. Captación Conducción de Agua para Consumo humano. [OS. 010]. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.; 2016.p. 02. [cited 12 Feb 2023].
13. Reto R. Líneas de Conducción. [Internet]. Nuevo Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, 2011. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
14. Terán. Reservorio de Almacenamiento. [cited 2018 Jun 26]. Available from: [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)
15. Pittman R. Agua potable para poblaciones rurales. Primera ed. Díaz C, editor. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales; 1997. [cited 12 Feb 2023].

16. Poma, Ramos. Reservorio de almacenamiento de agua, [Seriado en línea]. Scribd. 2013. p. 58. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://es.scribd.com/document/149392246/RESERVORIO-DE-AGUA-pdf>
17. Reglamento Nacional de Edificaciones. Obras de saneamiento. Almacenamiento de Agua para Consumo humano. [OS. 030]. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.; 2016.p. 02. [cited 12 Feb 2023].
18. Hidro Pluviales. Líneas de Aducción. Vol. 28, Russian Journal of Marine Biology. 2003. p. 4. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://hidropluviales.com/2012/11/29/agua-de-lluvia/>
19. García. Agua Potable En Poblaciones Rurales. 2012. [cited 12 Feb 2023].
20. Segura. Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el centro poblado de Mollebaya tradicional - Mollebaya-Arequipa. [Tesis para optar el título] pg: [284; 64]. Universidad Católica Santa María; 2014. [cited 12 Feb 2023].
21. Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento [Seriado en línea]. México; 2007. [cited 12 Feb 2023]. Available from: [ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros\\_pdf\\_2007/Redes de distribuci%F3n.pdf](ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros_pdf_2007/Redes_de_distribuci%F3n.pdf)
22. Jiménez. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario facultad de ingeniería civil campus Xalapa universidad veracruzana [Internet]. universidad veracruzana; 2013. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

23. VIVIENDA. Resolución Ministerial N° 192-2018. [Internet]. 2018. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normaslegales/275920-192-2018-vivienda>.
24. CONAGUA. Diseño de redes de distribución de agua potable. [Internet]. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. 2007. 1–134 p. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>
25. Machado A. Diseño del Sistema de Abastecimiento De Agua potable del Centro Poblado Santiago, Distrito de Chalaco, Morropon – Piura, 2018. [Tesis para optar título]. Universidad nacional de Piura. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1246>
26. Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Ley N° 30156. Resolución Ministerial N°192 (16-05-2018). [cited 12 Feb 2023].
27. Reglamento Nacional de Edificaciones. Obras de saneamiento. Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. [OS. 100]. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.; 2016.p. 01. [cited 12 Feb 2023].
28. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales [MVCS]. Lima: Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento.; 2008. [cited 12 Feb 2023].

29. Hidro Pluviales. Weblet Importer [Internet]. Vol. 28, Russian Journal of Marine Biology. 2003. p. 4. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <http://hidropluviales.com/2012/11/29/agua-de-lluvia/>
30. Pronasar. Infraestructura De Agua Y Saneamiento Para Centros Poblados Rurales [Internet]. 2004. [cited 12 Feb 2023]. Available from: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/\\_3\\_Parametros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_C\\_C\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_C_C_PP_rurales.pdf) 25. Cooperación Alemana al
31. Salazar A. Aguas Subterráneas. [Internet]. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.ecologiahoy.com/aguas-subterraneas>
32. Organización Mundial de la Salud y Asistencia Social de Guatemala C.A. El Sistema de Agua y sus Componentes. Modulo para Comunidades; Guatemala. [Internet] 1995. [cited 12 Feb 2023]. Available from: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/204.1-94MO-14-12557.pdf>
33. Ministerio de Salud. Abastecimiento de Agua y Saneamiento para poblaciones rurales y urbano-marginales. Norma Técnica [MINSA]. Lima: Ministerio de Salud; 2005. [cited 12 Feb 2023].
34. Ministerio de economía y finanzas. Diseño del Programa Estratégico “Acceso a agua potable y disposición sanitaria de excretas para poblaciones rurales, [Seriado en Línea]. 2008. (14,15,16,17); p. 41. [cited 12 Feb 2023]. Available from: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/documentac/programa\\_estart/Programas\\_Estrategicos\\_Saneamiento\\_rural\\_-\\_Diseno\\_del\\_programa.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/documentac/programa_estart/Programas_Estrategicos_Saneamiento_rural_-_Diseno_del_programa.pdf)

## Anexos

### Anexo 01: Panel Fotográfico



*Imagen 1:* Caserío de Uchusquillo.

Fuente: Elaboración propia. (2023).



***Imagen 2:*** Captación de ladera presente en el Caserío de Uchusquillo.

Fuente: Elaboración propia. (2023).



**Imagen 3:** Trazo de la Línea de Conducción y Aducción del Caserío de Uchusquillo.

Fuente: Elaboración propia. (2023).



*Imagen 4:* Caserío de Uchusquillo.

Fuente: Elaboración propia. (2023).



***Imagen 5:*** Reservorio del Caserío de Uchusquillo.

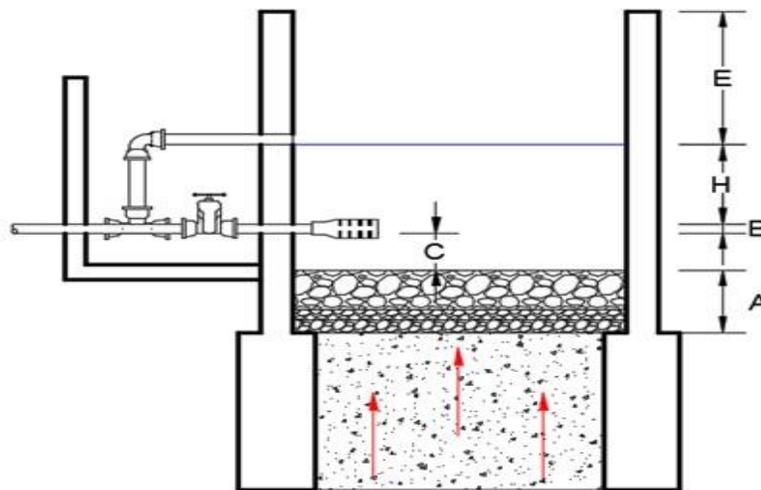
Fuente: Elaboración propia. (2023).

## Anexo 02: Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

### MANANTIAL DE LADERA

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

*Imagen 6:* Manantial de Ladera



Fuente: Norma Técnica de Diseño.

### 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).

### **Criterios de Diseño**

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda  $\leq 0,6$  m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios.

- Cálculo de la altura de la cámara húmeda

$$H = 1.56 \frac{v^2}{2g}$$

A: altura del filtro (se recomienda de 0.10 a 0.20m)

B: diámetro de la tubería de salida (se considera la mitad del diámetro de la canastilla)

C: separación entre el filtro y la tubería (m)

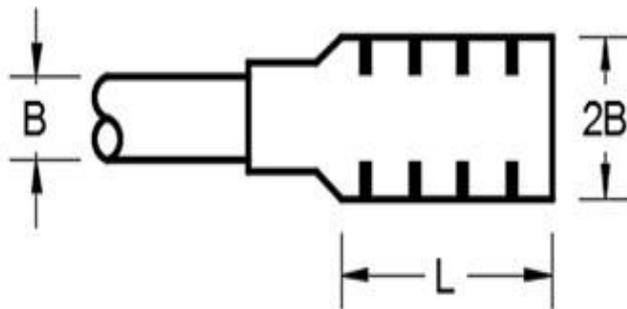
E: borde libre (se recomienda mínimo 0,30 m)

H: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda como mínimo 0,30 m)

### **Dimensionamiento de la canastilla**

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

**Imagen 7:** Canastilla.



Fuente: Norma Técnica de Diseño.

#### – 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:

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

### **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:

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

**Donde:**

D = Diámetro de la tubería de rebose (pulg)

Q = Gasto máximo de la fuente en (l/s)

S = Pérdida de carga unitaria en (m/m) – (valor recomendado: 0.015m/m)

## **LÍNEAS DE IMPULSIÓN**

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua.

La línea de impulsión es el tramo de tubería desde la captación hasta el reservorio o PTAP. Antes de realizar el cálculo de las dimensiones y parámetros del diseño de la línea de impulsión y de la selección del sistema de bombeo, se debe realizar actividades de recolección de información. Una inspección visual de la zona y reconocimiento de las instalaciones, con el propósito de determinar las condiciones para satisfacer la demanda futura de la población y con una garantía de funcionamiento a bajo costo de mantenimiento.

### **De la línea de impulsión**

Para las líneas de impulsión se tiene como base criterios y parámetros, cuyo origen depende de las condiciones a las que se someterá la tubería, como su entorno y forma de instalación. Para ello se requiere datos como caudal, longitud y desnivel entre el punto de carga y descarga.

- Material de la tubería

El material de la tubería es escogido por factores económicos, así como de disponibilidad de accesorios y características de resistencia ante esfuerzos que se producirán en el momento de su operación.

- PVC, clase 10 o clase 15 (Normas ISO 4422).
- FFD, clase k-9 (Normas ISO 2531).
- Accesorios de FFD k-9 en todos los casos, para presiones de servicio mayores a 10 bar (Normas ISO 2531).

Se evaluará el material de tubería a utilizar cuando la corrosividad sea especialmente agresivo, es decir para cuando el contenido de sales solubles, ion sulfatos y ion cloruros del terreno sean superiores a 1000 ppm y el pH del subsuelo este fuera de los límites comprendidos entre 6 y 8. En el presente caso será de PVC.

La elección de la dimensión del diámetro depende también de la velocidad en el conducto, en donde velocidades muy bajas permiten sedimentación de partículas y velocidades altas producen vibraciones en la tubería, así como pérdidas de carga importantes, lo que repercute en un costo elevado de operación.

Las velocidades recomendables son:

- Líneas de Impulsión de 0.6 m/s a 2.0 m/s.

Criterios de diseño de la Línea de Impulsión

- Para el cálculo del caudal de bombeo (l/s)

$$\text{Caudal de bombeo} = Qb = \frac{Qmd \times 24}{N}$$

**Donde:**

N = Número de Horas de Bombeo (hrs)

Qmd = Caudal Máximo Diario (l/s)

- Para el cálculo del diámetro de la tubería de impulsión (m)

$$D = K \times X^{1/4} \times Qb^{1/2}$$

**Donde:**

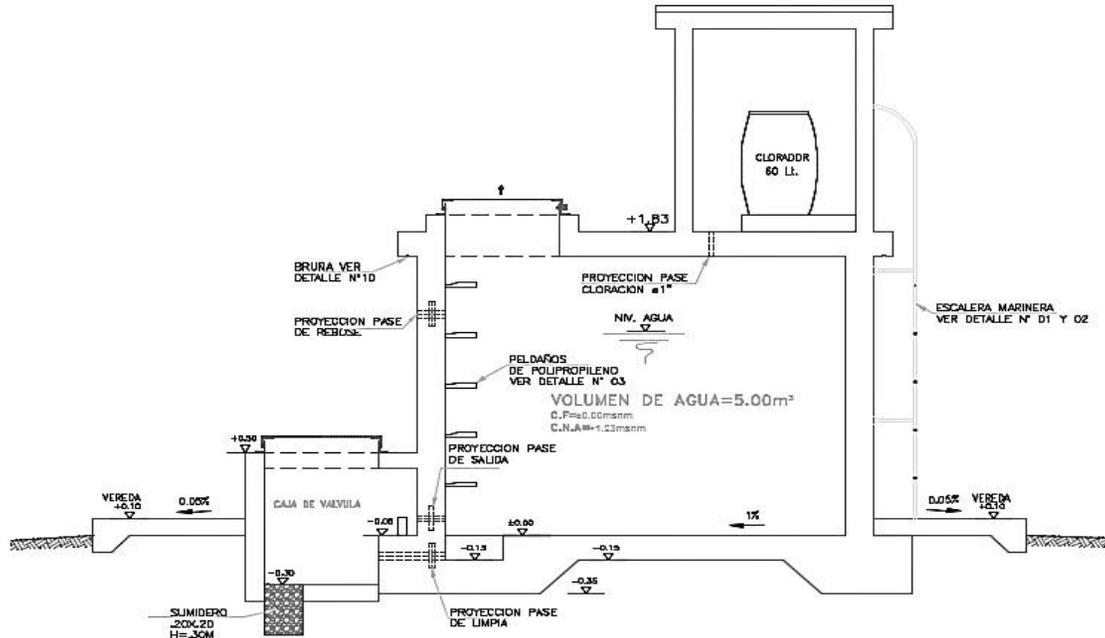
- X = N° de bombeo / 24

- $K = 1.3$
- $D =$  Diámetro en (m)
- $Q_b =$  Caudal de Bombeo en (m<sup>3</sup>/s).

## 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.

*Imagen 8:* Reservorio de 5 m<sup>3</sup>.



Fuente: Norma Técnica de Diseño.

### 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  $5 \text{ m}^3$ . 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.

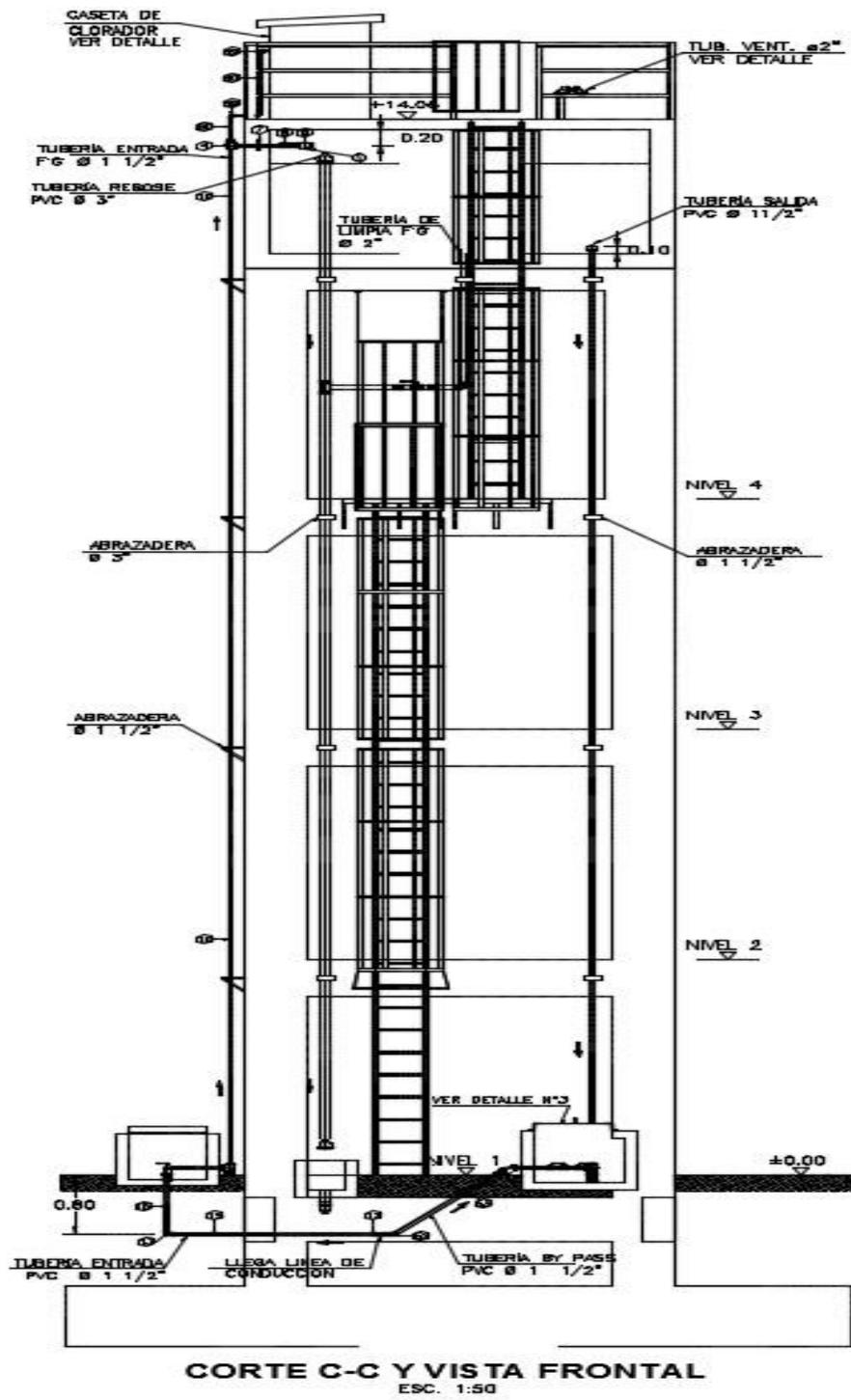
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobrepresiones en la distribución. No se debe conectar el bypass 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.

**Imagen 9:** Reservorio elevado de 15 m<sup>3</sup>.



Fuente: Norma Técnica de Diseño.

### Anexo 03: Encuestas

Encuestas realizadas a los habitantes de la zona.

SERVICIOS BASICOS	NUMERO DE VIVIENDAS	% del Total	Número Horas/día	QUIEN LO ADMINISTR A	COSTO MES FAMILI A
Red de Agua					
Agua de Pozo					
Letrina, Pozo Séptico					
Red de Alcantarillado					
Red de Electricidad					

CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS					
MATERIAL MAS FRECUENTE					
TECHO	%	MURO	%	PISO	%
Paja		Ladrillo		Tierra	
Calamina		Adobe		Cemento	
Teja		Madera		Madera	
Otros - Eternit		Otros - Esp.			

RECURSO USADO COMO COMBUSTIBLE			
COMBUSTIBLE	%	COMBUSTIBLE	%
Leña		Carbón	
Bosta		Gas	
Kerosene		Otros	

**a) Servicios Sociales del Caserío de Uchusquillo**

<b>SERVICIOS SOCIALES</b>					
<b>SERVICIO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>UBICACIÓN Y DISTANCIA AL MAS CERCANO</b>	<b>MEDIO DE TRANSPORTE</b>	
<b>URO y/o Botiquín Comunal</b>					
<b>Puesto o Posta de Salud</b>					
<b>Centro de Salud</b>					
<b>Hospital</b>					
<b>CEI - PRONOI</b>					
<b>Colegio Primaria</b>					
<b>Colegio Secundaria</b>					
<b>SALUD COMUNAL</b>					
<b>Enfermedades más frecuentes</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Donde se atienden</b>	<b>Causas</b>	<b>Orden Prevalencia</b>
<b>Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)</b>					
<b>Infecciones Respiratorias (IRA)</b>					
<b>Enfermedades de la Piel</b>					
<b>Enfermedades Gineco-obstetricas</b>					
<b>Enfermedades TBC</b>					
<b>Otros - Cólicos</b>					

<b>ORGANIZACIONES COMUNALES DE SERVICIOS BASICOS</b>				
<b>Organización</b>	<b>Numero</b>	<b>Integrantes</b>		<b>Actividades que realizan</b>
		<b>H</b>	<b>M</b>	
<b>Comités de Salud y/o promotoras de Salud</b>	_____			
<b>APAFAS</b>	_____			
<b>Comités de Riesgo</b>	_____			
<b>Comités de Administración de Saneamiento</b>	_____			
<b>Otros</b>	_____			

<b>ACTIVIDADES DE GENERACION DE INGRESOS</b>	
<b>EN LA LOCALIDAD (%)</b>	<b>FUERA DE LA LOCALIDAD (%)</b>
1. Agricultura	1. Agricultura
2	2
3	3

<b>GASTOS FAMILIARES</b>		
<b>Gastos</b>	<b>Montos</b>	<b>Frecuencia de Gastos</b>
Alimentación, educación, salud		

<b>PROYECTOS FINANCIADOS EN LA LOCALIDAD</b>			
<b>Proyecto</b>	<b>Año financ.</b>	<b>Grado de mantenimiento</b>	<b>Observaciones</b>
1. Desagüe			
2			

---

**B: Bueno, R: Regular, M: Malo.**

**b) Ficha de Visita de Campo para Proyectos de Infraestructura Social de Saneamiento**

---

**Nombre del Proyecto** DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DEL CASERÍO DE UCHUSQUILLO, DISTRITO DE LACABAMBA, PROVINCIA DE PALLASCA, REGIÓN ÁNCASH, AGOSTO – 2020

---

**INFORMACION GENERAL**

---

**TIPO DEL PROYECTO – Marque (x)**

---

Construcción  
Nueva

Reemplazo

Ampliación

---

Rehabilitación

Captación

Mejoramiento

---

Otros (Detallar)

---

---

**UBICACIÓN**

---

**Región -** Áncash

**Provincia -** Pallasca

**Distrito -** Lacabamba

---

**Caserío -** Uchusquillo

---

**CARACTERISTICAS DE LA POBLACION Y DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**BENEFICIARIOS DIRECTOS**

Nombre de la Localidad	Tipo	Habitantes	N° Total de Lotes que abarcara el proyecto
------------------------	------	------------	--

Caserío de Uchusquillo

**INGRESO FAMILIAR – Marque (x)**

Cada día

Cada mes

Monto aproximado:

**CARACTERISTICAS ACTUALES DE AGUA – SI o NO**

CARACTERISTICA DEL AGUA QUE BEBEN	METODO DE POTABILIZACION DEL AGUA	CARACTERISTICAS DEL AGUA EN RIOS Y LAGUNAS
Tiene olor	Hierven	Tiene coloración
Tiene sabor	Usan lejía	Sin Fauna y Flora
Tiene color	Otros	

---

---

**PROYECTOS DE AGUA (Indicar el porcentaje de tipo de suelo según corresponda)**

	<b>TIERRA SUELTA (%)</b>	<b>ROCA SUELTA (%)</b>	<b>ROCA DURA (%)</b>	<b>RELLENO SANITARIO (%)</b>
--	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------

**Captación y  
Tratamiento**

---

**Línea de  
Conducción**

---

**Reservorio**

---

**Línea de  
Aducción**

---

**Redes de  
Distribución**

---

**PROYECTOS DE ALCANTARILLADO (Indicar el porcentaje de tipo de suelo según corresponda)**

**Red Colectora**

---

**Emisor**

---

**Planta de  
Tratamiento**

---

**Caudal disponible en la fuente:** \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

---

**Caudal autorizado para uso domestico**

---

## Anexo 04: Resultados

Tabla 14: Caudal de diseño.

CÁLCULO DE CAUDALES			
Datos Generales			
Densidad poblacional (hab/viv)			5.00
Tasa de crecimiento poblacional (%)			0.00
Cantidad de Viviendas			166.00
Población actual (hab)			830.00
Período de Diseño (años)			20.00
Dotación (l/hab/día) - Zona Sierra (Con Arrastre Hidráulico)			80.00
CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA Y CAUDAL PROMEDIO			
PROYECCIÓN AL "AÑO 20"			
<b>Población futura Pf</b>		<b>Caudal Promedio Qp (lps)</b>	
$P_f = P_i \times (1 + i \times t)$		$Q_p = \frac{P_f \times Dot}{86400}$	
830 hab		0.769 l/s	
PARA INSTITUCIONES ESTATALES			
Datos		Caudal Promedio Qp (lps)	
N° Instituciones servidas	1	$Q_p = \frac{N^{\circ} Alumnos \times Dot}{86400}$	0.058 l/s
N° de Alumnos y Profesores	200		
Dotación estatales (l/alum./día)	25 l/alum./día		
CAUDAL PROMEDIO DE CONSUMO NO DOMÉSTICO			
CEMENTERIO			
Datos		Caudal Promedio Qp (lps)	
N° Cementerios servidas	1	$Q_p = \frac{Area \times Dot}{86400}$	0.035 l/s
Area Útil del local	3000 m2		
Dotación diaria (RNE)	1 l/m2		
RESULTADOS			
CAUDAL PROMEDIO TOTAL			
$Q_p = \sum Q$		0.86 l/s	
CAUDAL MAXIMO DIARIO			
Coeficiente de consumo máximo diario: K1 =		1.30	
$Q_{md} = Q_p \times K_1$		1.12 l/s	
CAUDAL MAXIMO HORARIO			
Coeficiente de consumo máximo horario: K2 =		2.00	
$Q_{mh} = Q_p \times K_2$		1.72 l/s	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Diseño de la Captación de Ladera del Caserío de Uchusquillo.

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LADERA			
DATOS GENERALES			
Caudal de la fuente (Qf)	1.31 l/s	Altura de sedimentación (A)	0.10 m
Caudal máximo diario (Qmd)	1.12 l/s	Desnivel entre orificio y el nivel de agua en la cámara húmeda (D)	0.05 m
Coeficiente de descarga (Cd)	0.80	Borde Libre (E)	0.45 m
Gravedad (g)	9.81 m/s <sup>2</sup>	Ancho de la ranura	0.005 m
Altura entre el afloramiento y el orificio. (H)	0.40 m	Largo de la ranura	0.007 m

I.- DETERMINACION DEL ANCHO DE LA PANTALLA
--

DESCRIPCIÓN	FORMULA	RESULTADO
Velocidad teórica	$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$	2.24 m/s -----> 0.60 m/s
Área para descarga en orificio (a)	$A = \frac{Q_{max}}{V_2 \times C_d}$	0.003 m <sup>2</sup>
Diámetro total de orificio (Dt)	$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$	0.062 m -----> 2.48 pulg
Diámetro comercial de orificio (Da)		0.0508 m -----> 2.00 pulg
N° de Orificios	$N_{ORIF} = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 + 1$	2.54 -----> 3.00 orificios
Ancho de la pantalla	$b = 2 \times (6D) + N_{ORIF} \times D + 3D \times (N_{ORIF} - 1)$	1.07 m -----> 1.10 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla: Continuación ...

2.- CÁLCULO DE LONGITUD AFLORAMIENTO - CÁMARA HÚMEDA Y ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA		
DESCRIPCIÓN	FORMULA	RESULTADO
Pérdida de carga en el orificio	$h_o = 1.56 \frac{V^2}{2g}$	0.029 m -----> 0.03 m
Pérdida de carga afloramiento - captación	$H_f = H - h_o$	0.37 m
Longitud afloramiento - cámara húmeda	$L = \frac{H_f}{0.30}$	1.23 m -----> 1.25 m
Diámetro de tubería de salida (Dc)		0.0508 m -----> 2.00 pulg
Área de la tubería de salida	$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$	0.002 m <sup>2</sup>
Altura de agua sobre la tubería de salida (C)	$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$	0.025 m -----> 0.40 m
Altura total de cámara húmeda (Ht)	$H_t = A + B + C + D + E$	1.05 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla: Continuación ...

3.-DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA		
DESCRIPCIÓN	FORMULA	RESULTADO
Diámetro de canastilla	$D_{CANASTILLA} = 2Dc$	4.00 pulg
Longitud de la canastilla	$3D_a < L_a < 6D_a$	0.15 ≤ L ≤ 0.30 -----> 0.25 m
Area lateral de la granada (Ag)	$A_g = 0,5 \times D_g \times L$	0.04 m2
Área de la ranura		0.000035 m2
Area total de las ranuras	$A_{TOTAL} = 2A$	0.004 m2
N° de las ranuras	$N^{\circ}_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$	114.29 -----> 115.00 ranuras

4.-CÁLCULO DE REBOSE Y LIMPIA		
DESCRIPCIÓN	FORMULA	RESULTADO
Perdida de Carga Unitaria en m/m (hf)		0.015 m/m
Diámetro de la tubería de rebose y limpia	$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$	1.90 Pulg -----> 2.00 pulg

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16:** Diseño de la Línea de Conducción del Caserío de Uchusquillo.

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN															
DATOS GENERALES															
Caudal máximo diario (l/s)													1.12		
Cota de Captación de ladera (m.s.n.m)													3326.86		
Cota del reservorio (m.s.n.m)													3233.45		
Coeficiente de la tubería PVC													150		
CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN															
TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD L (m)	COTA DINÁMICA		DESNIVEL H (m)	DIÁMETRO DE TUB.		VELOCIDAD V (m/seg)	PÉRDIDA DE CARGA		COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		CLASE DE TUBERÍA
			INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)		CALCUL Ø (mm)	COMERCIAL Ø = 2" (mm)		UNIT. hf (m/m)	TRAMO Hf (m/m)	INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIO P (m)	FINAL P (m)	
CAPT. - CRP 6.1	1.120	165.000	3326.860	3286.860	40.00	24.438	50.800	0.600	0.113	1.133	3326.860	3325.614	0.000	-38.754	7.5
CRP 6.1 - CRP 6.2	1.120	205.000	3286.860	3250.150	36.71	26.006	50.800	0.600	0.141	1.408	3286.860	3285.311	0.000	-35.161	7.5
CRP 6.2 - RESERVORIO	1.120	130.000	3250.150	3233.450	16.70	0.028	50.800	0.600	0.089	0.893	3250.150	3249.168	0.000	-15.718	7.5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17:** Diseño del Reservorio del Caserío de Uchusquillo.

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO DE RESERVORIO</b>	
<b>Datos Generales</b>	
Poblacion Futura (hab)	830.00
Período de Diseño (años)	20.00
Dotación (l/hab/día) - Zona Sierra (Con Arrastre Hidráulico)	80.00
Caudal Promedio (l/s)	0.86
Caudal Máximo Diario (l/s)	1.12
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO</b>	
<b>VOLUMEN DE REGULACION</b>	
<b>25% Qp =</b>	18.58 m3
<b>VOLUMEN DE RESERVA</b>	
horas de corte de servicio por posibles fallas en el sist. de producción <b>2 hr</b>	0.38 m3
Reserva( : Horas de corte / 24 ) x Dn Diaria <b>0.09 hr</b>	
<b>VOLUMEN CONTRA INCENDIO</b>	
50 m3 para áreas destinadas netamente a vivienda OS 0100-4.2	0.00 m3
<b>VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO</b>	
<b>CÁLCULADO</b>	18.95 m3
<b>DISEÑO</b>	20.00 m3
<b>CÁLCULO DE DIMENSIONES DE RESERVORIO</b>	
<b>Datos</b>	
Volumen de Diseño	20.00 m3
Altura de Lámina de agua	1.5 m
Area interior de reservorio	13.33 m2
<b>Caudal Promedio Qp (lps)</b>	
$A = B = \sqrt{(\text{Área int.})}$	3.70 m

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18:** Diseño de la Línea de Aducción del Caserío de Uchusquillo.

<b>DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>															
<b>DATOS GENERALES</b>															
Caudal máximo horario (l/s)												1.72			
Cota del reservorio (m.s.n.m)												3233.45			
Cota de la red de distribución (m.s.n.m)												3221.24			
Coeficiente de la tubería PVC												150			
<b>CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>															
TRAMO	CAUDAL Q <sub>md</sub> Lit/seg	LONGITUD L (m)	COTA DINÁMICA		DESNIVEL H (m)	DIÁMETRO DE TUB.		VELOCIDAD V (m/seg)	PÉRDIDA DE CARGA		COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		CLASE DE TUBERÍA
			INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)		CALCUL. Ø (mm)	COMERCIAL Ø = 2" (mm)		UNIT. h <sub>f</sub> (m/m)	TRAMO H <sub>f</sub> (m/m)	INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIO P (m)	FINAL P (m)	
RESERVORIO - CRP 7.1	1.720	120.00	3233.450	3222.000	11.45	0.035	50.800	0.800	0.182	1.824	3233.450	3231.444	0.000	-9.444	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Diseño de la Red de Distribución del Caserío de Uchusquillo.

DISEÑO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN																
DATOS GENERALES																
Caudal máximo horario (l/s)															1.72	
Cota de la red de distribución (m.s.n.m)															3221.24	
Población Futura (Hab.)															830.00	
Caudal unitario (l/s)															0.00207	
Coeficiente de la tubería PVC															150	

TRAMO (m)	N° FAMILIAS	POBLAC. FUT. POR TRAMO	CAUDAL (L/s)			COTA DE TERRENO (m.s.n.m)		LONGITUD L (m)	DIAMETRO DE TUBERÍA COMERCIAL		VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA TRAMO (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m.s.n.m)		PRESIÓN ESTÁTICA (m)		TUBERÍA CLASE
			TRAMO	TRAMO	DISEÑO	INICIO	FINAL		m m	Pulg			INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
CRP 7.1 - 1	6	30.000	0.06	1.72	3221.24	3195.10	140.00	50.80	2	0.850	2.21	3221.24	3219.03	0.00	23.90	10	
1 - 2	17	85.000	0.18	0.23	3195.10	3197.30	160.00	38.10	1 1/2	0.300	0.21	3219.03	3218.81	23.90	21.50	10	
2 - 3	5	25.000	0.05	0.23	3197.30	3212.40	450.30	38.10	1 1/2	0.300	0.63	3218.81	3218.19	21.50	5.80	10	
1 - 4	15	75.000	0.16	1.43	3195.10	3192.00	92.10	38.10	1 1/2	1.260	4.04	3218.19	3214.98	23.90	22.90	10	
4 - 5	0	0.000	0.00	0.09	3192.00	3199.50	36.40	19.10	3/4	0.310	0.28	3214.98	3214.71	22.90	15.20	10	
5 - 6	9	45.000	0.09	0.09	3199.50	3201.20	52.80	19.10	3/4	0.310	0.40	3214.71	3214.31	15.20	13.10	10	
4 - 7	8	40.000	0.08	1.18	3192.00	3189.70	31.40	38.10	1 1/2	1.040	0.97	3214.31	3214.01	22.90	24.30	10	
7 - 8	4	20.000	0.04	0.38	3189.70	3188.80	11.00	25.40	1	0.750	0.30	3214.01	3213.71	24.30	24.90	10	
9 - CRP 7.2	2	10.000	0.02	0.34	3188.80	3190.10	28.30	25.40	1	0.690	0.63	3213.71	3213.09	24.90	22.90	10	
CRP 7.2 - 10	0	0.000	0.00	0.32	3190.10	3184.40	28.50	25.40	1	0.630	0.56	3190.10	3189.54	0.00	5.10	10	
11 - 12	3	15.000	0.03	0.32	3184.40	3181.30	37.90	25.40	1	0.630	0.75	3184.40	3188.79	5.10	7.50	10	
12 - 13	5	25.000	0.05	0.32	3181.30	3170.15	60.00	25.40	1	0.630	1.18	3181.30	3187.60	7.50	17.40	10	
13 - CRP 7.3	7	35.000	0.07	0.32	3170.15	3158.00	60.00	25.40	1	0.630	1.15	3170.15	3186.45	17.40	28.40	10	
CRP 7.3 - 14	15	75.000	0.16	0.16	3158.00	3141.10	204.60	19.10	3/4	0.560	4.49	3158.00	3153.51	0.00	12.40	10	
8 - CRP 7.4	0	0.000	0.00	0.72	3189.70	3186.00	22.10	38.10	1 1/2	0.630	0.27	3189.70	3213.74	24.30	27.70	10	
CRP 7.4 - CRP 7.5	0	0.000	0.00	0.72	3186.00	3158.00	171.40	38.10	1 1/2	0.630	2.11	3186.00	3183.89	0.00	25.80	10	
CRP 7.5 - 15	0	0.000	0.00	0.72	3158.00	3148.80	44.20	38.10	1 1/2	0.630	0.54	3158.00	3157.46	0.00	8.60	10	
15 - 16	12	60.000	0.12	0.72	3148.80	3141.60	103.40	38.10	1 1/2	0.630	1.27	3148.80	3156.18	8.60	14.60	10	
16 - 17	3	15.000	0.03	0.72	3141.60	3136.00	60.20	25.40	1	1.420	5.34	3141.60	3150.85	14.60	14.80	10	
17 - 18	10	50.000	0.10	0.26	3136.00	3128.00	143.10	25.40	1	0.510	1.92	3136.00	3148.92	14.80	20.90	10	
18 - 19	3	15.000	0.03	0.26	3128.00	3109.35	80.80	25.40	1	0.510	1.09	3128.00	3147.84	20.90	38.40	10	
19 - 20	8	40.000	0.08	0.13	3109.35	3117.60	118.30	19.10	3/4	0.450	1.77	3109.35	3146.07	38.40	28.40	10	
20 - 21	10	50.000	0.10	0.13	3117.60	3121.50	151.55	19.10	3/4	0.450	2.26	3117.60	3143.81	28.40	22.30	10	
17 - 22	8	40.000	0.08	0.31	3136.00	3139.70	116.20	25.40	1	0.610	2.16	3136.00	3148.68	14.80	9.00	10	
22 - 23	8	40.000	0.08	0.17	3139.70	3139.80	68.40	19.10	3/4	0.590	1.68	3139.70	3147.00	9.00	7.20	10	
23 - 24	8	40.000	0.08	0.17	3139.80	3128.90	62.75	19.10	3/4	0.590	1.54	3139.80	3145.47	7.20	16.50	10	

Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 05: Planos**

Fuente: Elaboración propia. (2023).