



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS  
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y  
PROVINCIA DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO DE  
PIURA – 2023**

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

**AUTOR**

**SANDOVAL DOMINGUEZ, KARWIN DAVID**

**ORCID: 0009–0007–4694-4591**

**ASESOR**

**LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL**

**ORCID: 0000–0002–1666-830X**

**Chimbote, Perú**

**2023**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0160-110-2023 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **22:10** horas del día **23** de **Agosto** del **2023** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Presidente  
**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Miembro  
**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Miembro  
**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023**

**Presentada Por :**  
(1201110108) **SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Presidente

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Miembro

**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
Miembro

**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023 Del (de la) estudiante SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID , asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 10 de Octubre del 2023

---

Mg. Roxana Torres Guzmán  
Responsable de Integridad Científica

## **Jurado**

### **PRESIDENTE**

Mgtr. Pisfil Reque Hugo Nazareno

ORCID: 0000-0002-1564-682X

### **MIEMBRO**

Mgtr. Retamozo Fernandez Saul Walter

ORCID: 0000-0002-3637-8780

### **MIEMBRO**

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

## **Dedicatoria**

A todos aquellos que han sido una parte integral de mi camino académico y personal.

A mis padres, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la clave de mi éxito.

A mis profesores y mentores, por su dedicación y pasión por la enseñanza y por guiarme en mi camino.

A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos.

A mi querida Alma Mater y a todas las personas que la conforman les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

¡Gracias!

## **Agradecimiento**

A Dios en primer lugar agradezco a Dios por ser mi guía y sostén en la realización de mis proyectos y metas, por ser quien me da la sabiduría y capacidad para poder desarrollarme en esta profesión. Y por haberme permitido llegar hasta este punto y darme la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia por ser soporte emocional y darme el apoyo necesario durante el transcurso de la realización de esta maestría. Y compartir conmigo buenos y malos momentos. Son la razón para levantarme cada mañana y esforzarme por el presente y el futuro.

A mis padres que, aunque ya no están conmigo, pero fueron los responsables de forjaren mi la persona que soy en la actualidad, mucho de mi logro se lo debo a ustedes entre lo que incluyo este, me formaron con muy buenos valores, gracias.

A mis hermanos y hermanas por confiar en mí en cada peldaño a alcanzar, brindarme sus apoyos y motivarme en este proyecto a través de sus sinceros deseos de mi desarrollo personal.

A mis maestros por ser facilitadores de conocimientos y contribuir al alcance otro escalón en mi formación académica tanto moralmente como de forma integral.

Aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesoría y dudas presentada en la elaboración de mi tesis.

## Índice general

Caratula.....	i
Jurado.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice general .....	vii
Lista de Tablas.....	xii
Lista de Figuras .....	xiii
Lista de gráficos.....	xiv
Resumen .....	xv
Abstracts .....	xvi
I. Planteamiento del Problema de Investigación .....	17
II. Marco Teórico .....	20
2.1. Antecedentes.....	20
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	21
2.1.3. Antecedentes locales .....	22
2.2. Bases teóricas .....	24
2.2.1. Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable	24
2.2.1.1. Agua .....	24
2.2.1.1.1. Ciclo hidrológico del agua .....	24
2.2.1.2. Agua potable .....	24
2.2.1.3. Abastecimiento de agua potable .....	25
2.2.1.3.1. Fuentes de abastecimiento.....	25
a) Agua superficial.....	25
b) Agua subterránea.....	26
2.2.1.4. Sistema de suministro de agua potable .....	27

2.2.1.4.1. Sistema por gravedad .....	28
2.2.1.4.2. Sistema por bombeo.....	28
2.2.1.5. Evaluación.....	29
2.2.1.6. Mejoramiento.....	29
2.2.2. Estructuras hidráulicas .....	29
2.2.2.1. Captación .....	29
2.2.2.1.1. Tipos de captación.....	29
a) Captación de fondo.....	29
b) Captación de ladera .....	30
2.2.2.1.2. Protección de afloramiento .....	31
2.2.2.1.3. Cámara húmeda.....	31
a) Canastilla .....	31
b) Cono de rebose .....	31
c) Tubería rebose y limpia .....	32
2.2.2.1.4. Cámara seca .....	32
a) Válvula de salida .....	32
2.2.2.2. Línea de Conducción. ....	32
2.2.2.2.1. Tipos de línea de conducción.....	33
a) Conducción por bombeo.....	33
b) Conducción por gravedad.....	33
2.2.2.2.2. Tipo de tubería .....	33
2.2.2.2.3. Clase de tubería.....	33
2.2.2.2.4. Diámetro.....	33
2.2.2.2.5. Velocidad .....	34
2.2.2.3. Reservorio .....	34
2.2.2.3.1. Tipos de reservorio.....	34
a. Reservorios elevados .....	34

b. Reservorios apoyados .....	35
2.2.2.3.2. Volumen del reservorio .....	35
a. Compensación de las variaciones .....	35
b. Demanda contra incendio .....	35
c. Provisión de reserva .....	36
2.2.2.3.3. Partes externas .....	36
a) Tubo de ventilación .....	36
b) Tapa sanitaria .....	36
c) Tubería de salida .....	36
d) Tubo de rebose .....	37
e) Caseta de válvulas .....	37
2.2.2.3.4. Partes interna .....	38
a) Tubería de llega .....	38
b) Cono de rebose .....	38
2.2.2.3.5. Cloración por goteo .....	39
2.2.2.4. Línea de aducción .....	39
2.2.2.4.1. Tipo de tubería .....	39
2.2.2.4.2. Clase de tubería .....	39
2.2.2.4.3. Perdida de carga .....	40
2.2.2.4.4. Diámetro .....	40
2.2.2.5. Red de distribución .....	40
2.2.2.5.1. Tipos de redes .....	40
a) Redes tipo ramificadas .....	40
b) Redes tipo mallas .....	41
c) Red Mixta .....	41
2.2.2.5.2. Tipo de tubería para red de distribución .....	41
2.2.2.5.3. Diámetro de la tubería para red de distribución .....	42

2.2.2.5.4. Velocidad en red de distribución.....	42
2.2.2.5.5. Presión en red de distribución.....	42
2.3. Hipótesis.....	43
III. Metodología.....	44
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación.....	44
3.1.1. El tipo de investigación.....	44
3.1.2. Nivel de la investigación de las tesis.....	44
3.1.3. Diseño de la investigación.....	44
3.2. Población y Muestra.....	44
3.2.1. Población.....	44
3.2.2. Muestra.....	44
3.3 Variables. Definición y Operacionalización.....	45
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	47
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	47
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	47
3.4.2.1. Encuestas:.....	47
3.4.2.2. Fichas técnicas:.....	47
3.5. Método de análisis de datos.....	47
3.6. Aspectos Éticos.....	48
3.6.1. Ética para inicio del diagnostico.....	48
3.6.2. Ética de la recolección de datos.....	48
3.6.3. Ética en el diseño del sistema de agua potable.....	48
IV. RESULTADOS.....	49
V. DISCUSIÓN.....	78
VI. CONCLUSIONES.....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
Referencias bibliográficas.....	84

ANEXOS .....	89
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	89
Anexo 2. Instrumento de recolección de información.....	90
Anexo 3. Validez del instrumento .....	96
Anexo 4. Confiabilidad del instrumento.....	105
Anexo 5. Formato de Consentimiento Informado .....	109
Anexo 6. Documento de aprobación de institución para la recolección de información ..	112
Anexo 7. Evidencias de ejecución (declaración jurada, base de datos) .....	113

## Lista de Tablas

Tabla 1. Ficha 01: Evaluación de la captación .....	49
Tabla 2. Ficha 02: Evaluación de la línea de conducción .....	53
Tabla 3. Ficha 03: Evaluación del reservorio .....	56
Tabla 4. Ficha 04: Evaluación de la línea de aducción .....	60
Tabla 5. Ficha 05: Evaluación de la red de distribución .....	63
Tabla 6. Ficha 06: Mejoramiento hidráulico de la captación .....	67
Tabla 7. Ficha 07: Mejoramiento de la línea de conducción.....	69
Tabla 8. Ficha 08: Mejoramiento del reservorio .....	70
Tabla 9. Ficha 09: Mejoramiento de la línea de aducción.....	72
Tabla 10. Ficha 10: Mejoramiento de la red de distribución.....	73

## Lista de Figuras

Imagen 01: Ciclo hidrológico del agua.....	24
Imagen 02: Agua potable.....	25
Imagen 03: Agua superficial.....	26
Imagen 04: Agua subterránea .....	26
Imagen 05: Sistema de suministro de agua potable.....	27
Imagen 06: Sistema por gravedad .....	28
Imagen 07: Sistema por bombeo .....	28
Imagen 08: Captación de fondo.....	30
Imagen 09: Captación de ladera .....	30
Imagen 10: Canastilla .....	31
Imagen 11: Cono de rebose .....	31
Imagen 12: Línea de Conducción.....	32
Imagen 13: Reservorios elevados .....	34
Imagen 14: Reservorios apoyados .....	35
Imagen 15: Tubo de ventilación .....	36
Imagen 16: Tubería de salida.....	37
Imagen 17: Tubo de rebose .....	37
Imagen 18: Caseta de válvulas .....	38
Imagen 19: Tubería de llega .....	38
Imagen 20: Cloración por goteo .....	39
Imagen 21: Redes tipo ramificadas .....	40
Imagen 22: Redes tipo mallas.....	41
Imagen 22: Red Mixta .....	41

## Lista de gráficos

<b>Grafico 1.</b> Evaluación del estado de los componentes de la estructura “Captación” .....	50
<b>Grafico 2.</b> Evaluación final de la estructura “Captación” .....	52
<b>Grafico 3.</b> Evaluación final de la estructura “Línea de conducción” .....	55
<b>Grafico 4.</b> Evaluación del estado de los componentes de la estructura “Reservorio” .....	57
<b>Grafico 5.</b> Evaluación final de la estructura “Reservorio” .....	59
<b>Grafico 6.</b> Evaluación final de la estructura “Línea de aducción” .....	62
<b>Grafico 7.</b> Evaluación final de la estructura “Red de distribución” .....	64
<b>Gráfico 8.</b> Estado de los componentes del sistema de abastecimiento .....	65
<b>Gráfico 9.</b> Resumen del estado de los componentes del sistema de abastecimiento .....	66
<b>Grafico 10.</b> ¿Mejorara la cobertura del agua? .....	74
<b>Grafico 11.</b> ¿Mejorara la cantidad del agua? .....	75
<b>Grafico 12.</b> ¿Mejoraría la calidad del agua? .....	76
<b>Grafico 13.</b> ¿Mejoraría la calidad del agua? .....	77

## Resumen

Este proyecto se tuvo como **problemática** ¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizara el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura – 2023?, por lo que tiene como **objetivos**. Elaborar la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023; Realizar el mejoramiento estructural de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023; Determinar la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023. La **metodología** es de tipo descriptivo, nivel cualitativo y diseño no experimental, realizando encuestas y fichas técnicas para la obtención de los datos para elaborar nuestra evaluación al sistema, cuyo **resultado** obtenido es que el sistema de abastecimiento se encuentra en un estado “Malo” como se observa en el (grafico 9) la cual está comprendida por los siguientes componentes: la captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución. Cada uno de ella tuvo una puntuación como se muestra en la (grafico 8); la **conclusión** es que el caserío de Piedra del Toro le urge un mejoramiento de cada uno de sus componentes por encontrarse en malas condiciones para conseguir así la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable, y conseguir con esto que reduzca las enfermedades que están surgiendo por contar con un sistema daño

**Palabras clave:** Captación, la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimización del sistema de abastecimiento de agua potable.

## Abstracts

This project was considered problematic. Will the evaluation and improvement of the hydraulic structures optimize the drinking water supply system of the village of Piedra del Toro, of the district and province of Morropon, department of Piura - 2023? for which it has as goals. Prepare the hydraulic evaluation of the drinking water supply system of the village of Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023; Carry out the structural improvement of the components of the drinking water supply system of the village of Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023; Determine the optimization of the drinking water supply system in the village of Piedra del Toro, Morropon - Morropon - Piura - 2023. The methodology is descriptive, qualitative level and non-experimental design, conducting surveys and technical sheets to obtain the results. data to prepare our evaluation of the system, the result obtained is that the supply system is in a "Bad" state as observed in (graph 9) which is found by the following components: collection, conduction line, reservoir, adduction line and distribution network. Each of them had a score as shown in (graph 8); the conclusion is that the village of Piedra del Toro urgently needs an improvement of each one of its components because it is in poor condition in order to optimize the drinking water supply system, and thereby reduce the diseases that are arising from have a bad system

**Keywords:** Catchment, evaluation and improvement of hydraulic structures, optimization of the drinking water supply system.

## **I. Planteamiento del Problema de Investigación**

### **Descripción del problema**

A nivel mundial cuando nos referimos a agua potable cerca de los 2000 millones de habitantes del planeta tierra no cuentan con dicha accesibilidad de este servicio de forma segura, al mismo tiempo 3600 millones de personas no tienen acceso al servicio de saneamiento, como más de 2300 millones no cuentan con las instalaciones que son básicas para el lavado de manos; debido al aumento demográfico, el uso excesivo de agua, la contaminación y la gran variedad de las precipitaciones son unos de los factores que hacen que en varias partes del mundo el agua se vuelva uno de los grandes riesgos para el avance económico, la anulación de la pobreza y el desarrollo sostenible. Viviendo en un mundo interconectado y de un rápido aumento de población como se observa hoy en día, las secuelas que pueden traer todo este problema son de carácter local, nacional, regional y nivel mundial; por ser un tema que llegaran afectar de forma descomunal a la gente más pobre y las personas vulnerables. Por lo cual el agua viene hacer un punto vital en la producción, siendo así que la disminución de sus almacenamientos se verá reflejado en la desaceleración del desarrollo económico, es así que según estadísticas el aumento económico de ciertas regiones van a disminuir hasta un 6% del PIB en el año 2050, por la disminución de agua en la agricultura, en la salud, los ingresos y la prosperidad. Por todo lo mencionado para llegar a conseguir el alivio de la pobreza es conseguir un abastecimiento de agua potable que llegue hacer constante y suficiente para todos los habitantes del mundo. La misión segura de contar con los servicios de agua potable, saneamiento e higiene llegan hacer una de las partes más primordiales al momento de la prevención de muchas enfermedades y protección de la salud humana en el transcurso de que surgen nuevos brotes infecciosos, como el que se padeció recientemente como la pandemia de COVID – 19, que según la reseña técnica elaborada por la OMS/Unicef sobre el comité de desechos durante la COVID -19; “El tema del lavado frecuente y adecuado de las manos es una de las medidas más importantes que se pueden usar para prevenir la infección por el virus causante de la COVID-19.”. Es así como al mismo tiempo se logra conseguir la prevención de otras muchas enfermedades mortales, como la disentería, el cólera, la fiebre tifoidea y la hepatitis A. (1)

En el Perú el que es uno de los países con mayor riqueza de agua, el problema primordial que tiene por el abastecimiento de agua, llega hacer el repartimiento desigualado de dicho recurso; siendo así que las autoridades Nacionales del agua muestran que el volumen anual

que se promedia de agua llega hacer de 1'768,172 millones de metros cúbicos, haciendo reflejar que el Perú no muestra ningún inconveniente en el tema de abastecimiento de agua; sin embargo, en nuestra Sierra y Amazonia tienen el 97,27% de disponibilidad de la distribución de agua, el cual aloja solo el 30,70% de la población. Teniendo así el 2,18% de la disposición de agua el que se halla en la vertiente del Pacífico que tiene el 65,98% de la población, siendo así un estrés hídrico muy elevado y muy preocupante en el sector de la costa peruana. Mediante la encuesta realizada a los hogares en el año 2018 (ENAHO) del INEI, son alrededor de 3,6 millones de peruanos que no cuentan con el servicio de agua potable, siendo alrededor de 342 mil las habitantes que radican en Lima y la forma de abastecerse es por medio de camiones de cisterna, el cual es la forma más costosa de adquirirlo a la diferencia de las viviendas que si cuentan con este servicio. Al mismo tiempo el Perú cuenta con extensos recursos naturales como también una gran biodiversidad, pero el mal uso de estos recursos hídricos en todos estos años de parte de la industria fabril, así como consecuencia por los cambios climáticos, el aumento de habitantes en las poblaciones e industrias agrícolas incorrectas, han hecho que aumente la falta de agua y disminuya los esfuerzos para lograr un desarrollo sostenible. (2)

A nivel regional en Piura los números en las estadísticas no varían mucho que las anteriores ya mostradas, ya que por lo menos el 20% de los pobladores de este departamento no cuentan como este servicio, cuando se debería ser que el 100% de los pobladores cuenten con abastecimiento de agua, teniendo una continuidad que llega solo al 75% en muchas de estas zonas. Su abastecimiento de agua está dependiendo mucho de su sistema de alcantarillado, el que penosamente solo alcanza abastecer al 55% de los pobladores. (3)

### **Formulación del problema**

¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizara el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura – 2023?

### **Justificaciones del proyecto**

#### **Justificación teórica**

Está basada en el requisito de indagar en el entendimiento y comprensión de las formas en que se puede recolectar la información de la zona, con el objetivo de generar mejoras en los componentes de las estructuras hidráulicas que abastecen con agua potable a los pobladores

del Caserío, comprendiendo estas herramientas podremos realizar la optimización de los métodos de evaluación y toma de determinaciones, lo cual reflejaremos en beneficios para la obtención de una calidad óptima de dicho sistema.

### **Justificación Práctica**

Realizar la justificación práctica es muy fundamental para esta investigación, por que buscamos afrontar un problema actual para fomentar soluciones evidentes para conseguir la mejora del sistema del Caserío de Piedra del Toro

### **Justificación Metodológica**

Surge de la necesidad de realizar una evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, para establecer el estado en que se encuentra dicho sistema, así como saber qué calidad de agua fue la que se estaba distribuyendo, ya que con este proyecto se va a contribuir con la sociedad específicamente el de mejorar el sistema de abastecimiento de agua.

### **Objetivo general**

Realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura – 2023.

### **Objetivos específicos**

Elaborar la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.

Realizar el mejoramiento estructural de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.

Determinar la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.

## II. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Barrera (2019) en su titulación para conseguir el título de Ingeniero Civil, elaborada en la universidad de Cuenca, en el país de Ecuador, tiene como título “Evaluación de la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua del sector rural del cantón Cuenca”, tuvo como **objetivo** apreciar los procedimientos de las operaciones y mantenimientos del sistema de abastecimiento de agua potable en la parte del cantón de Cuenca, como también los sistemas de Chulco-Soroche, Atuc-Loma, Chiquintad, Santa Ana, Pillachiquir y Tutapali Chico, su **metodología** fue incluir una variedad de series de técnicas como visitas, inspecciones y recaudo de datos de todos los sistemas de abastecimiento de agua potable, obteniendo como **conclusión** que sus sistemas de abastecimiento muestran diversas carencias y al mismo tiempo no muestran un plan para realizar mantenimientos de prevención, una de las primordiales es que dicho sistema cuenta en su totalidad 15 captaciones que tiene cerca de 26.5 kl de longitud de tubería de conducción logrando abastecerse con un caudal de 5l/s, haciendo que sea difícil el mantener el tema del mantenimiento por el tema de recursos, por lo que al ocurrir inconvenientes en distintos componentes el periodo de conseguir una solución es muy alto; al mismo tiempo el caudal es demasiado pequeño causando insuficiencia para lograr abastecer con la solicitud de los pobladores, los cuales solo tienen el tiempo de 4 horas cada día de poder abastecerse por contar con un sistema que ya alcanzó su vida útil. (4)

Betancur (2021) en su proyecto previo a la obtención del título de tecnóloga en agua y saneamiento ambiental, obtenida en la escuela politécnica nacional, en el país de Ecuador, teniendo como título “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia San Gregorio Cantón Muisne provincia de Esmeralda”, se planteó como **objetivo** la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia San Gregorio Cantón Muisne provincia de Esmeralda, aplicando una **metodología** de observación como también el método de muestreo siendo empleado para poder evaluar la calidad del agua, teniendo

como **conclusión** que dicho agua resultante de la fuente la cual provee de agua al sistema, es adecuada para continuar siendo adquirida y utilizada, pero al mismo tiempo esta agua requiere de un tratamiento posteriormente antes de ser entregada a los usuarios; por parte del caudal que es suministrado por la estación de bombeo hoy por hoy es de 2.5 l/s siendo no suficiente con la demanda de los pobladores que es de 3,54 l/s ocasionando que se genere un desperdicio energético, (5)

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Isminio (2021) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, realizada en la universidad católica los ángeles de Chimbote, en el país de Perú, el cual tiene como título “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Hurgopata, distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón, región Huánuco, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021”, siendo su **objetivo** el de realizar la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Hurgopata en donde los componentes muestran muchas insuficiencias que no logran cumplir con la condición sanitaria, su **metodología** será del tipo correlacional, de un nivel cualitativo y cuantitativo, siendo de una manera transversal con un diseño que no será experimental, teniendo así como **conclusión** que las carencias empiezan a partir de la captación mostrando una mala condición su cámara húmeda, notando la ausencia de sus accesorios en su cámara seca, así como la ausencia de aletas para obtener una captación que sea de agua concretada, siguiendo con su conducción el cual se encuentra expuesta en distintas partes de su tramo encontrándose así en peligro, no presentan ningún tipo de válvulas como la de aire o de purga, finalizando con la clase de tubería que fue empleada siendo esta no adecuada, el reservorio se encontró con una cámara húmeda con muchas faltas de accesorios en su caseta de válvulas, con una tapa sanitaria muy gastada y la protección del cerco perimétrico es mínima por ser tipo rustico y por finalizar con esta estructura el sistema de cloración con la que cuenta no es la apropiada, en su aducción de igual manera lo que es su tubería se muestran expuestas en ciertas partes de su tramo, de igual manera no presentan ningún tipo de válvulas de aire ni de purga, por ultimo su red de distribución en partes de sus tramos sus tuberías primarias y secundarias se encuentran a la misma altura del terreno

natural, su clase de tuberías que se empleó no viene hacer la adecuada por lo cual 114 de estas ya muestran fisuras en sus conexiones entre lo que es la tubería principal con sus conexiones a los domicilios. (6)

Engracio (2021) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, elaborada en la universidad César Vallejo, en el país de Perú que lleva como título “Propuesta de mejora del sistema de agua potable y alcantarillado en el barrio de Shancayan Independencia – 2021”, se propuso como **objetivo** proponer la mejora del sistema de agua potable y alcantarillado en el barrio de Shancayan Independencia – 2021, su **metodología** es del tipo aplicada por estar encaminada a poder solucionar las dificultades que se muestran para mejorarlas y optimizar, de diseño no experimental siendo así transaccional descriptivo, llegando a la **conclusión** que al culminar con la evaluación la captación se muestra inoperativo Debido a su antigüedad y la inexactitud al realizar el mantenimiento de dicha estructura, luego de elaborar el análisis en el laboratorio se consiguió como resultado que dicha agua es óptima y poder ser utilizada para consumo humano, el caudal obtenido es de 294.12 Lt/seg siendo así capaz de poder abastecer a los pobladores y su demanda, su desarenador se encuentra totalmente abandonado y ya supero su vida útil contando con 28 años de antigüedad, su línea de aducción el cual tiene una medida de 12 pulg se inoperativa por tener muchos daños, por lo cual hoy en día el agua que sirve para poder abastecer a los pobladores de Shancayan está siendo conseguido desde la EPS Chavín de la cual está siendo comprada para luego poder ser transportada hacia su reservorio el cual cuenta con una capacidad de almacenamiento de 250 m<sup>3</sup>, este componente ya supero su vida útil siendo 28 años antiguos según la normativa con que se trabaja hoy en día, su caseta de válvulas se encuentra totalmente malograda siendo este su válvula por donde ingresa el agua que también ya supero su vida útil, y por último la línea de conducción que se encontraron tuberías de 10” como también de 6” las cuales por los años de vida y uso se encuentran estropeadas por la mala instalación y el mal proceso constructivo que se ha realizado. (7)

### 2.1.3. Antecedentes locales

Manrique (2021) en la tesis elaborada para obtener el título profesional de ingeniero civil, hecha en la universidad César Vallejo, en el Perú la cual lleva como

título “Mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable zona urbana de Recuay, provincia de Recuay – Áncash - 2021”, tiene como **objetivo** el de la investigación es el Mejoramiento de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable de la Zona Urbana de Recuay Provincia de Recuay – Ancash. Así mismo, con una **metodología** de tipo aplicada por estar alineada en conseguir nuevos conocimientos asignados a proponer soluciones de inconvenientes particos, de diseño no experimental con el convenio de no maniobrar ninguna variable, llegando a la **conclusión** que luego de realizar la evaluación a la línea de conducción se determinó la falta de conservación de buen estado de la mayoría de los componentes, proponiéndose una mejora del caudal para que logre 13.5 Lt/s como está señalado en el expediente técnico, en el momento de realizar la construcción de dicho sistema no se tomó en cuenta la subrasante para realizar la instalación de las tuberías, consiguiendo así el no obtener las presiones correspondientes en los tramos señalados, los cuales produjeron algunos flujos de aire en las válvulas del sistema. (8)

Garcia (2022) en la tesis creada para obtener el título profesional de ingeniero civil, trabajada en la universidad cesar vallejo, en el Perú tiene como título “Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, Huari, Ancash- 2022”, tiene como **objetivo** Proponer un plan de mejora respecto los componentes de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, empleando una **metodología** de nivel explicativa, como se indicó de orientación cuantitativo, su **conclusión** es recomendable la mejora del sistema de agua en todos los puntos mencionados para conseguir así la mejora del rendimiento y poder contemplar con los requerimientos de calidad, siendo también primordial mantener las estructuras del sistema limpiar para poder impedir el de adquirir distintos tipos de enfermedades que afecte a los pobladores del centro poblado Pichiu Quinhuaragra. (9)

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Evaluación y mejoramiento de sistema de abastecimiento de agua potable

#### 2.2.1.1. Agua

Es uno de los recursos más imprescindible para los seres humanos, estando presente de cualquier manera de vida ya existente, por lo cual es algo tan indispensable para nosotros mismo, es empleado para el uso en agricultura, ganadería como también para conseguir energía con dicho recurso. (10)

##### 2.2.1.1.1. Ciclo hidrológico del agua

Es un concepto que representa un rol muy importante para la vida humana debido a que este tema beneficia a cada uno de los nosotros como también a la vida vegetal y la vida animal, se origina desde que empieza las lluvias, para seguir con la marcha en el suelo y ser absorbida por la raíz de algunas plantas para luego por medio de la transpiración vegetal ser regresada a la misma atmosfera de una forma gaseosa. (11)

**Imagen 01:** Ciclo hidrológico del agua.



**Fuente:** Ecología verde.

#### 2.2.1.2. Agua potable

Se refiere a aquella agua que puede ser consumida por los seres humanos de una forma directa como también puede ser empleada para el lavado de nuestros alimentos, esto luego de cumplir con las normas microbiológicas y químicas a la calidad del agua potable. (12)

**Imagen 02:** Agua potable.



**Fuente:** Fibras y Normas de Colombia S.A.S.

### 2.2.1.3. Abastecimiento de agua potable

A fin de que el agua sea útil para ser consumido, también tiene que cumplir condiciones del modo sanitario, de igual manera disposiciones relativas a la calidad del fluido. (13)

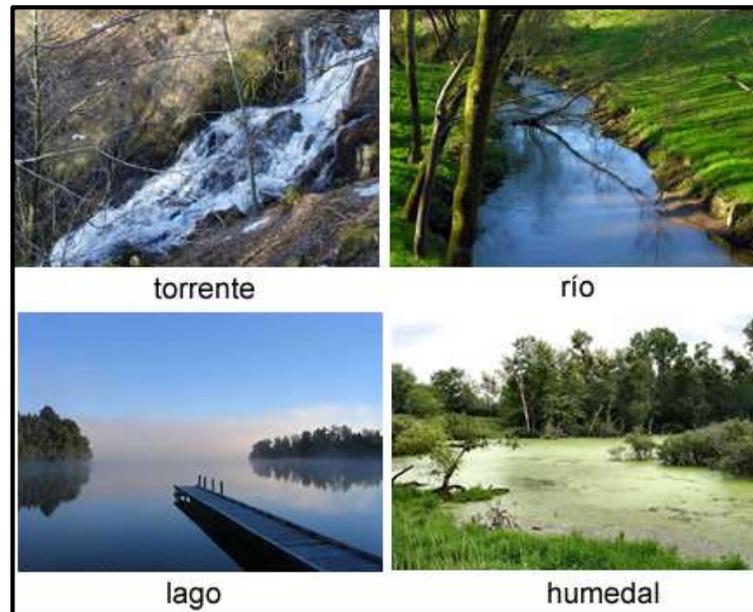
#### 2.2.1.3.1. Fuentes de abastecimiento

Es aquella que nos va a proveer de agua a todo nuestro sistema o proyecto de abastecimiento de agua, en consecuencia, se tendrá que establecer el tipo, la ubicación, la calidad como la cantidad; conforme a los datos ya encontrados y su naturaleza como también la topografía del lugar, se considerara el modelo de sistema que se utilizara pudiendo ser de bombeo o gravedad. (14)

##### a) Agua superficial

Son todas las aguas obtenidas de los manantiales, que comúnmente pueden ser utilizadas sin ningún tipo de tratamiento por manar desde el subsuelo encontrándose de sin presencia de agentes extraños, por lo que deben de contar con protección de estructuras que imposibiliten la contaminación del agua. (15)

**Imagen 03:** Agua superficial

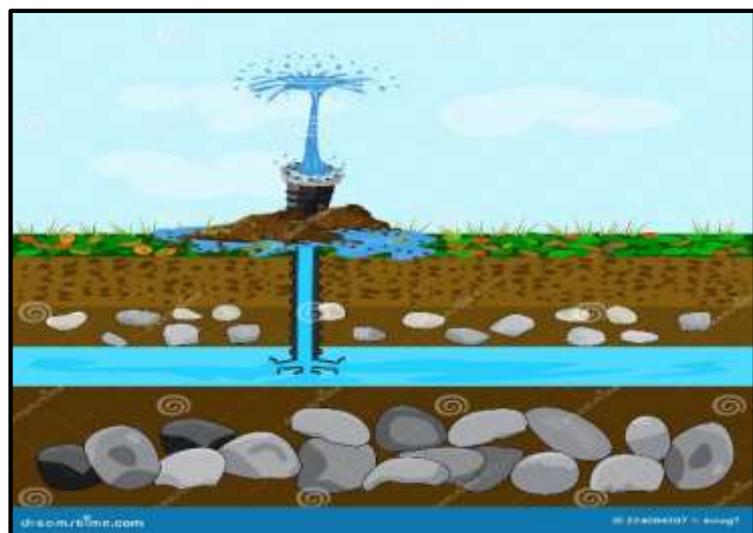


**Fuente:** Cienciasfera

b) Agua subterránea

Normalmente estas aguas están contaminadas y manifiestan algunos agentes extraños que se encuentran inmersas o suspendidas, originadas por la misma naturaleza como pueden ser las vegetaciones, las aves, los animales, vientos o por la misma intromisión de las personas. (15)

**Imagen 04:** Agua subterránea

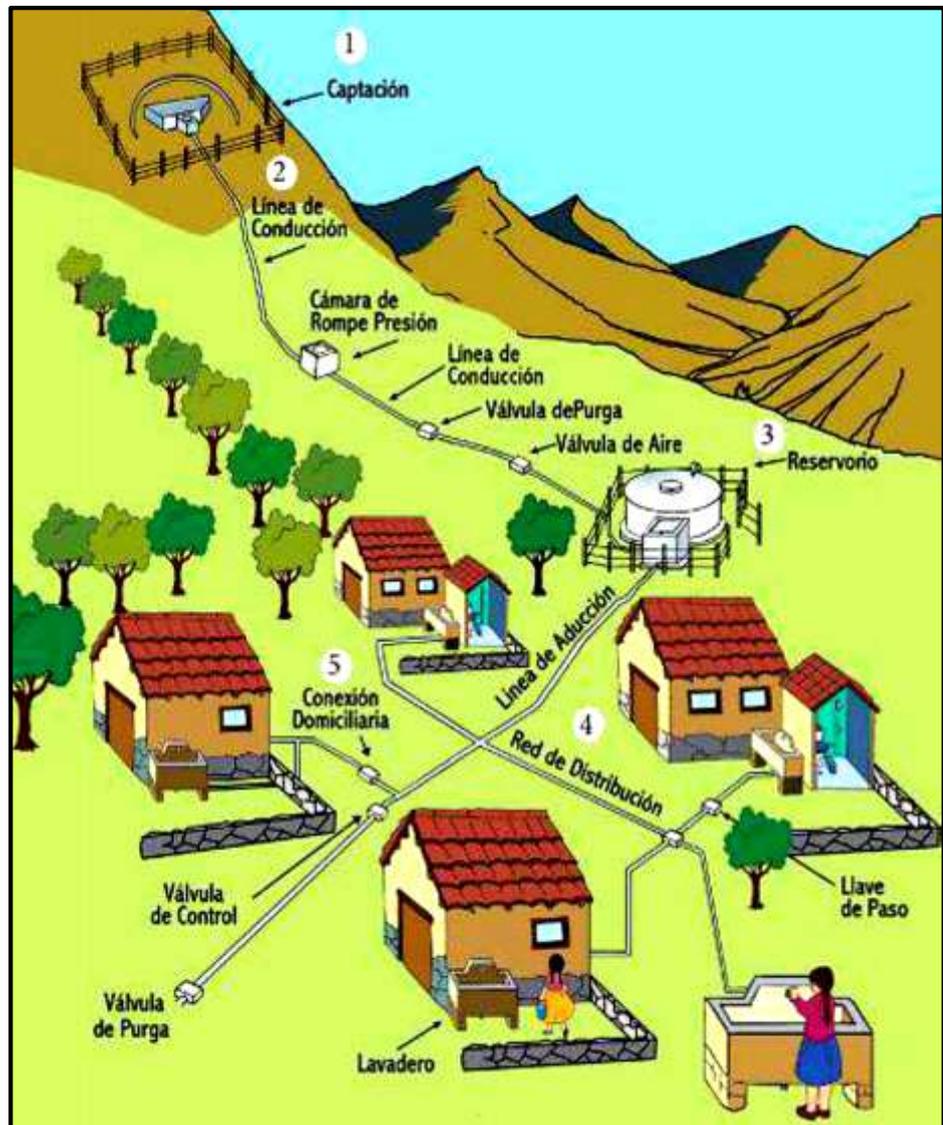


**Fuente:** Dreamstime.

#### 2.2.1.4. Sistema de suministro de agua potable

Este sistema conlleva como determinación principal el de facilitar a la población, un agua de buena calidad con cierta cantidad que logre complacer con sus necesidades, una de ellas que es resguardar su condición sanitaria. Todo sistema debe de ser diseñado con todas los reglamentos y normas señalados por las entidades privadas y públicas del Perú, como CAPECO, EL MISA, DIGESA, etc. Conociendo así su naturaleza como la ubicación de su fuente se conoce 2 tipos de sistemas. (16)

**Imagen 05:** Sistema de suministro de agua potable

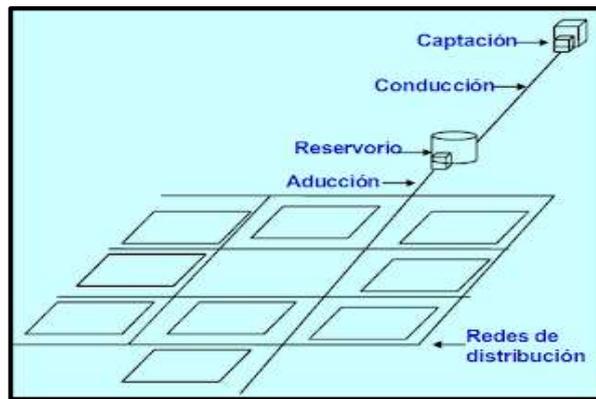


**Fuente:** Manual y mantenimiento de sistemas de agua potable.

#### 2.2.1.4.1. Sistema por gravedad

Cuando se refiere a un sistema por gravedad, la ubicación de la fuente tiene que encontrarse en el lugar más alto del centro poblado para que cuya agua por medio de las tuberías y solo utilizando la potencia de la gravedad tiene que alcanzar hacia la parte más baja del pueblo. (17)

**Imagen 06:** Sistema por gravedad

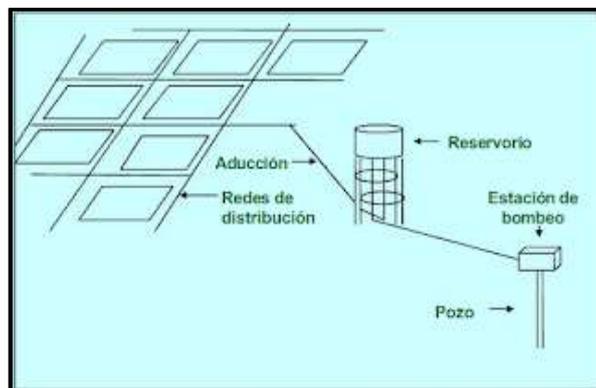


**Fuente:** Agua potable en zonas rurales.

#### 2.2.1.4.2. Sistema por bombeo

Para ser un sistema por bombeo, la fuente de agua se va encontrar en el lugar más bajo de la población, teniendo que utilizar necesariamente un equipo de bombeo para transportar el agua hasta el almacenamiento de agua y contar con una presión en la red de distribución. (17)

**Imagen 07:** Sistema por bombeo



**Fuente:** Agua potable en zonas rurales.

#### 2.2.1.5. Evaluación

Cuando nos referimos a evolución se describe a la acción como también al resultante de evaluar un verbo, que nos permitirá poder valorar, indicar, establecer, calcular y apreciar su importancia concreta de un asunto o cosa; en donde se emitirá un juicio alrededor de un grupo de información en el que se tomará una conformidad con las conclusiones que presentará el alumno. (18)

#### 2.2.1.6. Mejoramiento

Se hace referencia a la acción y resultado de mejorar o mejorarse, en hacer que una cosa puede perfeccionar o que sea mejor que otro, en acrecentar, incrementar o aumentar, en hacer recobrar la salud perdida, restablecerse y también del tiempo favorable. (19)

### 2.2.2. Estructuras hidráulicas

Se refiere a todas las obras de ingeniería que son realizadas para poder aprovechar todas las riquezas hídricas y tener control de la operación de distribución. Elaboradas mayormente en todos los casos con una combinación de equipos y componentes mecánicos; se edifican en beneficencia a los seres humanos y el progreso de la humanidad. (20)

#### 2.2.2.1. Captación

Son utilizadas para la extracción del agua, las cuales dependen de sus características de abastecimiento, su topografía, su región y la porción de agua captada, el objetivo esencial del diseño de la captación es la prevención para evitar la contaminación de dicha agua captada, las tipologías de grupos llegan hacer conforme a las especificaciones ya nombradas inicialmente. (21)

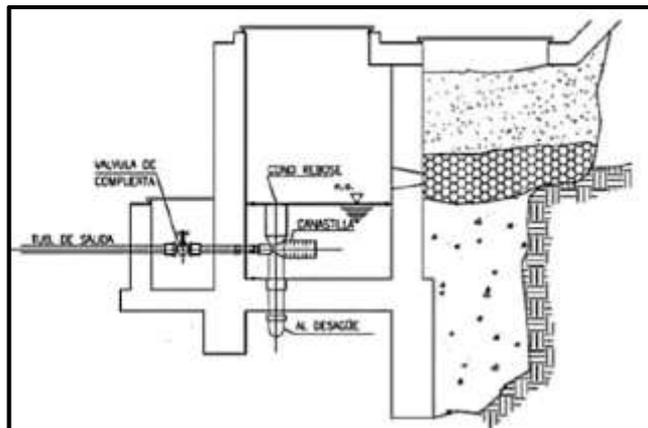
##### 2.2.2.1.1. Tipos de captación

###### a) Captación de fondo

Esta construcción va a permitir realizar la recolección de agua de manantial que circula de manera horizontal,

nombrado como ladera. Esta captación consta de 3 partes, iniciando con lo que el respaldo del afloramiento, siguiendo con la parte de la cámara húmeda que servirá para el almacenamiento del agua y poder moderar el consumo a usarse, por último, una cámara seca el cual servirá para la protección de la válvula de salida. (22)

**Imagen 08:** Captación de fondo

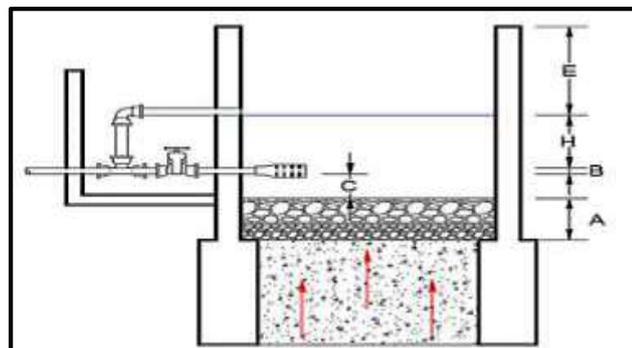


**Fuente:** Guía de orientación en Saneamiento.

b) Captación de ladera

Esta estructura nos permitirá la recolección de agua de la fuente proveniente del bajo suelo de una forma vertical, dicha captación se conforma de 2 partes, comenzando por la cámara húmeda que servirá para la recolección del agua y seguido de una cámara seca. (22)

**Imagen 09:** Captación de ladera



**Fuente:** Guía de orientación en Saneamiento

#### 2.2.2.1.2. Protección de afloramiento

La protección de fuentes de agua o nacimientos se caracteriza como un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de producción de agua, en calidad y cantidad, disminuir la posible contaminación de las condiciones de manejo y uso. (23)

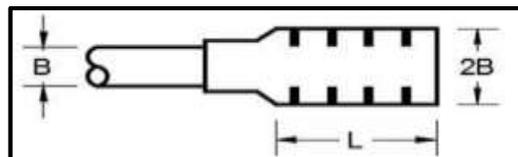
#### 2.2.2.1.3. Cámara húmeda

Sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse.

##### a) Canastilla

Tiene como objetivo prevenir que la suciedad o cualquier objeto pueda ingresar a la tubería de conducción.

**Imagen 10:** Canastilla



**Fuente:** MVCS

##### b) Cono de rebose

Tiene como utilidad examinar los niveles de agua para prevenir que llegue al techo, por ese motivo tendría que estar más arriba que los orificios de entrada a la cámara húmeda. (23)

**Imagen 11:** Cono de rebose



**Fuente:** Slideplayer.es

c) Tubería rebose y limpia

La tubería de rebose se utiliza para evitar desbordamientos de líquidos, mientras que la tubería limpia se refiere a un conducto que transporta líquidos sin contaminantes o sustancias peligrosas. (23)

2.2.2.1.4. Cámara seca

Que sirve para proteger la válvula de salida.

a) Válvula de salida

La elección de válvulas para un desarrollo adecuado dependerá de varios factores, como los materiales de construcción, la válvula, la temperatura, costo y disponibilidad. (24)

2.2.2.2. Línea de Conducción.

Está compuesto por válvulas, accesorios y tuberías, que son utilizados para la conducción de agua desde el lugar de la capación hacia el almacenamiento de agua; dichas tuberías son empleadas dependiendo del perfil de terreno, en caso de no poder diseñar una línea de conducción por gravedad por disposiciones exageradas por el terreno o el costo del suministro es muy elevado, se plantea como posibilidad el emplear un sistema por bombeo. (25)

**Imagen 12:** Línea de Conducción.



**Fuente:** Elaboración Propia

#### 2.2.2.2.1. Tipos de línea de conducción

##### a) Conducción por bombeo

Es la energía o impulso que se brinda al agua que corre por la tubería, si acaso la captación sea en inferior en altura que el reservorio. (26)

##### b) Conducción por gravedad

En el caso de esta conducción, es distinta a la de bombeo puesto que la fuente donde se ubica la captación una altura superior a la del reservorio, esto sucederá siempre que se compruebe las presiones. (26)

#### 2.2.2.2.2. Tipo de tubería

Para lograr obtener los cálculos para saber el tipo de tubería que se empleara para el diseño, se debe emplear el coeficiente de fricción. (27)

#### 2.2.2.2.3. Clase de tubería

Para la elección de la clase se tiene que contemplar una tubería que sea resistente a las presiones que deberán estar determinadas por las máximas presiones que van ocurrir en debido a la línea de carga estática. (27)

#### 2.2.2.2.4. Diámetro

Para establecer los diámetros se contemplan distintos procedimientos y se consideran distintas soluciones por el tema económico. El diámetro seleccionado para el diseño tiene que poder conducir el agua a una velocidad que están comprendidas desde 0.6 hasta 3.0 mls, siendo así que las cargas que fueron calculados tiene que ser menores o parecidas a la carga disponible. (27)

#### 2.2.2.2.5. Velocidad

Para una tubería de tipo PVC son aceptables como máximo una velocidad de 5.00 m/s y como mínima una velocidad de 0.60 m/s. (27)

#### 2.2.2.3. Reservorio

La función primordial de un reservorio reside en consignar el buen funcionamiento del sistema hidráulico como también su adecuado mantenimiento para otorgar un servicio eficaz que cumpla con las necesidades de contar con un proyecto de agua que sea óptima y tenga un rendimiento aceptable de la fuente. (28)

##### 2.2.2.3.1. Tipos de reservorio

Son edificados directo sobre el terreno o también sobre edificaciones dependiendo por deducciones de servicio donde se requiriese elevarse.

##### a. Reservorios elevados

Pueden ser diseñados bien metálicos como también de concreto y se tiene que tener en consideración 2 puntos muy importantes que son el almacén y la torre que soportara dicho reservorio. (29)

**Imagen 13:** Reservorios elevados



**Fuente:** Kibeconstrucciones.

b. Reservorios apoyados

Tienen de forma rectangular como de circular y se colocan sobre el suelo, para poder elaborar este tipo de reservorios el terreno donde se construirá tiene que ser capaz de aguantar las distintas cargas a imponer sin que se genere algún tipo de deformación. (30)

**Imagen 14:** Reservorios apoyados



**Fuente:** Aqua Diposits.

2.2.2.3.2. Volumen del reservorio

Es la ocupación de un material en un espacio.

a. Compensación de las variaciones

Debe de acceder las necesidades máximas y las diversidades generadas por el consumo, cumplan con satisfacer a cabalidad durante todo el día. (31)

b. Demanda contra incendio

Si se llega a tomar una demanda contra incendio esta debe de contar con un almacenamiento adicional en los reservorios, que son un poco más de 2 horas del gasto estimado. (31)

c. Provisión de reserva

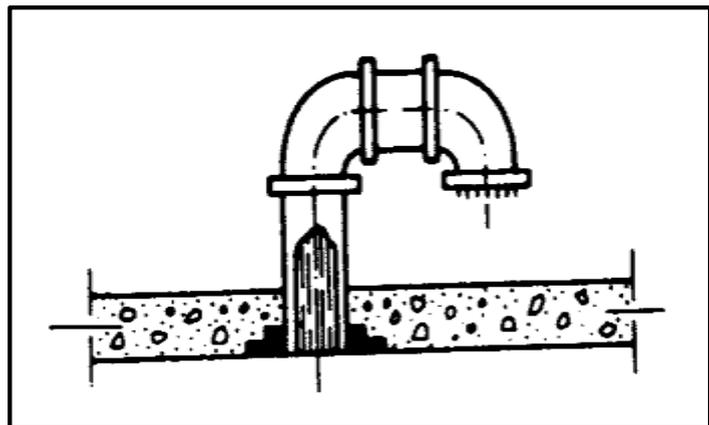
Es recomendable que se cuente con un volumen adicional para que permita poder solucionar los problemas que surjan en la línea de conducción. (31)

2.2.2.3.3. Partes externas

a) Tubo de ventilación

En la estructura del reservorio siempre debe de tener un sistema de ventilación que se puede elaborar de tubo en forma de U invertida, siendo así que se cubra para impedir el ingreso de algún tipo de animal. (32)

**Imagen 15:** Tubo de ventilación



**Fuente:** Simon Arrocha.

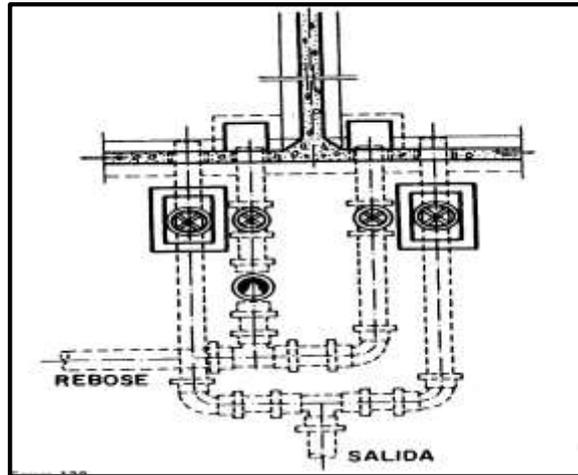
b) Tapa sanitaria

Esta será de metálica, el cual nos podrá dar acceso cuando se necesite realizar algún tipo de mantenimiento, al mismo tiempo cumplirá la función de protección para evitar que puedan ingresar algo para alterar el agua almacenada. (33)

c) Tubería de salida

De igual forma esta tubería su diámetro dependerá de la línea de conducción y contará con una llave. (33)

**Imagen 16:** Tubería de salida



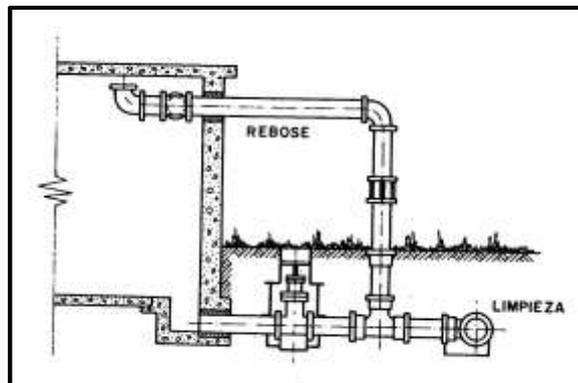
**Fuente:** Simon Arrocha

d) Tubo de rebose

Este tubo está enlazado con la tubería de limpieza el cual nos accederá hacer la descarga en cualquier momento.

(33)

**Imagen 17:** Tubo de rebose

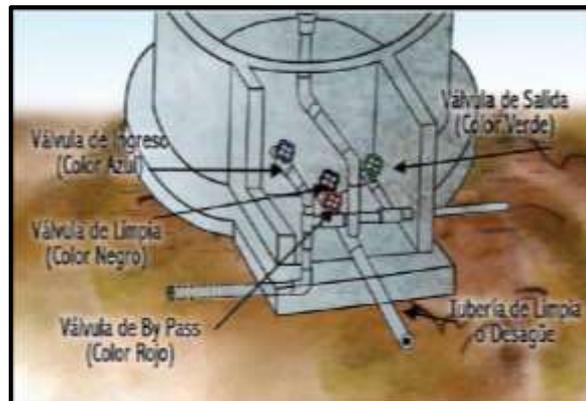


**Fuente:** Simon Arrocha

e) Caseta de válvulas

Es la estructura que se encuentra enfrente del reservorio (incorporada), está hecha por concreto armado y muros de albañilería, dentro de ella están las tuberías y válvulas para manipular el agua del reservorio.

**Imagen 18:** Caseta de válvulas



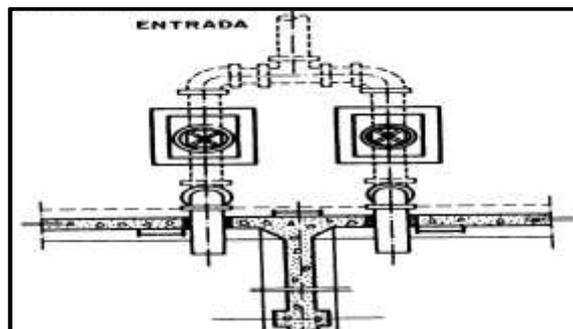
**Fuente:** Agua limpia

#### 2.2.2.3.4. Partes interna

##### a) Tubería de llega

Para poder conocer el diámetro de dicha tubería a emplearse estará determinado solamente por la línea de conducción, debe de contener un valle que sea desde mismo diámetro anteriormente al ingreso al reservorio y también debe de tener un by – pass que se utilizará para asistir percances. (34)

**Imagen 19:** Tubería de llega



**Fuente:** Simon Arrocha

##### b) Cono de rebose

Su laboral es la de permitir la salida del agua que llegue a sobrepasar el nivel designado del reservorio. (34)

#### 2.2.2.3.5. Cloración por goteo

Es un método de desinfección del agua que implica agregar cloro de manera controlada y gradual al agua para eliminar microorganismos patógenos y garantizar su potabilidad. (35)

**Imagen 20:** Cloración por goteo



**Fuente:** Manual de operación

#### 2.2.2.4. Línea de aducción

Esta parte del sistema está formada por colectores que permiten el traslado del agua iniciando desde el agua llegando hasta la red de distribución para su diseño se toma en consideración el relieve de dicha jurisdicción. (36)

##### 2.2.2.4.1. Tipo de tubería

Para conocer le tipo de tubería que se empleara, se debe de utilizar las formas relacionadas como la de Hazen y Williams, como también se debe de utilizar el coeficiente de fricción (37)

##### 2.2.2.4.2. Clase de tubería

Para la elección que se tomara para la clase de tubería esta debe de cumplir con la resistencia de las presiones más

fuerzas que se pueden producir en distintas partes del tramo de aducción. (37)

#### 2.2.2.4.3. Perdida de carga

Se generará una pérdida de carga al transcurrir el agua por dentro de las tuberías producto al rozamiento que se genera entre la tubería y el agua. (37)

#### 2.2.2.4.4. Diámetro

Para conseguir un diámetro apto para la aducción debemos de considerar un análisis de las presiones que soportaran la aducción y así elegir el adecuado. (37)

#### 2.2.2.5. Red de distribución

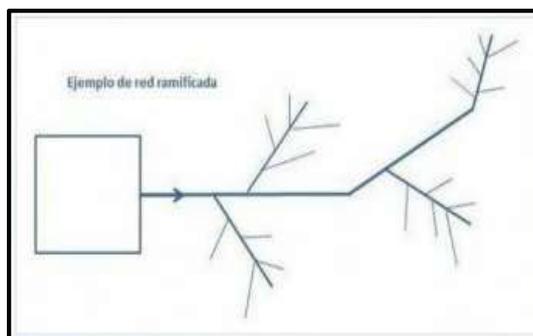
Se debe señalar adecuadamente el lugar del reservorio para poder abastecer con la cantidad y con la precisión adecuada en todos los puntos de la red. (38)

##### 2.2.2.5.1. Tipos de redes

###### a) Redes tipo ramificadas

Este tipo de red se conforma por una tubería la cual es puesta donde se origina un mayor consumo, acorde de la distancia de alejamiento del manantial o del reservorio su calibre de la tubería ira disminuyendo. (39)

**Imagen 21:** Redes tipo ramificadas

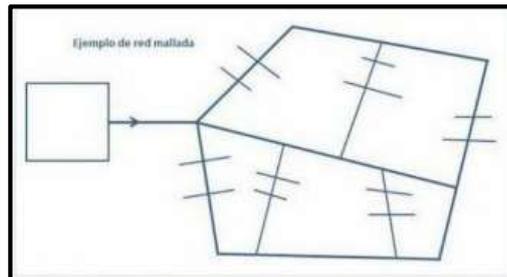


**Fuente:** Cmeducativ

## b) Redes tipo mallas

Está conformado de un compuesto de tuberías que son instalados de forma subterránea en las calles del centro poblado y que se conducen agua hacia la toma domiciliaria a cada uno de los usuarios. (40)

**Imagen 22:** Redes tipo mallas

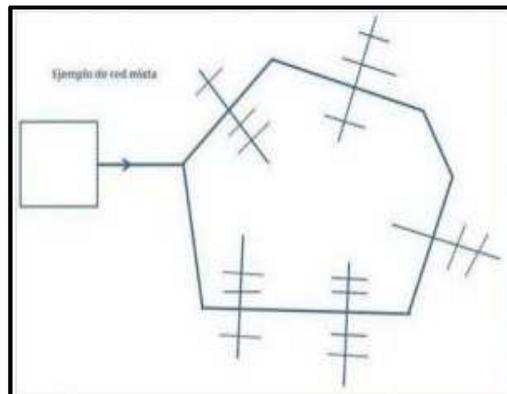


**Fuente:** Cmeducativ

## c) Red Mixta

Estas redes son la mezcla de emplear redes mixtas como redes cerradas. (40)

**Imagen 22:** Red Mixta



**Fuente:** Cmeducativ

### 2.2.2.5.2. Tipo de tubería para red de distribución

El tipo que se empleara para la distribución de agua en esta parte tiene que ser de PVC y ser factiblemente compatible con los accesorios que conforman las conexiones. (40)

#### 2.2.2.5.3. Diámetro de la tubería para red de distribución

Como especifica en las normas es recomendable usar diámetros mínimos para el diseño, de 1 pulgada en la red principal,  $\frac{3}{4}$  en el ramal y  $\frac{1}{2}$  en las conexiones. (41)

#### 2.2.2.5.4. Velocidad en red de distribución

La velocidad mínima no debe ser menos de 0.60 m/sg. y la velocidad máxima no deberá ser más de 2.00 m/sg. (41)

#### 2.2.2.5.5. Presión en red de distribución

Para poder determinar las presiones mínimas que se originaran en la red de distribución dependerá del lugar situado de las casas, teniendo como consideración que estas presiones deben de ser mínimas a 5 m.c.a. (41)

### 2.3. Hipótesis

No aplica

### **III. Metodología**

#### **3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación**

##### **3.1.1. El tipo de investigación**

El estudio agrupa las disposiciones metodológicas para ser una investigación aplicada, en donde se empleará los conocimientos aprendidos en ingeniería, con el fin de emplearlas en el transcurso de la evaluación y el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable – 2023.

##### **3.1.2. Nivel de la investigación de las tesis**

De acuerdo con la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo.

##### **3.1.3. Diseño de la investigación**

En esta etapa el investigador plantea diseñar la forma en que demostrara su hipótesis o idea, se puede establecer las técnicas y métodos por el investigador para conseguir un argumento coherente para que la problemática sea eficaz, para el diseño se emplea para la explicación un tipo de investigación como, investigación experimental, correccional y semi experimental, también se emplean encuestas y se sobrelleva sobre la base de la investigación.

#### **3.2. Población y Muestra**

##### **3.2.1. Población**

La población estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

##### **3.2.2. Muestra**

La Muestra estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua Potable en el caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura

### 3.3 Variables. Definición y Operacionalización

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	<p>Tiene como fin el determinar si los componentes o estructuras que comprenden el sistema funciona eficientemente, en base a los lineamientos y parámetros establecidos de los reglamentos vigentes.</p> <p>(27)</p>	<p>Se realizará la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas de abastecimiento de agua potable que abarque desde la captación hasta las redes de distribución, a través de fichas técnicas por reglamentos vigentes.</p>	<b>Captación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de captación</li> <li>• Protección de afloramiento</li> <li>• Cámara húmeda</li> <li>• Cámara seca</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>
				<b>Línea de conducción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de línea de conducción</li> <li>• Tipo de tubería</li> <li>• Clase de tubería</li> <li>• Diámetro de tubería</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>
				<b>Reservorio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de reservorio</li> <li>• Volumen</li> <li>• Partes externas</li> <li>• Partes internas</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>
				<b>Línea de aducción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de tubería</li> <li>• Clase de tubería</li> <li>• Pérdida de carga</li> <li>• Diámetro</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>
				<b>Red de distribución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de red</li> <li>• Tipo de tubería</li> <li>• Diámetro</li> <li>• Velocidad</li> <li>• Presión</li> </ul>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>

<p style="text-align: center;">OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</p> <p style="text-align: center;">VARIABLE DEPENDIENTE</p>	<p>Con respecto a una propuesta de optimización será los cambios que se toman para mejorar las estructuras hidráulicas para lograr la disminución de fallas o daños donde las medidas para la mejora se deben dar planificada y cuidadosamente. Dando así buena calidad, cantidad para el beneficio de la población</p>	<p>La propuesta de optimizar se dará después de la respectiva evaluación donde obtendremos los datos mediante la observación y las encuestas</p>	<p style="text-align: center;"><b>Cobertura</b></p>	<p>Viviendas conectadas a la red</p> <p>Dotación empleada</p> <p>Caudal Mínimo</p>	<p>Ordinal</p> <p>Nominal</p> <p>Intervalo</p>
			<p style="text-align: center;"><b>Cantidad</b></p>	<p>Determinación del estado de la fuente</p> <p>Tiempo de trabajo de la fuente</p>	<p>Nominal</p> <p>Intervalo</p>
			<p style="text-align: center;"><b>Calidad</b></p>	<p>Cloración por goteo</p>	<p>Nominal</p>
			<p style="text-align: center;"><b>Continuidad</b></p>	<p>Tiempo de trabajabilidad de la fuente</p>	<p>Nominal</p>

**Fuente:** elaboración propia

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se emplearon pesquisas para la recaudación de datos para interceptar información de campo e instrumentos de recopilación de datos; siendo estos los instrumentos las fichas técnicas como los cuestionarios para poder determinar la condición sanitaria en el caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura.

#### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

##### 3.4.2.1. Encuestas:

Se elaboraron preguntas a los moradores del caserío de Piedra del Toro, pudiendo obtener resultados descriptivos sobre el estado y la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del lugar nombrado.

##### 3.4.2.2. Fichas técnicas:

Esta contiene información redundante del sistema de agua potable, evaluando las estructuras hidráulicas del lugar tales como, la captación, la línea de conducción, el reservorio, la línea de aducción y su red de distribución.

### 3.5. Método de análisis de datos

Posterior a la fase de recolección de datos, fotos y compilación de información, se establecerá el estado como se encuentra actualmente el sistema de abastecimiento del caserío de Piedra del Toro, para tener conocimiento de las partes afectadas para realizar el mejoramiento y poder restablecer el sistema. Aplicando encuestas y fichas técnicas las cuales fueron evaluadas y sustentados conforme a puntajes de afectación al sistema. Estos resultados conseguidos serán procesados empleado técnicas de estadística descriptiva que nos habilitera mediante indicadores cuantitativos conseguir los resultados para la mejora de las estructuras hidráulicas.

### 3.6. Aspectos Éticos

#### 3.6.1. Ética para inicio del diagnóstico

Este proyecto se elaboró de forma ordenada y responsable, desde el inicio de todas las investigaciones que fue la toma de información en el lugar donde se evaluara dicho sistema, así se consiguió que los resultados obtenidos fuesen veraces

#### 3.6.2. Ética de la recolección de datos

Se trabajó de un modo responsable en la realización de la toma de datos, con cooperación de un poblador se consiguió adquirir las muestras en la zona para luego poder ser trasladadas a laboratorio

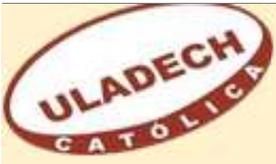
#### 3.6.3. Ética en el diseño del sistema de agua potable

Se pudo conseguir información sobre el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado y se establecerá en tablas para la valoración y reconocimiento del sistema de la población.

## IV. RESULTADOS

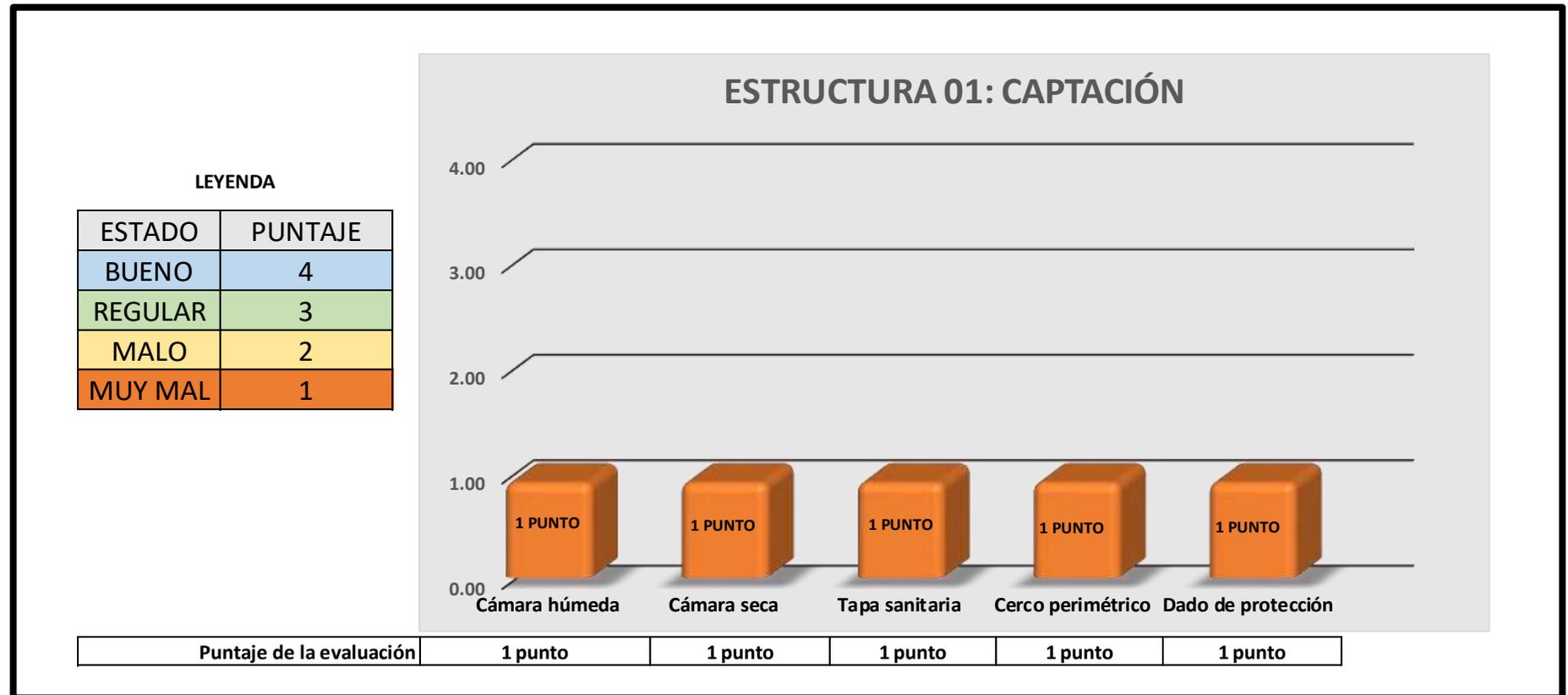
4.1. Dando respuesta al 1<sup>er</sup> objetivo específicos del proyecto.

**Tabla 1.** Ficha 01: Evaluación de la captación

 <b>TITULO: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023"</b>			
<b>Ficha 01</b>	Asesor:	Mgr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	<b>Componente: CAPTACIÓN</b>
	Tesista:	Bach. Sandoval Domínguez Karwin David	
INDICADORES		ESTADO	DESCRIPCIÓN
<b>Protección de afloramiento</b>	Losas de concreto	No cuenta	No se apreció esta parte de la estructura de la captación
	Material granular clasificado	No cuenta	No cuenta con este tipo de material para protección de afloramiento
<b>Cámara húmeda</b>	Canastilla	No cuenta	No cuenta con unas canastilla
	Cono de rebose	No cuenta	No muestra este componente
	Tubería rebose y limpia	No cuenta	No se detectó este equipo en la estructura
<b>Cámara seca</b>	Válvula	No cuenta	Por motivos de las inundaciones fue totalmente destruido
	Tubería de salida	Mal estado	Se encuentra expuesto con peligro a rotura
<b>Tapa sanitaria</b>		Mal estado	Se halló totalmente deteriorada
<b>Cerco perimétrico</b>		No cuenta	No hay ningún tipo de protección que pueda proteger la captación
<b>Dado de protección</b>		No cuenta	No muestra que emplearon este componente en el diseño.

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 1.** Evaluación del estado de los componentes de la estructura “Captación”



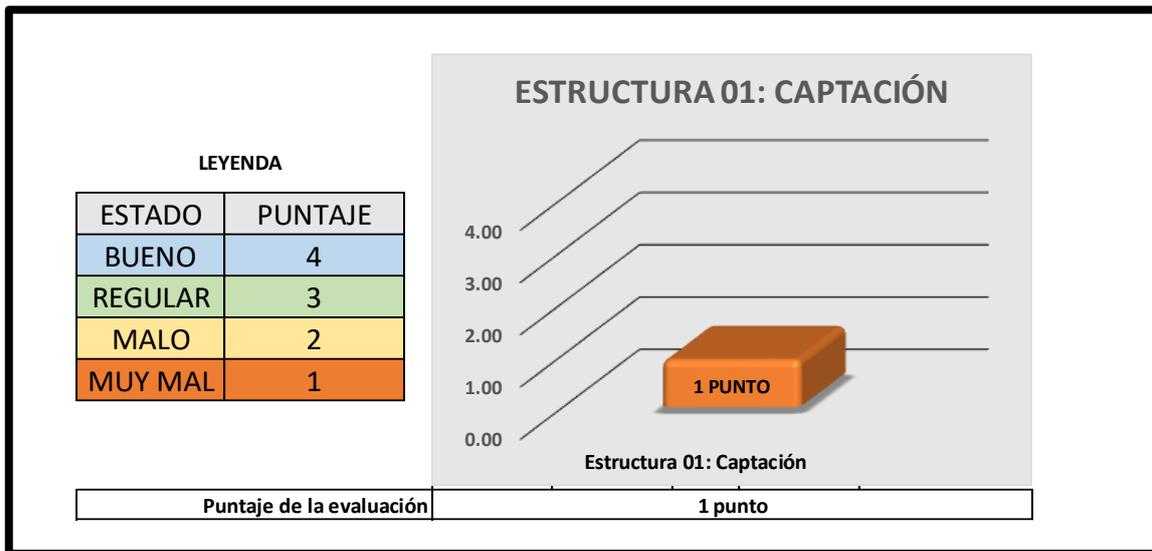
**Fuente:** Elaboración propia – 2023.

*Imagen 1:* cámara de captación del caserío de piedra del toro



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 2.** Evaluación final de la estructura “Captación”

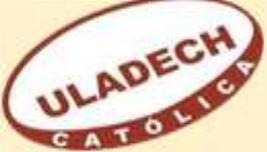


**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Luego de evaluar a cada uno de los componentes de la que estuvo formada por cinco evaluaciones como observamos en la (**grafica 01**) la captación no cuenta con la mayoría de sus componentes, en la cámara húmeda no presento una debida protección de afloramiento, así como no muestra la parte de la cámara seca, su cámara húmeda se encuentra en un estado muy malo presentando desbordes por la falta de sus correspondientes accesorios que son necesarios para el óptimo funcionamiento, las tapas sanitarias también se encuentran en un estado muy malo ya se muestran total mente deterioradas, su tubería de salida por no contar con una adecuada cámara seca se encuentra en un punto en el que puede sufrir una ruptura y dañar el sistema, así como no detectarse ningún tipo de cerco perimétrico el cual pueda servir para la protección de dicho sistema a malas manipulaciones de las mismas personas, como el acercamiento de cualquier tipo de animal que cause daños a la estructura; es así como en el (**grafico 02**) obtenemos un puntaje final de 1 el cual es un resultado ‘Muy malo’ y correspondiente a la categoría de evaluación “No sostenible”.

**Tabla 2.** Ficha 02: Evaluación de la línea de conducción

		<b>TÍTULO: “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023”</b>	
<b>Ficha 02</b>	Asesor:	Mgr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	<b>Componente: LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>
	Tesista:	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES		ESTADO	DESCRIPCIÓN
<b>Antigüedad</b>		Malo	Es de 15 años encontrándose en el periodo de vida útil que nos dice la Resolución Ministerial N° 192
<b>Tipo de tubería</b>		Malo	Es de tipo de PVC
<b>Clase de tubería</b>		Malo	Cuenta con una clase 7.5
<b>Diámetro de tubería</b>		Malo	Su diámetro es de 1 pulg
<b>válvulas</b>		No cuenta	No se llegó apreciar ningún tipo de válvulas en todo el tramo de la conducción

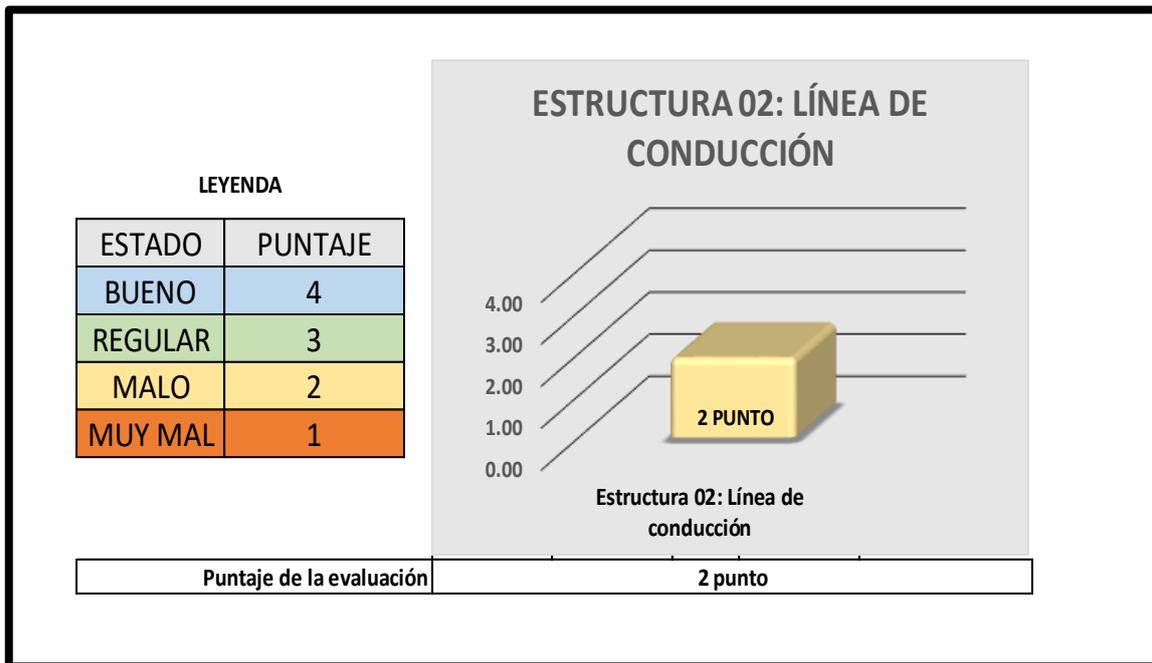
**Fuente:** Elaboración propia – 2023

*Imagen 2:* Línea de conducción



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 3.** Evaluación final de la estructura “Línea de conducción”

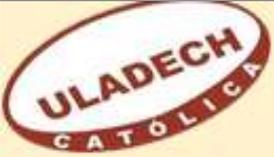


**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

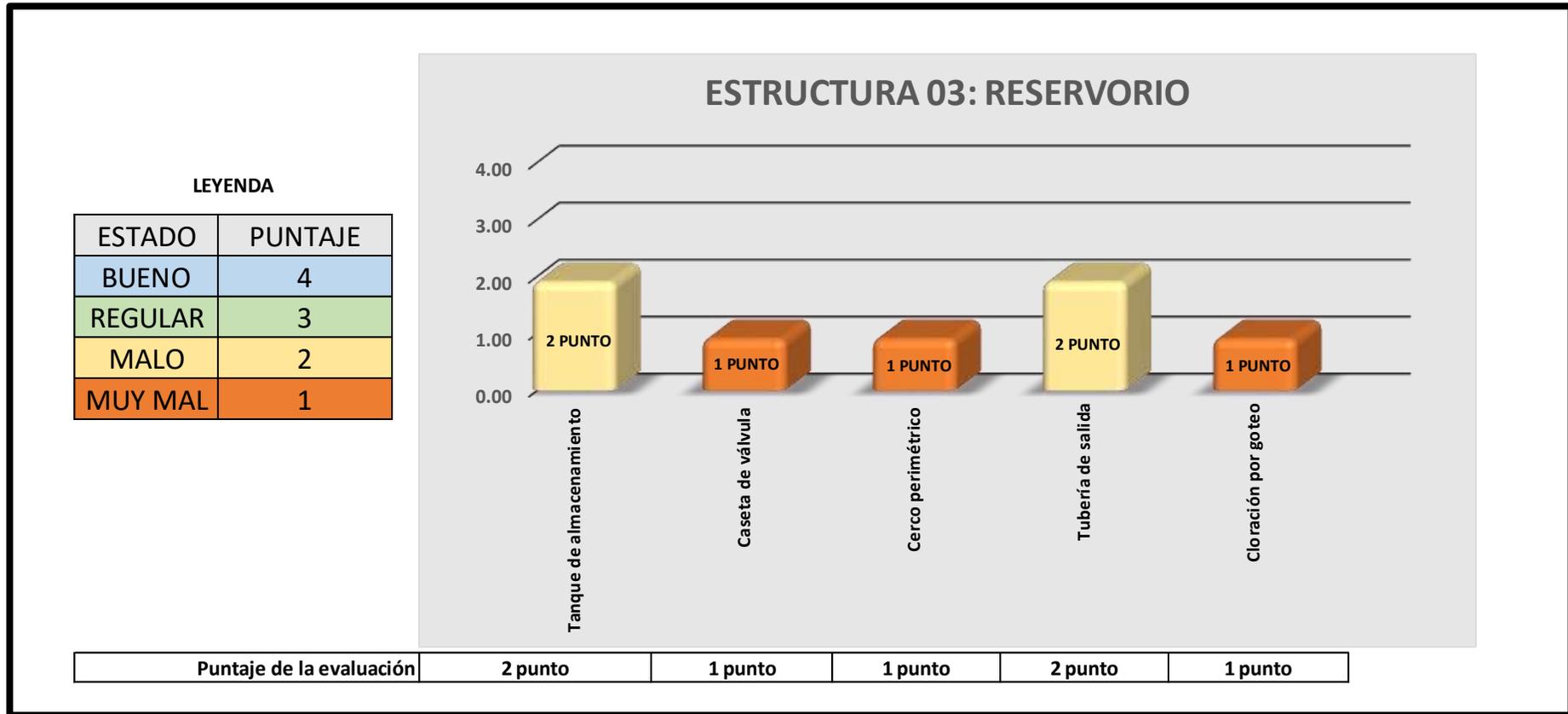
Después de haber realizado la valoración a la línea de conducción se pudo evaluar que la tubería no presenta pases aéreos, así como no encontrarse totalmente enterrados como tiene que estar para poder estar fuera de peligro a cualquier tipo de manipulación, así como la ruptura por cualquier desbordamiento que pueda surgir en el tramo como se muestra en la (Imagen 2), tampoco se observó ningún tipo de válvulas en el tramo, por lo cual en la evaluación final (grafico 3) se obtuvo como resultado una situación “Mala”.

**Tabla 3.** Ficha 03: Evaluación del reservorio

 <b>TÍTULO: “EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023”</b>			
<b>Ficha 03</b>	Asesor:	Mgtr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	<b>Componente: RESERVORIO</b>
	Tesista:	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
<b>INDICADORES</b>		<b>ESTADO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Tanque de almacenamiento</b>	Tubería de ventilación	Malo	Se encuentra totalmente deteriorado
	Tapa sanitaria	Malo	Se halló oxidada y totalmente dañada
	Canastilla	Malo	Se encuentra destruida
	Cono de rebose	Malo	Está en un estado estropeado
	Tubería de ingreso	Malo	No presente ningún tipo de válvula para controlar el ingreso de agua
<b>Caseta de válvula</b>	Válvula de entrada de agua (color azul)	No tiene	No cuenta con este accesorio
	Válvula de salida de agua (color verde)	No tiene	No cuenta con este accesorio
	Válvula de desagüe y rebose (color negro)	No tiene	No cuenta con este accesorio
	Válvula de paso directo (color rojo)	No tiene	No cuenta con este accesorio
<b>Cerco perimétrico</b>		No tiene	No presenta ningún tipo de protección para la estructura.
<b>Tubería de salida</b>		Malo	Se encuentra totalmente expuesta a manipulación o daño
<b>Cloración por goteo</b>		No tiene	No cuenta con este accesorio

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 4.** Evaluación del estado de los componentes de la estructura “Reservorio”



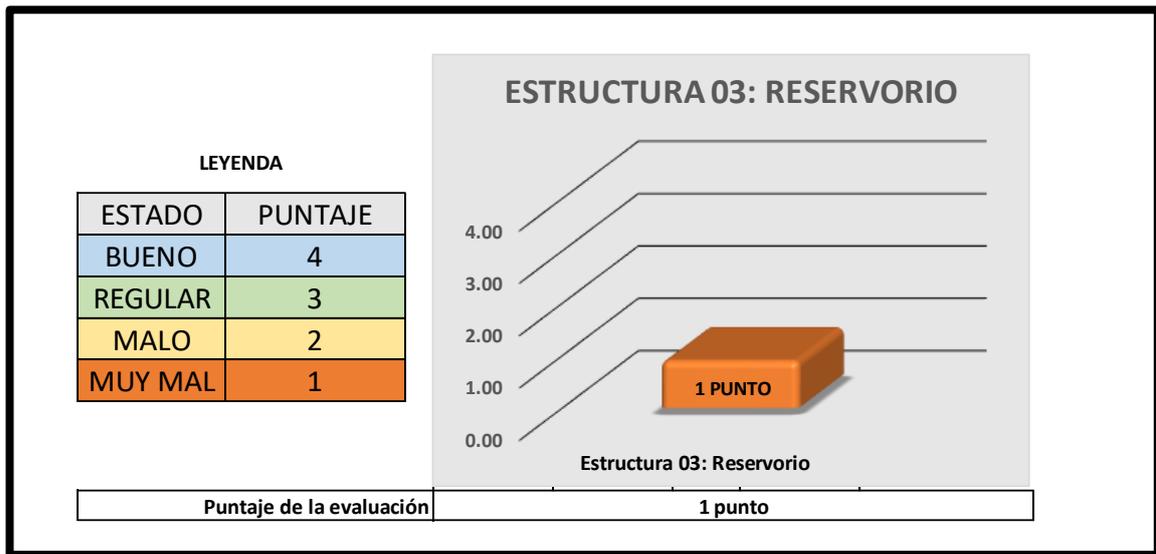
Fuente: Elaboración propia – 2023

*Imagen 3: Reservorio*



Fuente: Elaboración propia – 2023

**Grafico 5.** Evaluación final de la estructura “Reservorio”



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

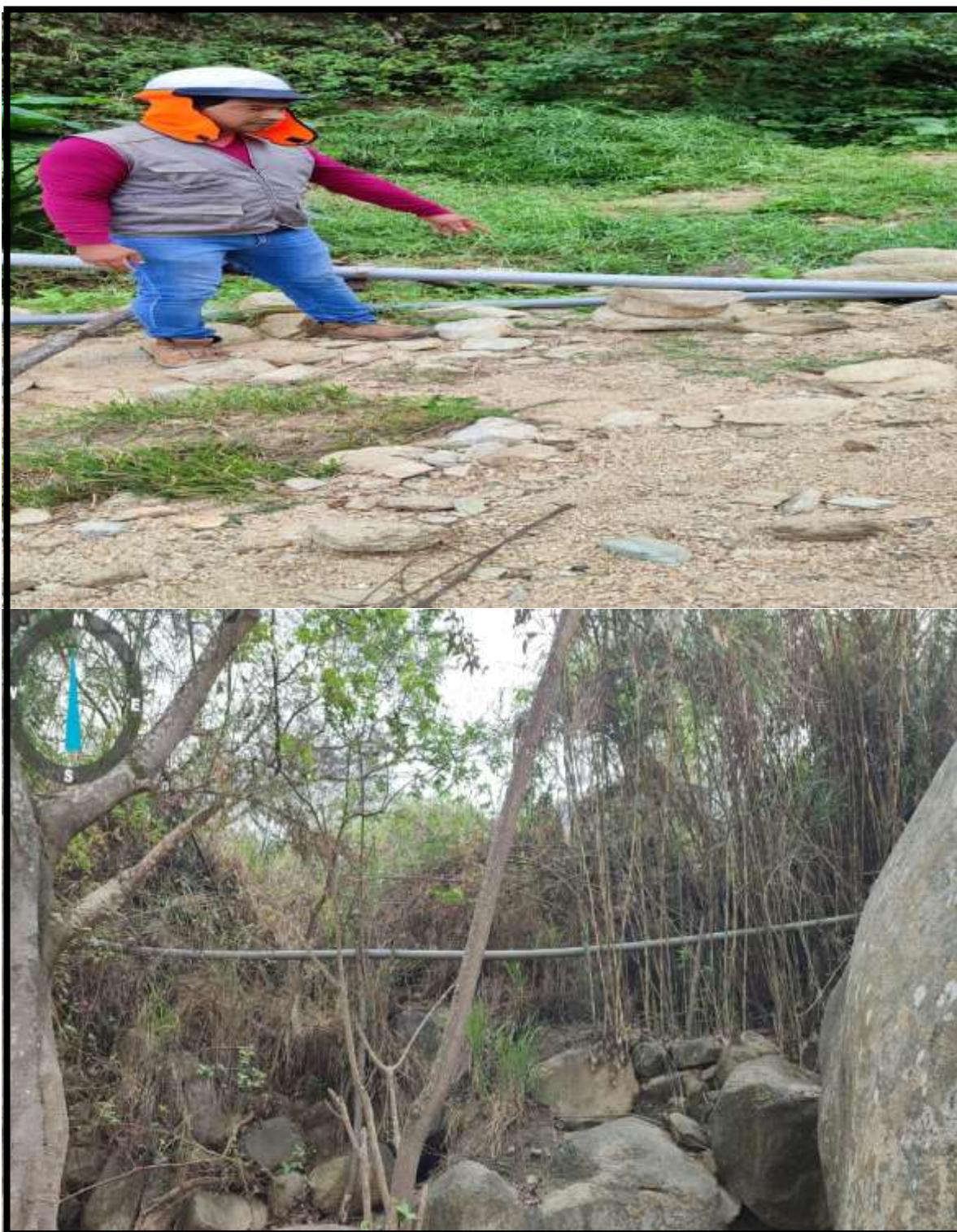
La elaboración de la evaluación de la estructura del reservorio fue realizada a 5 componentes más importantes en las cuales dentro de ellos se encuentran algunos accesorios que conforman al reservorio esto se puede apreciar en la (**ficha 03**), en el cual podemos apreciar que en el componente tanque de almacenamiento la mayoría de sus accesorios se muestran en un mal estado, algunas de estas están totalmente deterioradas otras se encuentran totalmente dañadas, en el componente de la tubería de salida esta se encuentra expuesta a cualquier tipo de manipulación o daño, para finalizar el no contar con los componentes de cloración por goteo y cerco perimétrico esta última el cual brinda la protección adecuada a dicha estructura; por lo cual en la evaluación final se obtuvo como resultado la puntuación de 1, como se puede apreciar en el (**grafico 5**) cabiendo a la clase de evaluación “No sostenible”. Dichos resultados se pueden recalcar apreciando la (**imagen 3**).

**Tabla 4.** Ficha 04: Evaluación de la línea de aducción

		<b>TITULO: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023"</b>	
		<b>Ficha</b> <b>04</b>	Asesor: Mgtr. León De los Ríos Gonzalo Miguel Tesista: Bach.Sandoval Dominguez Karwin David
INDICADORES		ESTADO	DESCRIPCIÓN
<b>Antigüedad</b>		Malo	Es de 15 años encontrándose en el periodo de vida útil que nos dice la Resolución Ministerial N° 192
<b>Tipo de tubería</b>		Malo	Su tipo es de PVC
<b>Clase de tubería</b>		Malo	Se pudo apreciar que es de clase 7.5
<b>Diámetro de tubería</b>		Malo	El diámetro es de 1 pulg
<b>válvulas</b>		No cuenta	No se llegó apreciar ningún tipo de válvulas en todo el tramo de aducción

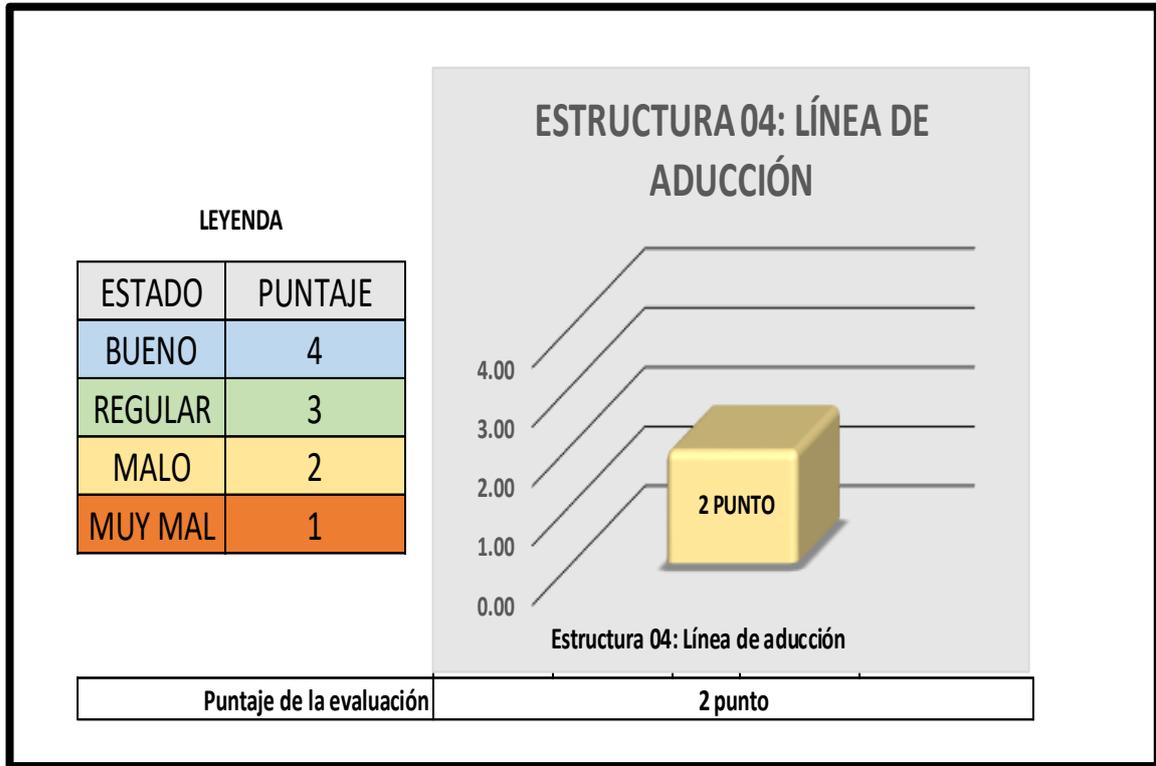
**Fuente:** Elaboración propia – 2023

*Imagen 4:* Línea de aducción



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 6.** Evaluación final de la estructura “Línea de aducción”



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

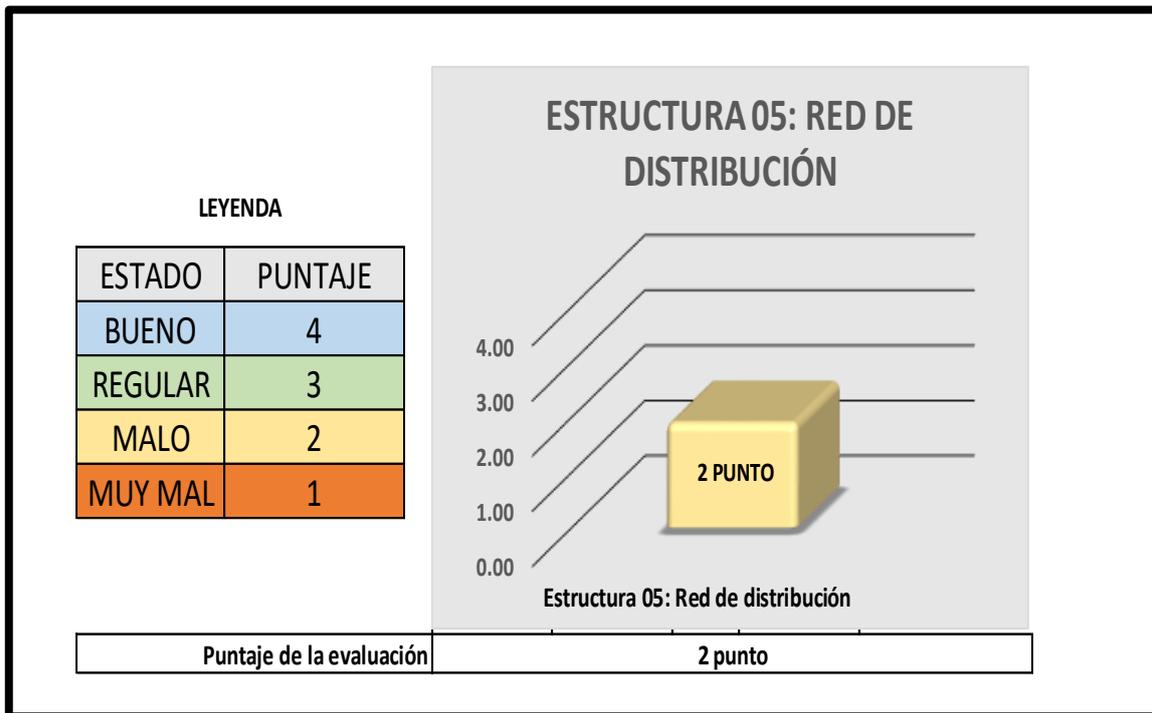
Posteriormente de culminar con la evaluación de la línea de aducción vemos que no presentan pases aéreos adecuados para las tuberías que pasan por territorios rocosos, teniendo también así en la mayor parte del trayecto la tubería expuesta al aire libre por que pasa por mantos rocosos las cuales se muestran en un total peligro de daños a ruptura en cualquier momento, como se muestra en la (figura 4) así mismo no se encontró ningún tipo de válvulas en el trayecto del tramo, teniendo así como resultado de evaluación una puntuación de 2 siendo esta un estado “Malo” como podemos apreciar en el (grafico 6), la cual nos muestra que pertenece a una categoría “No sostenible.

**Tabla 5.** Ficha 05: Evaluación de la red de distribución

 <b>TITULO: "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023"</b>			
<b>Ficha 05</b>	Asesor:	Mgtr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	<b>Componente: RED DE DISTRIBUCIÓN</b>
	Tesista:	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN	
<b>Tipo de sistema de red</b>	Malo	El tipo de red empleada para este componente fue una red mixta	
<b>Antigüedad</b>	Malo	Tiene una antigüedad de 15 años de vida útil	
<b>Tipo de tubería</b>	Regular	El tipo de tubería que se empleo fue de PVC	
<b>Clase de tubería</b>	Malo	Su clase fue de 7.5	
<b>Diámetro de tubería</b>	Malo	El diámetro que se empleo fue de 1/2 pulg	

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Grafico 7.** Evaluación final de la estructura “Red de distribución”

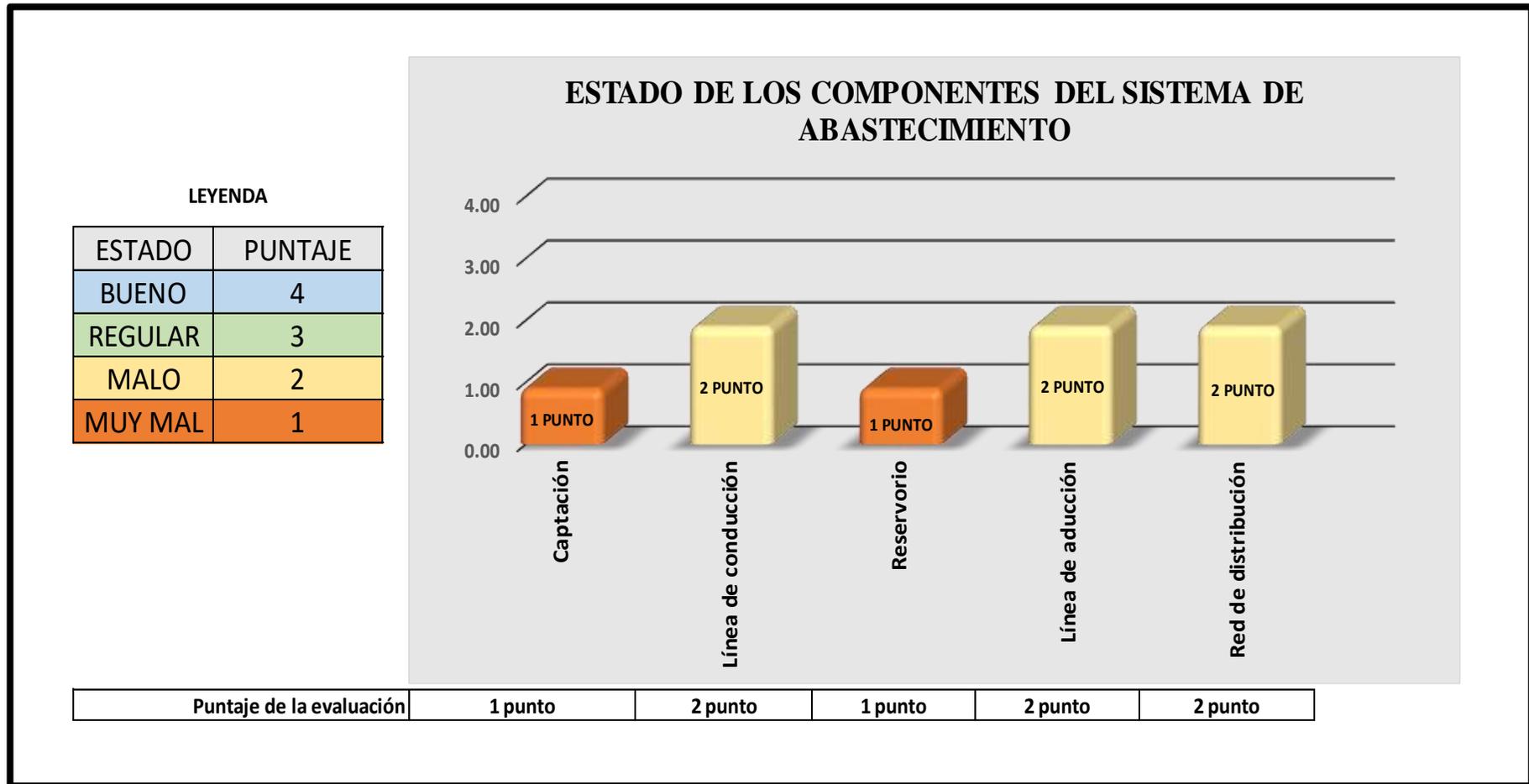


**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

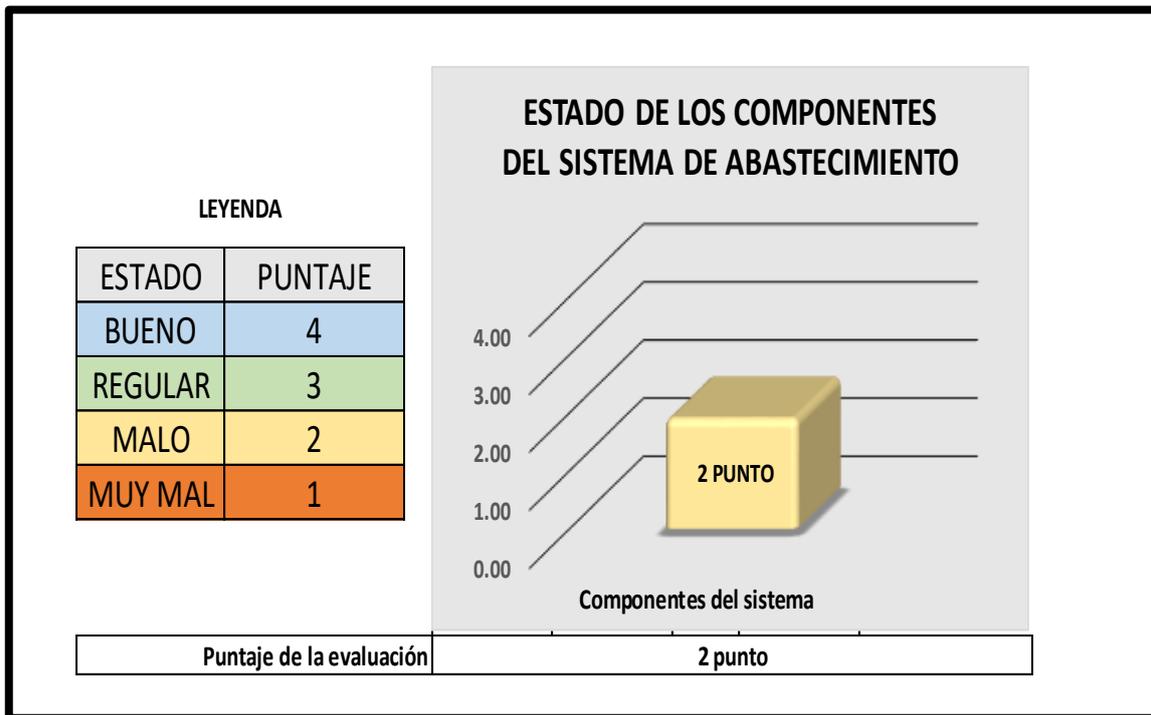
Luego de realizar la evaluación a la quinta estructura “Red de distribución” pudimos encontrar que presentan algunas fallas en el punto de sus presiones, esto surgido por el crecimiento de la población caserío de piedra del toro, así mismo pudimos apreciar que la clase empleada en la tubería no es la recomendada en zonas rurales, como también el diámetro que no es el adecuado; En ciertas partes de la trayectoria de la distribución las tuberías se encuentran expuestas al aire libre, y no toda la línea de distribución están conectadas con las viviendas, por lo cual se obtuvo una puntuación de 2 puntos el cual es un estado “Malo” como podemos apreciar en el (**grafico 7**)

**Gráfico 8.** Estado de los componentes del sistema de abastecimiento



Fuente: Elaboración propia – 2023

**Gráfico 9.** Resumen del estado de los componentes del sistema de abastecimiento



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Para obtener el estado total del sistema, lo determinamos por el promedio de las 5 evaluaciones realizadas a los elementos de dicho sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de piedra del toro, como podemos apreciar en el **(grafico 8)**, la cual está comprendida por la captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución, cada uno de estos componentes obtuvo un puntaje de evaluación la cuales fueron sumadas y se sacó un promedio para poder obtener el resultado final que fue un puntaje de 2, teniendo esta una calificación como un estado “Malo”, esto lo podemos apreciar en el **(grafico 9)**

4.2. Dando respuesta al 2<sup>do</sup> objetivos específicos del proyecto.

**Tabla 6.** Ficha 06: Mejoramiento hidráulico de la captación

Tabla 06	Asesor	Mgtr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	Mejoramiento de la Captación	
	Tesista	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David		
INDICADORES		RESULTADO		
Caudal máximo de la fuente		0.96 l/s		
Caudal mínimo de la fuente		0.93 l/s		
Material de construcción		F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>		
Protección de afloramiento	Losas de concreto		F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	
	Material granular clasificado		Filtro de grava de ½" a ¾" Filtro de piedra 3" a 4"	
Cámara húmeda	Distancia del afloramiento y la cámara húmeda		1.30 m	
	Ancho de pantalla húmeda		0.90 m	
	Altura de la cámara húmeda		1.00 m	
	Diámetro del orificio de pantalla		2 pulg	
	Número de ranuras		29 ranuras	
	Canastilla		15 cm	
	Cono de rebose		4 pulg	
	Tubería rebose y limpia		1.5 pulg	
	Cámara seca	Válvula		1 und
		Tubería de salida		1 pulg
Cercos perimétricos		4.00 x 5.5 x 1.8		
Dado de protección		0.30 x 0.30 x 0.30		

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

### **Interpretación:**

Se realizará el mejoramiento de la “Captación” donde será de tipo de ladera, este mejoramiento fue empleando la resolución ministerial N° 192 que nos brindara los criterios y fórmulas que se emplearan para conseguir dicho mejoramiento, el agua es proveniente del Rio Caracucho, esta captación contara con una protección de afloramiento, la cual contara con muros, losa de techo y de fondo de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , con un concreto solado en losa de fondo de  $F'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ , así mismo su filtro de grava que se empleo es de 1/2 pulg hasta 3/4 pulg y su filtro de piedra será de 3 pulg a 4 pulg, en la cámara húmeda se mejorara la canastilla la cual será de 13 cm con 29 ranuras y con un diámetro de 1 1/2 pulg, así mismo su tubería de rebose y limpia la cual no cuenta será de 2 pulg, en la cámara seca la cual tendrá las medidas 0.80 x 0.90 x 0.85 se colocara una válvula esférica de 1 1/2 pulg, se colocara dos tapas sanitarias de metal una con las medidas de 0.60 x 0.60 m y las otra con medidas de 0.40 x 0.40 m, asimismo se empleó un cerco perimétrico con las medidas correspondientes y por ultimo un dado de protección 0.30 x 0.30 x 0.30, todos estos resultados lo podemos apreciar en la **Tabla 01**.

**Tabla 7.** Ficha 07: Mejoramiento de la línea de conducción

Tabla 07	Asesor	Mgr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	Mejoramiento de la Línea de Conducción
	Tesista	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES		RESULTADO	
Caudal de diseño		1.00 Lt/s	
Tipo de tubería		PVC	
Clase de tubería		10	
Cota de inicio		378.45 m.s.n.m	
Cota final		333.73 m.s.n.m	
Desnivel		44.72 metros	
Velocidades		0.737 m/seg	
Pérdidas de cargas		5.82 m	
Presiones		38.90 m	

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

En la línea de conducción se proyectó el mejoramiento empleando el método directo el cual nos dio como resultado una tubería de 1 pulg el cual, así mismo el tipo que se empleará será de PVC con una clase 10, el cual trabajará con las presiones y perdidas de carga halladas la longitud total será de 315 m y el caudal que fluirá por dicho elemento será de 1.00 Lt/s, todo esto se puede apreciar en la (tabla 02).

**Tabla 8.** Ficha 08: Mejoramiento del reservorio

Tabla 08	Asesor	Mgtr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	Mejoramiento del Reservorio
	Tesista	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES		DESCRIPCIÓN	
Forma		Rectangular	
Volumen de reservorio		10 m3	
Tipo		Apoyado	
Material de construcción		Concreto armado 280 kg/cm2	
Tanque de almacenamiento	Ancho	3.000m	
	Largo	3.000m	
	Altura total del agua	1.21 m	
	Diámetro tubería de ventilación	2 pulg	
	Longitud de canastilla	13.00 cm	
	Número de total de ranuras	29.00 unid	
	Diámetro cono de rebose	2 pulg	
	Diámetro tubería de ingreso	1 pulg	
	Caseta de válvula	Ancho interno	3.000 m
Largo interno		3.000 m	
Diámetro tubería de salida		1 pulg	
Diámetro tubería limpia y rebose		2 pulg	
Caseta de desinfección		0.85 x 1.22m	
Volumen de caseta de desinfección		60.00 Lt	
Cantidad de gotas		11.00 gotas/s	

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Se realizó el mejoramiento del reservorio en el cual se tiene un reservorio de tipo apoyado con una forma rectangular en cual está ubicado con una altitud de 333.73 m.s.n.m, se tomó muchos juicios al momento de escoger el lugar en donde ira el reservorio como el desnivel que se tiene desde la primera y última casa, nos respaldamos y tomamos como guía al reglamento de resolución ministerial N° 192, empleando el caudal promedio es que se pudo determinar el volumen del reservorio, también las medidas correspondientes que complementaran a la estructura, como el cono de rebose, su canastilla y todo accesorio que es necesario para que dicha estructura cumpla con su óptimo funcionamiento, así mismo se mejorara empleando una caseta de cloración el cual nos va a permitir mantener que el agua obtenida desde nuestra captación sea de una buena calidad y se mantenga limpia mediante un sistema por goteo, al mismo tiempo se colocara un cerco perimétrico para que cumpla con la función de la protección de esta estructura. Mayor resumen se puede observar en la **(tabla 03)**.

**Tabla 9.** Ficha 09: Mejoramiento de la línea de aducción

Tabla 09	Asesor	Mgr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	Mejoramiento de la Línea de Aducción
	Tesista	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES		RESULTADO	
Caudal máximo		0.644m/s	
Tipo de tubería		PVC	
Clase de tubería		10	
Cota de inicio		333.73 m.s.n.m	
Cota final		291.43 m.s.n.m	
Velocidades		0.949 m/s	
Pérdidas de cargas		3.19 m	
Presiones		39.11 m	

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

En el mejoramiento de la línea de aducción por el desnivel que hay entre el reservorio al comienzo de la red de distribución será un sistema por gravedad, teniendo así un largo total de tubería de 90.29 ml, para lograr que satisfaga con las velocidades y presiones nos guiamos con lo que está estipulado en Resolución Ministerial N° 192, empleamos la fórmula de Hazen y William el cual nos dio los resultados del diámetro de tubería, así como su clase y tipo, se puede apreciar de forma resumida en la (tabla 04).

**Tabla 10.** Ficha 10: Mejoramiento de la red de distribución

Tabla 10	Asesor	Mgr. León De los Ríos Gonzalo Miguel	Mejoramiento de la Red de Distribución
	Tesista	Bach.Sandoval Dominguez Karwin David	
INDICADORES		RESULTADO	
Caudal de diseño		0.644 Lt/seg	
Caudal unitario		0.0168 Lt/seg	
Tipo de red		Mixta	
Cantidad de viviendas		38	
Diámetro principal		29.40 mm	
Diámetro secundario		22.90 mm	
Tipo de tubería		PVC	
Clase de tubería		10	
Presión	Mínima (Nodo)	10.60 m	
	Máxima (Nodo)	32.76 m	
Presión	Mínima (Vivienda)	10.800 m	
	Máxima (Vivienda)	44.820 m	
Velocidad	Mínima (Tubería)	0.300 m/s	
	Máxima (Tubería)	0.940 m/s	

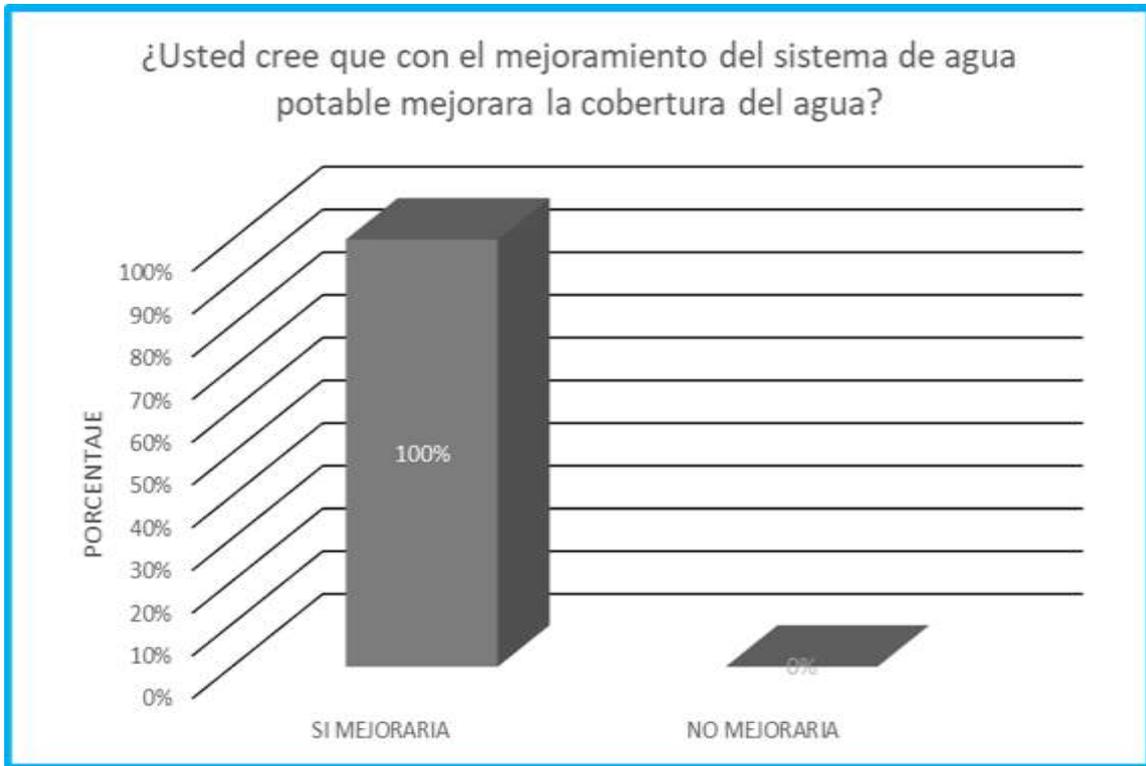
**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Para el mejoramiento del ultimo componente estructural que es la red de distribución, por el sitio de ubicación de las casas es que se escogió un tipo mixta, este mejoramiento se tomó como guía la resolución ministerial N° 192, se elaboró empleado el caudal máximo horario, se plantea que con este mejoramiento el caudal llegue a cada 1 de las viviendas que se encuentra en el caserío de Piedra del Toro, se planifico tener 2 clases de diámetros, las cuales serán 1” en la principal y de ¾” en el secundario, estas tuberías serán de PVC de clase 10.

4.3. Dando respuesta al 3<sup>er</sup> objetivo específicos del proyecto.

**Grafico 10.** ¿Mejorara la cobertura del agua?

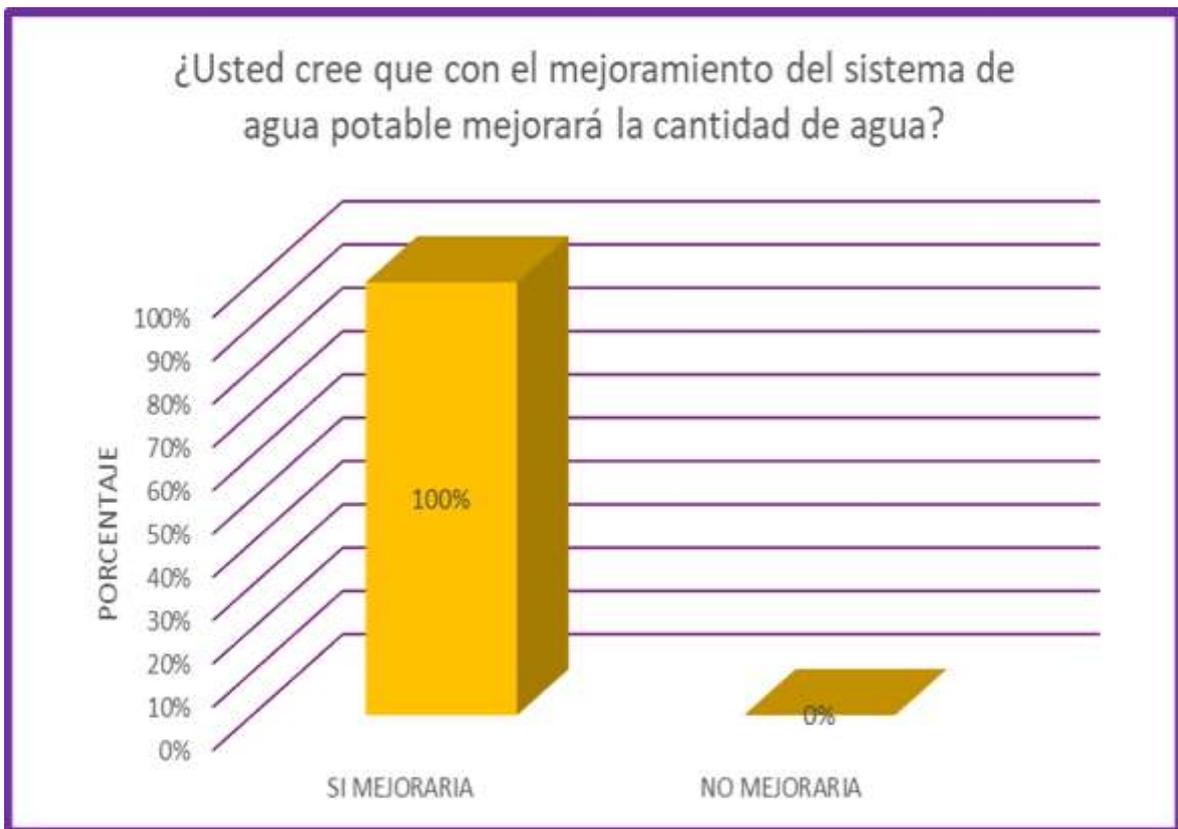


**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Se ejecutó unas encuestas a todos los pobladores que serán los beneficiados del caserío de piedra del toro, de las 43 familias encuestadas, en su totalidad (100%) dieron como respuesta que presumen que luego de elaborar el mejoramiento a cada una de sus componentes de su sistema de abastecimiento de agua potable, esto hará que su cobertura de agua mejore a la que ya cuentan, tal cual como se muestra en el **(grafico 10)**.

**Grafico 11.** ¿Mejorara la cantidad del agua?

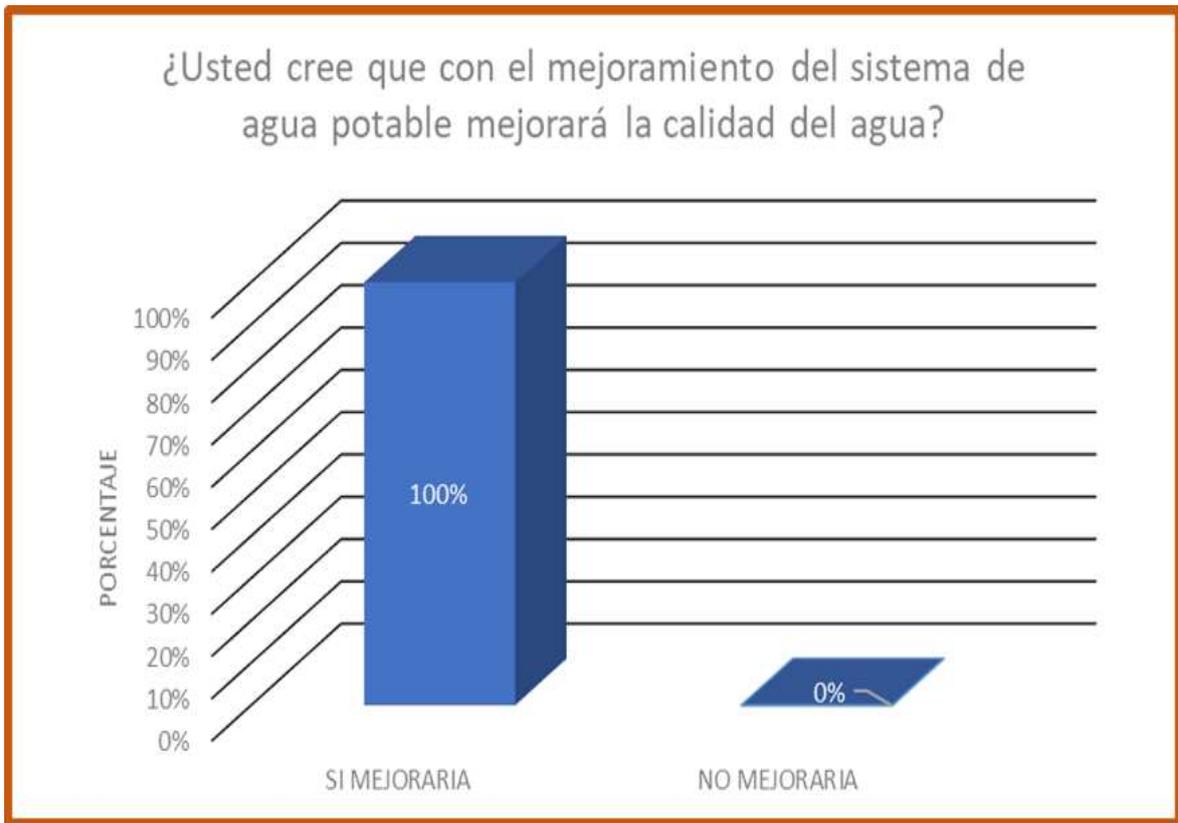


**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Realizamos las encuestas a los habitantes del Caserío de piedra del toro, en la cual se determinó que hay 43 familias en todo el Caserío, la cual de esta cantidad las 43 familias creen que al momento de realizar las mejoras en sus estructuras hidráulicas de su sistema esta ayudara a que se consiga una mejora en la cantidad de agua y así ayude a contar con una mejor proporción de agua en todo el día para las necesidades que surgen y tienen día a día. Esto lo podemos apreciar en nuestro (**grafico 11**)

**Grafico 12.** ¿Mejoraría la calidad del agua?



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Encuestamos a los residentes del Caserío de Piedra del Toro e identificamos 43 hogares en todo el Caserío, de los cuales creen que al culminar con las mejoras en su sistema mejorará la calidad del agua. Para el bienestar de cada uno de los habitantes y así poder satisfacer las demandas que se presentan cada día, cuyo resultado lo podemos apreciar en el **(grafico 12)**.

**Grafico 13.** ¿Mejoraría la continuidad del agua?



**Fuente:** Elaboración propia – 2023

**Interpretación:**

Elaboramos encuestas a todos los habitantes del Caserío Piedra del Toro, para conocer su opinión si creen que ejecutando el mejoramiento de cada uno de los componentes del su sistema hará que mejore la continuidad de agua, obteniendo como resultado que en su totalidad los pobladores creen que si mejorara su continuidad.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Evaluación del sistema del agua potable existente

Se establece la evaluación del sistema actual del caserío de piedra del toro, conforme se encuentran los estados de los componentes que conforman el sistema, se obtuvo un puntaje de 2 puntos que nos indica que se califica en un estado “Malo”, por lo que su categoría corresponde a una de “No sostenible”, lo que nos muestra que dicho sistema necesita un mejoramiento en cada uno de los componentes para conseguir así que el sistema funcione de correcta y se califique como un estado “Bueno”, a continuación se mostrara los resultados que se obtuvo en cada 1 de los componentes.

#### 5.1.1. Captación

Esta parte del sistema luego de realizar la evaluación obtuvo una calificación “Muy malo” y es por no contar con la mayor parte de sus componentes ni con una cámara seca, tampoco cuenta con un cerco perimétrico que brinde protección y su tapa sanitaria está totalmente deteriorada por lo que obtiene una puntuación “Muy malo”. En la tesis de Isminio cuyo título es “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Huarogopata, distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón, región Huánuco, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021”, su captación muestra un deterioro completo por cumplir su vida útil y no muestra los accesorios que son necesarios para dicho componente, así como no mostrar un cerco perimétrico, por lo cual está abastecimiento con una agua de mala calidad a los pobladores.

#### 5.1.2. Línea de conducción

En esta fracción del sistema su línea de conducción no muestra los pases aéreos correctamente protegidos como tampoco la tubería se encuentra totalmente enterradas para poder evitar algún tipo de daño, por lo que obtuvo una calificación de estado “Malo”, como en la tesis de Garcia titulada “Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, Huari, Ancash- 2022” presenta algunas grietas lo cual están generando a algunos escapes de agua y en algunas partes de su tramo por ser un material rocoso el tipo de suelo, no cuenta con un correcto pase

aéreo pasando así por encima del terreno lo cual puede sufrir manipulaciones o rupturas.

#### 5.1.3. Reservorio

Aquella parte del sistema que es el reservorio luego de su evaluación nos mostró que la mayoría de sus accesorios se hallan deficientes haciendo que no cumplan con sus correspondientes funciones, en la parte de su caseta de válvulas se monstro que no cuenta con ninguna válvula en optima función, tampoco muestra un sistema de cloración como un debido cerco perimétrico para la protección de dicho componente, obteniendo así una calificación de “Muy mal”, en la tesis de Manrique cuyo título es “Mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable zona urbana de Recuay, provincia de Recuay – Áncash - 2021”, cuenta con un reservorio el que se encuentra en un estado muy daño porque ya superó los 20 años de antigüedad y cumplió su vida útil, por lo todos sus accesorios se hallan totalmente colapsados y su cámara seca muestra filtraciones de agua por no contar con la mayoría de sus válvulas, por lo cual se planea el mejoramiento de este componente.

#### 5.1.4. Línea de aducción

La calificación que se obtuvo luego de su evaluación a la línea de aducción fue de un estado “Malo”, por no presentar una estructura adecuada de cables para los pases aéreos, como no encontrarse totalmente enterrada en muchas partes de su trayectoria, siendo así que presente peligro a muchos distintos de daños. Como así en su tesis de Barrera que lleva como título “Evaluación de la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua del sector rural del cantón Cuenca”, al culminar su evaluación a su línea de aducción muestra necesidad de realizar un mejoramiento por hallar la trayectoria de su tubería expuestas en muchas partes.

#### 5.1.5. Red de distribución

En esta parte del sistema culminando su evaluación su puntuación fue de 2 siendo así la calificación de un estado “Malo” siendo esta por mostrar deficiencias con sus presiones, surgidas por la ampliación de una clase de tubería la cual no es la adecuada en zonas rurales, Engracio en su tesis cuyo título es “Propuesta de mejora del sistema de agua potable y alcantarillado en el barrio de Shancayan Independencia – 2021”, esta estructura está expuesta

a la intemperie en ciertos tramos por lo que esta propenso a contaminación y rajadura de sus tuberías, los diámetros de sus tuberías son mayores ya que el pasar de los años los pobladores sin conocimiento o criterio le daban solución a problemas que se presentaban en la red de distribución (roturas de tuberías) dificultando el trabajo que ejerce este componente.

## 5.2. Propuesta de mejoramiento de la infraestructura del sistema.

Las recomendaciones de mejora de la infraestructura se realizan con base en la primera evaluación e incluyen mejoras en las siguientes secciones hidráulicas: captación, línea de conducción y aducción, reservorio y red de distribución.

### 5.2.1. Captación

Se programó un mejoramiento de captación que viene hacer de tipo ladera concentrada, aplicando lo que viene hacer el método volumétrico es que se pudo conseguir los caudales mínimos y máximos teniendo así 0.94 y 0.97 l/s, se planifica el mejoramiento de la losa de concreto que se empleara un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  como un material granular para la filtración de agua en la que se empleara filtro de grava de  $\frac{1}{2}$ " a  $\frac{3}{4}$ " y filtro de piedra de 3" a 4", añadiendo el mejoramiento de todos sus accesorios que irán en la cámara húmeda, así mismo esta contendrá una cámara seca en el que se colocará una válvula, la cual desde ese punto iniciara la tubería de conducción la cual será que exportara el agua hacia el reservorio, también se empleara un cerco perimétrico con las medidas de 4.00 x 5.50 x 1.80 m. en su tesis de Betancur cuyo título es "Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia San Gregorio Cantón Muisne provincia de Esmeralda", también aplico el método volumétrico para la determinación de sus caudales mínimos y máximos, así mismo empleara un cerco perimétrico con las mismas medidas correspondientes.

### 5.2.2. Línea de conducción

En este punto se realizará el mejoramiento de la línea de conducción tomando como el caudal de diseño el cual es de 1.00 l/s, el que nos especifica que el diámetro será de 1.50 pulg, con el tipo de PVC y una clase de 10, la cual nos guiaremos como nos dicta en la resolución ministerial N° 192 que las

velocidades deben de encontrarse entre el rango de 0.60 a 3.00 m/s. en la tesis de Barrera cuyo título es “Evaluación de la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua del sector rural del cantón Cuenca”, también se rigieron a lo que está estipulado en la resolución ministerial N° 192 respetando las velocidades que están establecidas.

### 5.2.3. Reservorio

Para el mejoramiento del reservorio cuyo tipo será apoyado que contará con un volumen 10 m<sup>3</sup>, como los complementos indispensables, así como un cerco perimétrico y una caseta de declaración, la cual tendrá una dosificación por goteo, Manrique cuyo título es “Mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable zona urbana de Recuay, provincia de Recuay – Áncash - 2021” en su infraestructura empleara una dosificación por goteo la cual ayudara en la mejoría de la calidad de su agua, por motivos de propagación de enfermedades

### 5.2.4. Línea de aducción

Esta mejora de línea de aducción contará con un trayecto de 50 ml, en la cual se cumplirá con los presiones estipuladas y reglamentadas siendo esta una presión de 9.89 m.c.a. Engracio en su tesis cuyo título es “Propuesta de mejora del sistema de agua potable y alcantarillado en el barrio de Shancayan Independencia – 2021” establece con las mismas medidas para su mejoramiento, haciendo que cumpla con sus velocidades y presiones.

### 5.2.5. Red de distribución

Para su mejora tomamos como guía a la resolución ministerial N° 192, se utilizó el caudal máximo horario para la mejora de este componente logrando así que llegue a conseguir la distribución de agua a todas las viviendas planificadas, así como en la tesis de Garcia titulada “Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, Huari, Ancash- 2022” que se rige de la misma forma en los reglamentos ya consignados para llegar a la óptima distribución de cada uno de los hogares de su Caserío.

## VI. CONCLUSIONES

1. Como conclusión de la evaluación a cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento del caserío piedra del toro muestra diferentes variedades de fallas y deterioros, como es en su captación que se pudo apreciar la falta de protección de afloramiento, así como una cámara seca y sus accesorios que muestran un mal funcionamiento, en la línea de aducción que nos muestra tuberías expuestas en la mayoría de sus tramos así como no mostrar pases aéreos necesarios en ciertas trayectorias del tramo, en su reservorio comenzando por las partes internas que no se encuentran funcionando como debería de ser, siguiendo con su caseta de válvulas las cuales no muestran ningún tipo de válvulas y la falta de una caseta de cloración así como un cerco perimétrico, la línea de aducción que el tipo, el diámetro y la clase no es la recomendada, y su red de distribución que no se encuentra conectada a todos los hogares que se encuentran en el Caserío, las carencias que se presentan hoy en día están dadas por no contar con un conocimiento y manejo de los adecuados reglamentos establecidos para realizar un sistema correcto.
2. Deducimos que mediante el mejoramiento de su sistema de abastecimiento del Caserío piedra del toro esta hará que cumpla con el de proveer de agua a todos los moradores, comenzando con el mejoramiento de su captación la cual se urge la protección de afloramiento para evitar que siga tomando el agua sin ningún tipo de filtración, complementando con los accesorios que nos va a permitir que dicha estructura funcione de forma óptima y empleando un cerco perímetro que nos va a permitir que obtengamos una protección de dicha estructura a posibles malas manipulaciones o invasión de cualquier animal que produzca daños, continuando con la mejora de la línea de conducción en la que se planifica la elaboración de pases aéreos en los trayectos donde el terreno no es favorable el ser enterrados por el tipo de suelo en que se realizó la trayectoria, así como la mejora en su diámetro, tipo y clase para que cumpla con los reglamentos establecidos, en su reservorio el cual contara con un volumen de 10 m<sup>3</sup>, se deberá de realizar la mejora en sus accesorios como la implementación de una caseta por goteo y un cerco perimétrico para el cual el primero mantenga una disposición de agua de calidad y el otro cumpla con la función de brindar seguridad y evitar que más adelante pueda generarse malas manipulaciones, así mismo en la línea de aducción se recomienda la elaboración de pases aéreos para poder evitar que por motivos de derrumbes puedan romperse las tuberías, y por último en su red de distribución el cual tomara el caudal

máximo y se regirá a lo estipulado en la resolución ministerial N° 192, que nos guiara para cumplir con las presiones velocidades que hagan que podamos abastecer a todos los pobladores del caserío Piedra del Toro.

3. Se concluye que realizando la optimización del sistema para consiguiente ejecutar las encuestas a los moradores de Caserío Piedra del Toro, los cuales tienen como respuestas en cada una de las fichas que el 100% si creen que al culminar con la optimización de sistema mejorara su la cobertura, la cantidad, la calidad y su continuidad del agua.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para conseguir efectuar la evaluación de las estructuras hidráulicas que conforman el sistema de abasteciendo del Caserío piedra del todo, se debe de tener la autorización de alguna autoridad que represente al Caserío, que nos permita ser trasladados a cada uno de estos componentes las cuales deben de apreciarse las estructuras que conforman cada uno de estos componentes así como los accesorios necesarios para el óptimo funcionamiento, así mismo se debe de contar con las fichas necesarias que nos ayudaran a la recaudación de información que se obtendrá con la visualización y con datos obtenidos por conocimiento de los representantes, estos datos deben de ser verdaderos y sensatos en cómo es que se aprecia el estado de cada 1 de los componentes.
2. Se recomienda que en la captación se elabore la protección de afloramiento, acompañando con respectivos accesorios como también un cerco perimétrico el cual consiga efectuar un servicio óptimo y la protección correspondiente, en la línea de conducción y aducción se recomienda que se emplee pases aéreos por el terreno que no permite ser enterrados como debe de ser, así como alguna cámara rompe presión y válvulas si más adelante el desnivel supera los 50 metros por motivos de nuevo planteamiento de colocación de las estructuras, en su reservorio se recomienda la colocación de sus distintas válvulas así como los accesorios que debe de contener y una caseta por goteo con un debido cerco perimétrico y por ultimo su red de distribución que se recomienda que cumpla con las presiones que se generan en los nodos y en las viviendas.
3. Se sugiere hacer una valoración regularmente a todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, empleando mantenimiento a todos los componentes. Evitando así dificultades a futuro, con eso establecer la adecuación de los pobladores.

## Referencias bibliográficas

- (1) Bancomundial. Agua [Internet]. 03 de octubre del 2022; Grupo Banco Mundial [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#1>
- (2) Care. escasez de agua: uno de los mayores desafíos del siglo XXI [Internet]. Perú: Ernst & Young; 22 de marzo del 2021 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://care.org.pe/escasez-de-agua-uno-de-los-mayores-desafios-del-siglo-xxi/>
- (3) Defensoria. Defensoría del Pueblo: urge garantizar abastecimiento de agua potable en centro poblado Río Seco en Piura [Internet]. Perú; 06 de octubre del 2021 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-urge-garantizar-abastecimiento-de-agua-potable-en-centro-poblado-rio-seco-en>
- (4) Barrera C, Vicuña C. Evaluación de la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua del sector rural del cantón Cuenca [Proyecto para la obtención del título de ingeniero civil]. p. 217: Ecuador: Universidad de cuenca; 2019.
- (5) Betancourt B, Arias C. Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia San Gregorio Canton Muisne provincia de Esmeraldas [Proyecto para la obtención del título de técnico en agua y saneamiento ambiental]. p. 99: Ecuador: Escuela politécnica nacional; 2021.
- (6) Isminio R, evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Huargopata, distrito de Huacrachuco, provincia de marañón, región Huánuco, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021 [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil] pg. 369: Perú: Universidad católica los ángeles de Chimbote; 2021.
- (7) Engracio R. Propuesta de mejora del sistema de agua potable y alcantarillado en el barrio de Shancayan Independencia – 2021 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil], pg. 128: Perú: Universidad César vallejo; 2021.
- (8) Manrique A. Mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable zona urbana de Recuay, provincia de Recuay – Áncash – 2021 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil], pg. 123: Perú: Universidad César vallejo; 2021.

- (9) Gracia R. Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, Huari, Ancash- 2022 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil], pg. 84: Perú: Universidad César vallejo; 2022.
- (10) Organización Mundial de la Salud. Agua [Internet]. 2005 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/topics/water/es/>
- (11) Maderey L. Principios de Hidrogeografía - Estudio del ciclo Hidrológico [Tesis Doctoral]. Ciudad de México: Universidad nacional autónoma de México; 2005.
- (12) Concepto. Concepto. [Internet]. 2021 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://concepto.de/agua-potable/>
- (13) Ministerio de Salud. Abastecimiento de agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano - marginales [Internet]. 1994 [citado 20 de mayo de 2023]. pg. 9–17. Disponible en: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/356\\_NOR16.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/356_NOR16.pdf)
- (14) Arnalich Castañeda S. Abastecimiento de Agua por Gravedad. primera ed. Diago Usó JL, editor. Qoli Abchakan, Afganistán: publicaciones@uman.es; 2008.
- (15) Adames E. Unidades. Slideplayer.es. [Internet]. 2014 [citado 20 de mayo de 2023]. pg: [16; 09]. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/117288/>
- (16) Carrión J. Diseño del servicio de agua potable en el caserío San Martín CP 03 del distrito Tambogrande - provincia de Piura - Piura - junio - 2019. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil] pg. 102: Perú: Universidad católica los ángeles de Chimbote; 2021.
- (17) Agüero R. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1ª ed. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales. 2004.
- (18) Gracia. Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Pichiu Quinhuaragra, Huari, Ancash- 2022 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil], pg. 84: Perú: Universidad César vallejo; 2022.
- (19) González P. Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. Revista Pedagogía Universitaria. 2000; vol. 5 (2): 1-31

- (20) Guevara Á. estructuras hidráulicas [Internet]. Popayán: universidad del cauca; 2013 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: [conferencias\\_de\\_clase-libre.pdf](https://conferencias_de_clase-libre.pdf) (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)
- (21) Manual de procedimientos Técnicos en Saneamiento del Ministerio de Salud. [Internet]; 1997. [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/753\\_MINSA179.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/753_MINSA179.pdf)
- (22) Organización Panamericana De La Salud. Guia para el diseño y construcción de captación de manantiales [Guia de estudio]. Lima - Perú: Área de desarrollo sostenible y salud ambiental; 2004
- (23) Pinedo C. Eficiencia técnica del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe - San Ignacio, 2016. [Tesis para optar el título] pg: [76;29]. Universidad Nacional de Cajamarca; 2017
- (24) Agüero, Roger. Procedimientos para la operación y mantenimiento de captaciones y reservorios de almacenamiento. 2004.
- (25) Martínez M. Líneas de Conducción por gravedad. [Internet]. 1.a ed. México; 2010. 29 pag. [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SAGARPA%20s.f.%20L%C3%ADneas%20de%20Conducc%C3%ADon%20por%20gravedad..pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA%20s.f.%20L%C3%ADneas%20de%20Conducc%C3%ADon%20por%20gravedad..pdf)
- (26) Patricio L. Determinación de la sobre presión en la línea de conducción por gravedad de agua potable en la localidad rural de quitaracza (distrito de yuracmarca) – ancash [Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario] pg. 98: Perú: universidad nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”; 2018.
- (27) Gonzalez A. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua [Internet]. SlideShare. [citado 20 de mayo de 2023]. p. 40. Disponible en: <https://es.slideshare.net/AneuryGonzalez/sistemas-convencionales-de-abastecimiento-de-agua>
- (28) Salinas A, Rodriguez Q, Morales D. Manual de Construcción de Reservorios de Agua de Lluvia. Ministerio. Academia.edu. Costa Rica; 2010. 98 p.

- (29) Poma V, Ramos C. Reservorio de almacenamiento de agua, [Internet]. Pag. 58. Scribd. 2013. [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/149392246/RESERVORIO-DE-AGUA-pdf>
- (30) Ministerio de vivienda, construcción. Resolución Magisterial N°192-2018 Vivienda. Memor E, Nacional P, Rural S; 2018.
- (31) Ministerio de economía y finanza. Saneamiento básico, guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos 1ª ed. Arequipa: Programa Nacional de Saneamiento Rural. 2011.
- (32) Arocha S. Abastecimientos de agua teoría & diseño. Segunda. Caracas; 1985. 1–274 p. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/abastecimientos-de-agua-teoria-y-diseno-simon-arocha.htm>
- (33) Arocha S. Abastecimientos de agua. tercera. Caracas; 1997. 1–400 p. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/235817511/Abastecimientos-de-Agua-Simon-Arocha>
- (34) Municipalidad Distrital de Pucara. mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, saneamiento e instalación de letrinas en el área rural de los anexos de municipalidad distrital de pucara. Junín; 2020. Disponible en: [http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos\\_Sica/Modulos/FTA/SECCION](http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION)
- (35) Magne F. Abastecimiento, Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Modernizado en el Aprendizaje y Enseñanza en la Asignatura de Ingeniería Sanitaria I. [Tesis de Diplomado Académico]; [401 pg; 114-115]. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón; 2008.
- (36) Organización Panamericana de la Salud. Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. [Internet]. 2004;19. [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TIXE%202004a.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIXE%202004a.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf)
- (37) Jimenez T. Manual Para El Diseño De Sistemas De Agua Potable y Alcantarillado Sanitario [Internet]. 1.a ed. Veracruz; 2010. 209 pag. [citado 20 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

- (38) Cruz J. Redes de distribución de agua para consumo humano. SlideShare. 2014 [Citado 2019 oct. 02]. pg: [24; 05]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/juancarloscruzpina/abastecimiento-de-agua-redes-distribucion-de-agua-para-consumo-humano>
- (39) Agüero P. Agua Potable Para Poblaciones Rurales [Internet]. Asociación Servicios Educativos Rurales (SER); 1997 [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/aguero-pitman-agua-potable-para-poblaciones-rurales.html?page=1>
- (40) RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones - solo saneamiento. Reglam Nac Edif [Internet]. 2006;156. [citado 20 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://sites.google.com/vivienda.gob.pe/dc-normas-y-estudios/normas-y-estudios#h.p\\_QiPkc67qgecH](https://sites.google.com/vivienda.gob.pe/dc-normas-y-estudios/normas-y-estudios#h.p_QiPkc67qgecH)
- (41) Comisión Nacional del Agua. Manual de Agua Potable. Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Comisión Nacional del Agua. Coyoacán; 2007. 3–134 p. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-elsinu/hidraulica/apuntes/manual-de-agua-potable-y-alcantarillado/9536393/view>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizara el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura – 2023?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general</b></p> <p>Realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura – 2023.</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Elaborar la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.</p> <p>Realizar el mejoramiento estructural de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.</p> <p>Determinar la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Piedra del Toro, Morropon – Morropon – Piura – 2023.</p>	<p>No aplica</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable 1</b></p> <p>Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas</p> <p style="text-align: center;"><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación</li> <li>• Línea de conducción</li> <li>• Reservorio</li> <li>• Línea de aducción</li> <li>• Red de distribución</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Variable 2</b></p> <p>Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p style="text-align: center;"><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura</li> <li>• Cantidad</li> <li>• Calidad</li> <li>• Continuidad</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Tipo de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptivo correlacional</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Nivel de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo y cualitativo</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Diseño de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental del tipo transversal</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Población</b></p> <p>Constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Muestra</b></p> <p>La Muestra estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua Potable en el caserío de Piedra del Toro</p> <p style="text-align: center;"><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas técnicas</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li> <li>• Fichas técnicas</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia – 2023

**Anexo 2.** Instrumento de recolección de información

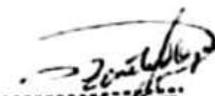
## **Ficha técnica**

Ficha 01: Evaluación de la captación

		
Título:		
Ficha 01	Asesor: Tesista:	Componente: CAPTACIÓN
INDICADORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN
Protección de afloramiento		Losa de concreto
		Material granular clasificado
Cámara húmeda		Canastilla
		Cono de rebose
		Tubería rebose y limpia
Cámara seca		Válvula
		Tubería de salida
Tapa sanitaria		
Cerco perimétrico		
Dado de protección		

Fuente: Elaboración propia – 2023

  
  
**Moisés David Angeles Obregón**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 89104

  
  
**Carolina Mariela Barrios Alvarado**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 14374

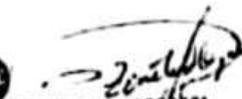
  
  
**EBER RICHARD PRIETO EBER RICHARD**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 166429

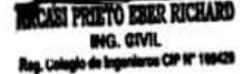
Ficha 02: Evaluación de la línea de conducción

		
Título:		
Ficha 02	Asesor:	Componente: LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	Tesista:	
INDICADORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN
Antigüedad	Malo	
Tipo de tubería	Malo	
Clase de tubería	Malo	
Diámetro de tubería	Malo	
Válvulas	No cuenta	

Fuente: Elaboración propia – 2023

  
  
 Marcos Prieto Eber  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 59104

  
  
 Carolina Marín Barón  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. N° 61804

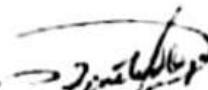
  
  
 MARCOS PRIETO EBBER RICHARD  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 118428

Ficha 03: Evaluación del reservorio

		
Título:		
Ficha 03	Asesor: Tesista:	Componente: Reservorio
<b>INDICADORES</b>	<b>ESTADO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
		Tubería de ventilación
<b>Tanque de almacenamiento</b>		Tapa sanitaria
		Canastilla
		Cono de rebose
		Tubería de ingreso
<b>Caseta de válvula</b>		Válvula de entrada de agua (color azul)
		Válvula de salida de agua (color verde)
		Válvula de desagüe y rebose (color negro)
		Válvula de paso directo (color rojo)
		<b>Cerco perimétrico</b>
		<b>Tubería de salida</b>
		<b>Cloración por goteo</b>

Fuente: Elaboración propia – 2023

  
  
 Moisés David Angeles Obregon  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 59104

  
  
 Giovana Marlene Estro Negro  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.B. N° 12487

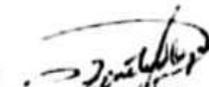
  
  
 MARCOS PRIETO EBER RICHARD  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 108421

Ficha 04: Evaluación de la línea de aducción

		
Título:		
Ficha 04	Asesor: Tesisista:	Componente: LÍNEA DE ADUCCIÓN
INDICADORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN
Antigüedad		
Tipo de tubería		
Clase de tubería		
Diámetro de tubería		
válvulas		

Fuente: Elaboración propia – 2023

  
  
 David Ampérez  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 59104

  
  
 Gladys Marfisi  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. C. I. P. N° 11114

  
  
 ERICASTO PRIETO EBER RICHARD  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 168429

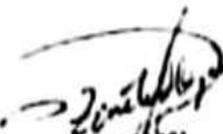
Ficha 05: Evaluación de la red de distribución

		
Título:		
Ficha 05	Asesor: Tesista:	Componente: RED DE DISTRIBUCIÓN
INDICADORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN
Tipo de sistema de red		
Antigüedad		
Tipo de tubería		
Clase de tubería		
Diámetro de tubería		

Fuente: Elaboración propia - 2023

**MIGUEL ÁNGEL**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 50104

**Giovanna**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 100429

  
**EBER RICHARD**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 100429

**Encuesta para conocer si la optimización del sistema de abastecimiento de agua potable mejorara sus servicios del Caserio Piedra del Toro-2023**

**PREGUNTA N° 01**

¿Usted cree que con la optimización del sistema de agua potable mejorara la cobertura del agua?

SI  NO

**PREGUNTA N° 02**

¿Usted cree que con la optimización del sistema de agua potable mejorara la cantidad del agua?

SI  NO

**PREGUNTA N° 03**

¿Usted cree que con la optimización del sistema de agua potable mejorara la calidad del agua?

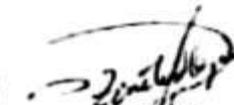
SI  NO

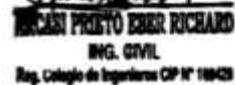
**PREGUNTA N° 04**

¿Usted cree que con la optimización del sistema de agua potable mejorara la continuidad del agua?

SI  NO

  
  
WILMA DÁVALOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 58104

  
  
GABRIELA MARÍN  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 61814

  
  
RICARDO PRIETO RIVERA RICHARD  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CP N° 188428

### **Anexo 3. Validez del instrumento**

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: MOSES DAVID ANGELES OBREGON

N° DNI / CE: 32865230

Edad: 74

Teléfono / celular: 943053350

Email: moisesdavid@hotmail.com

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Grado académico: Maestría X

Doctorado:

Especialidad:

SUPERVISOR EN GESTIÓN PÚBLICA

Institución que labora:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CASMA.

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023"

Autor(es):

Sandoval Dominguez, Karwin David

Programa académico:

Ingeniera civil



Moises David Angeles Obregon  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 69104



Huella digital

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Moises David Angeles Obregon

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

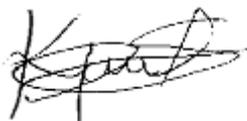
Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID** estudiante / egresado del programa académico de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023”** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI:46620074

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos Arcasi Prieto Eber Ricardo

N° DNI/CE 48333293

Edad 37

Teléfono/celular 971 33665

Email arcasiprieto@hotmail.com

Título profesional Ingeniero Civil

Grado académico Maestría X

Doctorado

Especialidad:

Maestría en Ingeniería con mención en carreteras, puentes y túneles

Institución que labora:

Grupo Lidercon SAC

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023"

Autor(es):

Sandoval Domínguez, Karwin David

Programa académico:

Ingeniería civil

  
**ARCASI PRIETO EBER RICHARD**  
**ING. CIVIL**  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 188428



Huella digital

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Arcasi Prieto Elber Richard

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

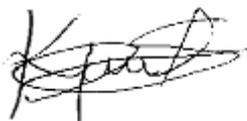
Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID** estudiante / egresado del programa académico de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023”** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI:46620074

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: GIOVANA MARLENE ZACATE ALBARRACIN

N° DNI / CE: 40644072

Edad: 42 años

Teléfono/celular: 943183230

Email: marlenix\_ing@hotmail.com

Título profesional:

INGENIERO CIVIL

Grado académico: Maestría X

Doctorado:

Especialidad:

EN TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL

Institución que labora:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL CAJAPES DEL PERÚ

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

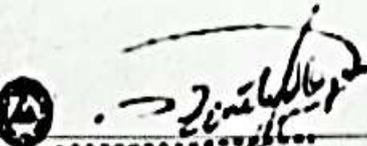
"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA - 2023"

Autor(es):

Sandoval Domínguez, Korman David.

Programa académico:

Ingeniería civil



Korman David Sandoval Domínguez



Huella digital

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Giovana Marlene Zarate Alegre

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

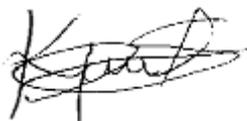
Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID** estudiante / egresado del programa académico de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023”** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI:46620074

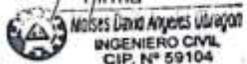
#### **Anexo 4. Confiabilidad del instrumento**

FICHA DE VALIDACIÓN*								
TÍTULO: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUANTININI, DEL DISTRITO PICHANAQUI, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - 2023"								
	Variable 1: Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	Captación	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	Línea de conducción	X		X		X		
	Dimensión 3:							
1	Reservorio	X		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Línea de aducción	X		X		X		
	Dimensión 5:							
1	Red de distribución	X		X		X		
	Variable 2: Optimización del sistema de abastecimiento de agua							
	Dimensión 1:							
1	Cobertura	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	cantidad	X		X		X		
	Dimensión 3:							
1	Calidad	X		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Continuidad	X		X		X		

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección  
 Recomendaciones: NO TENGO NINGUNA RECOMENDACIÓN.

Opinión de experto: Aplicable (X)    Aplicable después de modificar ( )    No aplicable ( )  
 Nombres y Apellidos de experto: Dr. / Mg ... MOISES DAVID ANTONIO PARRA SOTO ...

DNI 3284520

  
 Firma  
  
 Moises David Antonio Parra Soto  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 59104



FICHA DE VALIDACIÓN*								
TÍTULO: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUANTININI, DEL DISTRITO PICHANAQUI, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - 2023"								
	Variable 1: Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	Captación	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	Línea de conducción	X		X		X		
	Dimensión 3:							
1	Reservorio	X		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Línea de aducción	X		X		X		
	Dimensión 5:							
1	Red de distribución	X		X		X		
	<b>Variable 2:</b> Optimización del sistema de abastecimiento de agua							
	Dimensión 1:							
1	Cobertura	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	cantidad	X		X		X		
	Dimensión 3:							
1	Calidad	X		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Continuidad	X		X		X		

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección  
 Recomendaciones: NO TENGO NINGUNA RECOMENDACION

Opinión de experto: Aplicable (X)    Aplicable después de modificar ( )    No aplicable ( )  
 Nombres y Apellidos de experto: Dr. / Mg. RICASI PRIETO EBER RICHARD

DNI 48333293

  
**RICASI PRIETO EBER RICHARD**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CP Nº 188428

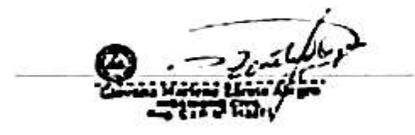


FICHA DE VALIDACIÓN*								Observaciones
Variable 1: Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas		Relevancia		Pertinencia		Claridad		
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	Captación	X		>		>		
	Dimensión 2:							
1	Línea de conducción	>		>		X		
	Dimensión 3:							
1	Reservorio	>		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Línea de aducción	>		X		X		
	Dimensión 5:							
1	Red de distribución	>		X		X		
	<b>Variable 2:</b> Optimización del sistema de abastecimiento de agua							
	Dimensión 1:							
1	Cobertura	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1	cantidad	X		X		X		
	Dimensión 3:							
1	Calidad	>		X		X		
	Dimensión 4:							
1	Continuidad	>		X		X		

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección  
 Recomendaciones: SIN RECOMENDACION

Opinión de experto: Aplicable (X)    Aplicable después de modificar ( )    No aplicable ( )  
 Nombres y Apellidos de experto: Dr. / Mg. GIOVANNA MALLENE ZAVALE ALVARO

DNI 40644072




**Anexo 5.** Formato de Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES  
CHIMBOTE

### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS (Ingeniería y Tecnología)

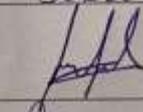
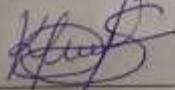
Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023

- La entrevista durará aproximadamente ..... minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [kardiasando@gmail.com](mailto:kardiasando@gmail.com) o al número 922140319. Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico [1201110108@uladech.pe](mailto:1201110108@uladech.pe)

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	FLAVIO BERRU CORDOVA
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	17-06-2023



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADECH CATÓLICA

**PROTOCOLO DE ASENTIMIENTO INFORMADO**  
(Ingeniería y Tecnología)

Mi nombre es SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN DAVID y estoy haciendo mi investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria.

A continuación, te presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de \_\_\_ minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Te pido que marques con un aspa (x) en el siguiente enunciado según tu interés o no de participar en mi investigación.

¿Quiero participar en la investigación de <u>SANDOVAL DOMINGUEZ KARWIN?</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	No
---	-------------------------------------	----

Fecha: 17-06-2023

  
FLAVIO BERRÚ  


COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN – ULADACH CATÓLICA

**Anexo 6.** Documento de aprobación de institución para la recolección de información

**Anexo 7.** Evidencias de ejecución (declaración jurada, base de datos)

## Panel fotográfico



**Imagen 1.** Foto panorámica del Caserío de Piedra del Toro, del distrito y provincia de Morropon, departamento de Piura.



**Imagen 2:** Captación no cuenta protección de afloramiento, cámara húmeda dañada y seca deteriorada.



**Imagen 3.** Reservorio de almacenamiento del caserío de Piedra del Toro totalmente deteriorada y empleada para otros fines.



**Imagen 4.** Reservorio en mal estado, no cuenta con un cerco perimétrico el que proteja este componente



**Imagen 5.** Línea de conducción se muestra totalmente expuesta a la intemperie la cual puede sufrir daños



**Imagen 6.** Línea de aducción de la misma forma que la conducción se muestra expuesta.

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, KARWIN DAVID SANDOVAL DOMINGUEZ, identificado (a) con DNI, 46620074 con domicilio real en (Calle, Av. Jr.) Caserío Piedra del Toro, Distrito Morropon, Provincia Morropon, Departamento Piura,

### DECLARO BAJO JURAMENTO,

En mi condición de (estudiante/bachiller) Ingeniería Civil con código de estudiante 1201110108 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencia e Ingeniería de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, semestre académico 2023-1:

1. Que los datos consignados en la tesis titulada EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE PIEDRA DEL TORO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA – 2023.

Doy fe que esta declaración corresponde a la verdad

Chimbote, 06 de Julio de 2023



Firma del estudiante/bachiller

DNI 46620074



Huella Digital

# CÁLCULO DEL MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

**Cuadro 1.** Periodo de diseño para el cálculo de la cámara de captación

Periodo de diseño en estructuras	
Componente	Periodo de diseño
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 2.** Dotación para el cálculo de la cámara de captación

Región	Dotación según el tipo de opción tecnológica (l/hab x d)	
	Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque septico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 3.** Coeficiente de rugosidad "Hazen Williams" y coeficiente de descarga en Orificios

Coeficiente de rugosidad "Hazen-Williams"	
Tipo de Material	"C"
Pvc	150

Coeficiente de descarga en orificios	
Tipo de orificio	Cd
Total, Sumergido	0.8

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 4.** Coeficiente de variación diaria

Coeficiente de Variación diaria	
Día - Hor	kl
diaria	1.30

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 5.** Datos para el diseño hidráulico de la cámara de captación

1 . Datos para el diseño:	Símbolo	Fórmula	Cálculo	e+A18:X32sultad
Caudal máximo época de lluvia	Q <sub>rm</sub>			0.961 l/s
Caudal mínimo época de estiaje	Q <sub>re</sub>			0.933 l/s
Población Actual	P <sub>a</sub>			136 hab
Dotación	Dot			80.00 l/hab/día
Tiempo de diseño	t			20 años
Coefficiente de crecimiento	r			5.25%
Población futura	P <sub>f</sub>	$P_f = P_a \cdot \left(1 + \frac{r \cdot t}{1000}\right)$	$P_f = 136 \text{ hab} \left(1 + \frac{5.25\% \cdot 20}{100}\right)$	279.00 hab
Caudal máximo	Q <sub>p</sub>			0.322 l/s
Coefficiente de varia. diaria	K1			1.30
Caudal Maximo diario	Q <sub>md</sub>	$Q_{md} = k1 \cdot Q_m$	$Q_{md} = 1.30 \cdot 0.322$	0.5000 l/s
Coefficiente de descarga en orificios sumergidos	C <sub>d</sub>			0.80
Perdida de carga para tubería de rebose y limpia	H <sub>f</sub>			1 %
Cota del afloramiento	C1			378.45 m.s.n.m

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

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

Gasto Máximo de la Fuente:  $Q_{max} = 0.96$  l/s  
 Gasto Mínimo de la Fuente:  $Q_{min} = 0.93$  l/s  
 Gasto Máximo Diario:  $Q_{md1} = 0.50$  l/s

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

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

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

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.96$  l/s

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

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

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

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

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

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $D_c = 0.05$  m  
 $D_c = 1.988$  pulg

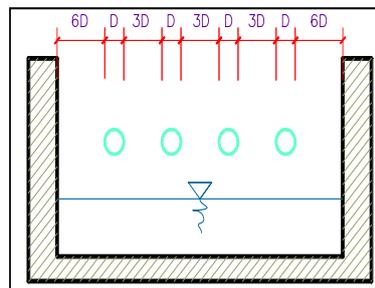
Asumimos un Diámetro comercial:  $D_a = 2.00$  pulg (se recomiendan diámetros  $< \phi = 2"$ )  
 $0.051$  m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

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

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

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



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

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

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

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

Sabemos que:

$$H_f = H - h_o$$

Donde: Carga sobre el centro del orificio:  $H = 0.40 \text{ m}$

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

Pérdida de carga en el orificio:  $h_o = 0.029 \text{ m}$

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación:  **$H_f = 0.37 \text{ m}$**

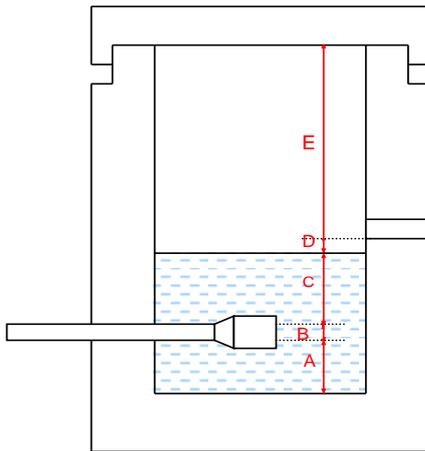
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Distancia afloramiento - Captación:  **$L = 1.238 \text{ m}$**       **1.25 m Se asume**

## 3) Altura de la cámara húmeda:

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



Donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde: Caudal máximo diario:  $Qmd = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$

Área de la Tubería de salida:  $A = 0.002 \text{ m}^2$

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

Resumen de Datos:

$$A = 10.00 \text{ cm}$$

$$B = 2.50 \text{ cm}$$

$$C = 30.00 \text{ cm}$$

$$D = 10.00 \text{ cm}$$

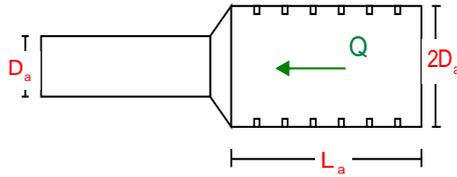
$$E = 40.00 \text{ cm}$$

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

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

Altura Asumida:  **$H_t = 1.00 \text{ m}$**

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:



##### Diámetro de la Canastilla

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

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

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

##### Longitud de la Canastilla

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

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

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

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

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

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

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

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A_s$$

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

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

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

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

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

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

$$\text{Número de ranuras} : 115 \text{ ranuras}$$

### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

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

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

#### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.96$  l/s  
Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.689$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_R = 1.5$  pulg**

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.96$  l/s  
Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.689$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_L = 1.5$  pulg**

### Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente: 0.96 l/s  
Gasto Mínimo de la Fuente: 0.93 l/s  
Gasto Máximo Diario: 0.50 l/s

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

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

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

$L = 1.238$  m

#### 3) Altura de la cámara húmeda:

$H_t = 1.00$  m  
Tubería de salida = 1.00 plg

#### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:

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

#### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

# CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

**Cuadro 6.** Periodo de diseño para el cálculo de la cámara de captación

Periodo de diseño en estructuras	
Componente	Peridod de diseño
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 7.** Coeficiente de rugosidad “Hazen Williams” según el tipo de material de  
Tubería

Coeficiente de Rngozidad de Hanzen-Williams:	
Material	"C"
Fierro fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto, cemento	140
PVC	140-150

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 8.** Presiones máximas en tuberías tipo PVC

Presiones máximas en tuberías PVC		
Tipo	P. max de prueba	P. max de trabajo
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 9.** Diámetros comerciales para tuberías de clase 10 de tipo PVC

Diámetros comerciales de clase 10 "PVC"			
diámetros exterior		Espesor mm	diámetro interior mm
pulg	mm		
1	33	1.8	38.4
1 1/2	48	2.0	44.4
2	60	2.9	55.6
2 1/2	73	3.5	67.8
3	88.5	4.2	82.1

**Fuente:** NTP 399.002: 2009 “Tuberías para agua fría con Presión”

Para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, se utilizará a Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a continuación:

$$Q = 0.2785 * (C) (D^{2.63}) (h_f^{0.54})$$

Donde:

*C = Coeficiente de rugosidad*

*D = Diametro de la tuberia "pulg"*

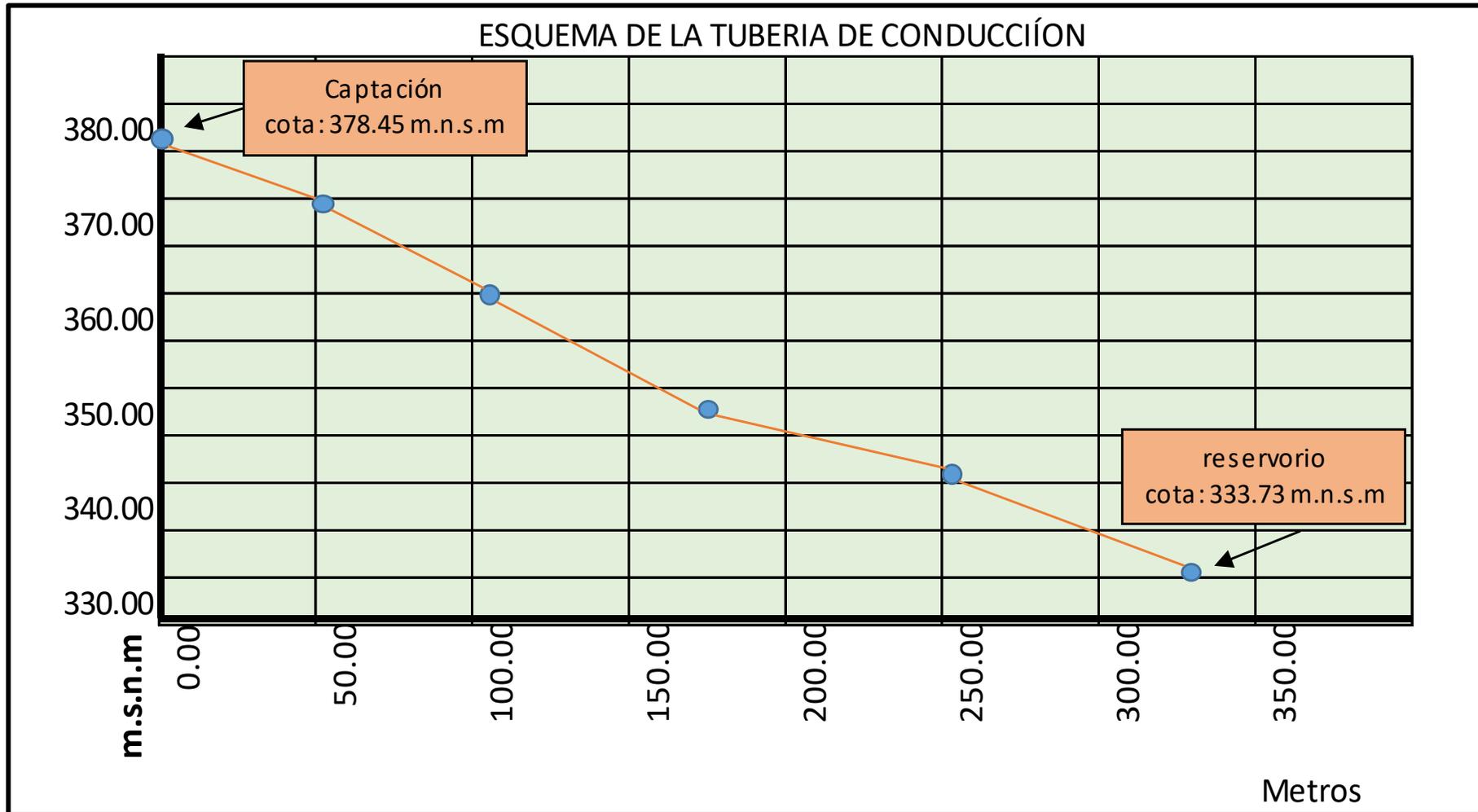
*hf = Perdida de carga unitaria*

*Q = Caudal de conducción*

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

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

**Gráfico1.** Esquema de la tubería de conducción



Fuente: Elaboración propia – 2023

**Cuadro 10.** Cálculo hidráulico de la línea de conducción

DATOS DE CÁLCULO	
	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO : 50 Lit./Seg.
	COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150
	Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

PUNTO	PENDIENTE (m/m)	CAUDAL (m³/Seg.)	DIÁMETRO CALCULADO (mm)	DIÁMETRO ASUMIDO (mm)	VELOCIDAD CALCULADA → (m/Seg.)	VELOCIDAD REAL → (m/Seg.)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/Km)	$H_f$ ACUMULADA → (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (m.s.n.m.)	PRESIÓN (m) ↑
CAPTACIÓN		0.00050							2,970.064	0.000
	0.3861	0.00050	16.345	29.4	2.383 m/Seg.	0.737 m/Seg.	0.6667	0.6667	2,969.397	10.965
	0.2712	0.00050	17.575	29.4	2.061 m/Seg.	0.737 m/Seg.	0.6839	1.3507	2,968.713	18.661
	0.4244	0.00050	16.031	29.4	2.477 m/Seg.	0.737 m/Seg.	0.5430	1.8937	2,968.170	28.531
	0.1862	0.00050	18.986	29.4	1.766 m/Seg.	0.737 m/Seg.	0.7452	2.6389	2,967.425	34.055
	-0.0284	0.00050	27.931	29.4	0.816 m/Seg.	0.737 m/Seg.	1.3976	4.0354	2,966.028	30.864
	0.0208	0.00050	29.788	29.4	0.717 m/Seg.	0.737 m/Seg.	1.2397	5.2761	2,964.788	30.787
CRP 01	0.3543	0.00050	16.636	29.4	2.300 m/Seg.	0.737 m/Seg.	0.5408	5.8169	2,964.247	38.904
<b>Pérdida de carga en el tramo:</b>								<b>5.817 m</b>		

Fuente: Elaboración propia – 2023

FORMULAS PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
NOMBRES DE FÓRMULAS	FÓRMULA ESTABLECIDA	DESCRIPCIÓN DE FÓRMULA
FÓRMULA DEL DIÁMETRO	$Q = 0.2786 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54} \rightarrow$ Despejamos D $D = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA DEL CAUDAL	$Q = 0.2785 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA PARA LA VELOCIDAD	$V = \frac{Q}{A} \rightarrow V = \frac{Q}{\pi \cdot D^2 / 4} \rightarrow V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). V = Velocidad (m/s).
FÓRMULA PARA LA PÉRDIDA UNITARIA	$Q = 0.2785 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54} \rightarrow$ Despejamos hf $hf = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA PARA LA DISTANCIA X	$Hf = hf_1 \cdot (L - X) + hf_2 \cdot X \rightarrow$ Despejamos Hf $X = \frac{Hf - hf_1 \cdot L}{hf_2 - hf_1}$	Donde: Hf = Pérdida por tramo (m). L = Longitud por tramo (m). hf1 = Pérdida unitaria 1 hf2 = Pérdida unitaria 2
FÓRMULA PARA LA PÉRDIDA DE CARGA DE TRAMO	$Hf = hf \cdot L$	Donde: Hf = Pérdida por tramo (m). L = Longitud por tramo (m)

## CÁLCULO HIDRÁULICO DEL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

**Cuadro 11.** Periodo de diseño para el cálculo de la cámara de captación

Periodo de diseño en estructuras	
Componente	Periodo de diseño
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 12.** Coeficiente de variación para el cálculo del reservorio

Coeficiente de Variación	
Complemento	"k"
Horaria "k2"	2.00
Diaria "k1"	1.30

**Fuente:** Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

**Cuadro 13.** Datos para el mejoramiento hidráulico del reservorio de almacenamiento

1 . Datos para el diseño:	Simbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Caudal máximo época de lluvia	Qmax			0.961 l/s
Caudal máximo época de estiaje	Qmin			0.933 l/s
Población actual	Pa			136.00 hab
Población futura	Pf			279.00 hab
Caudal promedio anual	Qm			0.3221 l/s
Coefficiente de varia. diaria	K1			1.30
Coefficiente de varia. horaria	K2			2.00
Caudal Máximo diario	Qmd	$Qmd = k1 \cdot Qm$	$Qmd = 1.30 \cdot 0.3221$	0.419 l/s
Caudal Máximo horario	Qmh	$Qmh = k2 \cdot Qm$	$Qmh = 2.00 \cdot 0.3221$	0.644 l/s

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

Cuadro 14. Cálculo del volumen del reservorio

Cálculo del volumen del reservorio	Símbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
<p>La RM - 192 - 2018 VIVIENDA nos dice para el volumen de almacenamiento del reservorio debe ser el 25% de la demanda promedio diaria anual (<math>Q_{prom}</math>).</p>		<p>fórmula del volumen de regulación</p>	$V_{reg} = 25 \cdot Q_{prom} \cdot 86400 \cdot n/24$	
<p><b>Volumen de regulación</b> <i>n=Horas del suministro (n= 24h)</i></p>	$V_{reg}$	$V_{reg} = 0.25 \cdot Q_{prom} \cdot 86400 \cdot n/24$ Se convierte a $m^3$	$V_{reg} = 0.25 \cdot 0.322 \cdot 86400 \cdot 24/24$ $V_{reg} = 6957.11 \text{ litros} \cdot \frac{1m^3}{1000 \text{ litros}}$	6957.11 litros 6.96 $m^3$
<p><b>Volumen contra incendios</b></p>	$V_i$	Solo se considera a zonas comerciales e industriales con una demanda poblacional de mas de 2000 habitantes		0.00 litros 0.00 $m^3$
<p><b>Volumen de reserva</b> el volumen de reserva es el 20% mas del volumen de regulación para casos de emergencias o mantenimiento</p>	$V_r$	$V_r = 0.2 \cdot V_{reg}$	$V_r = 0.2 \cdot 6957.11$ Se convierte a $m^3$	1391.42 litros 1.39 $m^3$
<p><b>Volumen total del reservorio</b></p>	$V_t$	$V_t = V_{reg} + V_i + V_r$	$V_t = 6957.11 + 0.00 + 1391.4$ Se convierte a $m^3$	8348.53 litros <b>10.00 <math>m^3</math></b>

Fuente: Elaboración propia – 2023

**Cuadro 15.** Dimensionamiento rectangular del reservorio

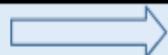
3. Dimensionamiento del reservorio rectangular	Símbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Ancho interno	b			3.00 m
Largo interno	l			3.00 m
Altura útil de agua	h	$h = \frac{V_t}{(b \cdot l)}$	$h = \frac{10.00 \text{ m}^3}{(3.00 \text{ m} \cdot 3.00 \text{ m})}$	1.11 m
Distancia vertical eje salida y fondo reservorio	hi			0.10 m
Altura total del agua	ha	$ha = h + hi$	$ha = 1.11 + 0.10$	1.21 m
Relación del ancho de la base y la altura (b/h)	j	$i = \frac{b}{ha}$	$i = \frac{3.00 \text{ m}}{1.21 \text{ m}}$	2.48 m
Distancia vertical techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua	k			0.20 m
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y eje ingreso de agua	l			0.15 m
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y nivel máximo de agua	m			0.10 m
Altura total interna	h	$h = ha + (k + l + m)$	$h = 1.21 + (0.20 + 0.15 + 0.10)$	1.66 m

Fuente: Elaboración propia – 2023

Cuadro 16. Cálculo de los diámetros de las tuberías

4	Cálculo de los diámetros de las tuberías	Simbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
	Tubería de entrada	D <sub>en</sub>	La tubería de entrada es igual ala tubería de la línea de conducción		1 pulg
<b>Tubería de salidad - Línea de Aducción"</b>					
	Para hallar el diámetro de la tubería de aducción se calcula con la fórmula de Hazen y Williams tomando el coeficiente máximo horario		$Q = 0,2785 * C * D^{0,63} * S^{0,54}$	<i>Despejamos para hallar "D"</i> $D = \left( \frac{\left( \frac{Qm^3}{1000} \right)}{0,2785 * C * S^{0,54}} \right)^{0,38}$	
	Pendiente	S	$S = \frac{Alt. agua}{Longitud}$	$s = \frac{1,21 m}{3,00 m}$	0.403703704
	Diámetro de la tubería de salidad	D <sub>adu</sub>	$D = \left( \frac{\left( \frac{Qm^3}{1000} \right)}{0,2785 * C * S^{0,54}} \right)^{0,38}$	$D = \left( \frac{\left( \frac{0,644}{1000} \right)}{0,2785 * 150 * 0,403^{0,54}} \right)^{0,38}$ Convirtiendo a pulgadas	0.0179 m 1
<b>Tubería de rebose y cono de rebose</b>					
	Como la tubería de entrada es Resultado, para el rebose de considera un mayor diámetro así que asumimos			D =	2.00 pulg
<b>Tubería de limpieza</b>					
	Diámetro de la tubería de limpieza	D	$\frac{0,71 * Q_{max}^{0,38}}{hf^{0,21}}$	$\frac{0,71 * Q_{md}^{0,38}}{hf^{0,21}}$	1.34 pulg
<i>se redondea "D"</i> 					<b>2.00 pulg</b>

Fuente: Elaboración propia – 2023

<b>Diámetro de la tubería de rebose</b>	Dr	Se considera el mismo diámetro que la tubería de limpieza	2.00 pulg
El cono de rebose sera 2 veces mayor al diámetro de la tubería de rebose 			<b>4.00 pulg</b>
<b>Tubería de desagüe</b>			
Se considera el mismo diámetro de la tubería de limpieza			D <sub>de</sub> = 2.00 pulg
<b>Tubería de Ventilación</b>			
Según RNE en la OS 0.30 (5.2), el sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada o salida de agua			
De acuerdo a lo que nos especifica el reglamento, tomamos como referencia al Q <sub>mh</sub>			0.644 l/s
Ahora determinamos los números de orificios para la ventilación asumiendo un diámetro de la tubería de ventilación de			D <sub>ve</sub> = 1.00 pulg
<b>Número de orificios</b>	N°	$N = \left( \frac{D_{adu}}{D_{ve}} \right)^2$	$N = \left( \frac{1.00}{0.644} \right)^2$ 1.00 orificios
Eso indica que se colocará 1 orificio de ventilación de 1.00 pulg de diámetro.			

Fuente: Elaboración propia – 2023

**Cuadro 17.** Cálculo del llenado y vaciado del reservorio

5. Cálculo del llenado y vaciado del reservorio	Simbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Tiempo de llenado del reservorio	$T_{LL}$	$T_{LL} = V_t \cdot 1000 / Q_{md}$	$T_{LL} = 10.00 \cdot 1000 / 0.419$ Convirtiendo a horas el $T_{LL}$	23882.60 seg <b>6.6 horas</b>
Según RNE en la OS 0.30 (5.2) el diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado 2h.				
Velocidad de defogue	$V_{df}$	es la misma velocidad de la tubería de limpieza		0.56 m/s
Caudal de defogue	$Q_{df}$	$Q_{df} = \frac{\pi \cdot D_{de}^2 \cdot V_{df}}{4}$	$Q_{df} = \frac{\pi \cdot D_{de}^2 \cdot V_{df}}{4}$	1.140 l/s
Tiempo de vaciado del reservorio	$T_{va}$	$T_{va} = \frac{V_t}{Q_{df}}$	$T_{va} = \frac{V_t}{Q_{df}}$ Convirtiendo a horas el $T_{va}$	7323.27 s <b>2.0 horas</b>

Fuente: Elaboración propia – 2023

Cuadro 17. Cálculo de la canastilla en el reservorio

6 . Cálculo de la canastilla	Símbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Para el cálculo del diámetro de la canastilla se considerara el doble del diámetro de la tubería de aducción		"D <sub>can</sub> " asumido sera $2 \cdot D_{con}$	$D_{can} = 2 \cdot$	4.00 pulg
Se recomienda que la longitud de la canastilla "L" cumpla esta condición " $3 \cdot D_{aduc.} > L > 6 \cdot D_{adu.}$ "		$L = 3 \cdot D_{adu}$ $L = 6 \cdot D_{adu}$ 4.00 pulg > L >	$L = 3 \cdot 2.00$ pulg $L = 6 \cdot 2.00$ pulg " L " asumido sera = 5.00 pulg	6.00 pulg 12.00 pulg
Convertimos a centímetros	1 pul = 2.54 cm	0.0254 cm 1pulg		13.000 cm
<b>Área de la Ranura</b>				
Para el cálculo del área de la ranura el MINSa se considera el ancho "A <sub>m</sub> " 7 mm y de largo "L <sub>m</sub> " 5 mm.			Ancho de la ranura = 7.00 mm Largo de la Ranura = 5.00 mm	
		<b>Área de la Raura</b> $A_r = a_r \cdot l_r$	$A_r = 7.00 \cdot 5.00 =$	35.00 mm <sup>2</sup>
		Convertimos a m <sup>2</sup>	$A_r = 0.0000035$ m <sup>2</sup>	
<b>Área de la canastilla</b>	A <sub>c</sub>	$A_c = \frac{\pi \cdot D_{adu}^2}{4}$	$A_c = \frac{\pi \cdot 0.0254^2}{4}$	0.00051 m
<b>Área total de ranuras</b>	A <sub>t</sub>	$A_t = 2 \cdot A_c$	$A_t = 2 \cdot 0.00051$	0.0010 m
El valor de At no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada "Ag"		Debe cumplir el siguiente parametro		$At \leq 50\%$ del área lateral de la granada "Ag"
Asumiendo el diametro de la granada "Dg" de 2 pulgadas hallamos el area		$A_g = \pi \cdot D_g \cdot L$	$A_g = \pi \cdot 2 \cdot 13.00$	$A_g = 207.47$ cm <sup>2</sup>
		101.34 cm <sup>2</sup> ≤ 103.74 cm <sup>2</sup>	Cumple..!	
<b>Número de Ranuras</b>	N <sub>r</sub>	$N_r = \frac{A_t}{A_r}$	$N_r = \frac{0.0010 \text{ m}}{0.0000035 \text{ m}^2}$	29.00 Und.

Fuente: Elaboración propia – 2023

## CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO

**Cuadro 18.** Datos para el cálculo hidráulico del sistema de cloración por goteo

1. Datos para el diseño	Símbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Dosis adoptada	Da			2 mg/lit de hipoclorito de calcio
Porcentaje de cloro activo	r			65%
Concentración de la solución	C			0.25 %
Equivalencia 1 gota	E			0.00005 lit

Fuente: Elaboración propia – 2023

**Cuadro 19.** Cálculo del sistema de cloración por goteo

2. Cálculo del sistema de cloración por goteo	Símbolo	Fórmula	Cálculo	Resultado
Volumen del reservorio	Vr			10 m <sup>3</sup>
Caudal máximo diario	Qmd			0.419 l/s
Caudal máximo diario (m <sup>3</sup> /h)	Qmd <sub>2</sub>	$Qmd_2 = \frac{Qmd \cdot 3600}{1000}$	$Qmd_2 = \frac{0.419 \cdot 3600}{1000}$	1.507 m <sup>3</sup> /h
Dosis adoptada	Da			2 gr/m <sup>3</sup>
Peso del cloro	P	$P = Qmd_2 \cdot Da$	$P = 0.419 \cdot 2$	3.015 gr/h
Porcentaje de cloro activo	r			65%
Peso producto comercial	Pc	$Pc = \frac{P}{r}$	$Pc = \frac{3.015}{65\%}$	4.638 gr/h
<i>Convertimos a Kg/H</i>				0.004638 Kg/h
Concentración de la solución	C			0.25 %
Demanda de la solución	qs	$qs = \frac{Pc \cdot 100}{C}$	$qs = \frac{0.004638 \cdot 100}{0.25\%}$	1.855 l/h
Tiempo del uso del recipiente	t			12.00 h
Volumen de solución	Vs	$Vs = qs \cdot t$	$Vs = 1.855 \cdot 12.00$	22.26 l
Volumen del bidón adoptado	Vb			60.00 lit
Demanda de la solución en gotas/s	qs	$qs = \frac{qs}{E \cdot 60 \cdot 60}$	$qs = \frac{1.855}{0.00005 \cdot 60 \cdot 60}$	11 gotas/s

Fuente: Elaboración propia – 2023

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN

Cuadro 20. Periodo de diseño para el cálculo de la línea de aducción

Periodo de diseño de estructuras	
Estructura	" t "
Línea de aducción	20 años

Fuente: Resolución Ministerial - 192 - 2018 vivienda

Para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, se utilizará a Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a continuación:

$$Q = 0.2785 * (C) (D^{2.63}) (h_f^{0.54})$$

Donde:

<i>C = Coeficiente de rugosidad</i>
<i>D = Diametro de la tubería "pulg"</i>
<i>hf = Perdida de carga unitaria</i>
<i>Q = Caudal de conducción</i>

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

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

**Cuadro 21.** Cálculo hidráulico de la línea de aducción

DATOS DE CÁLCULO	
	CAUDAL MÁXIMO DIÁRIO : 64 Lit./Seg.
	COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150
Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:	

PUNTO	PENDIENTE (m/m)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /Seg.)	DIÁMETRO CALCULADO (mm)	DIÁMETRO ASUMIDO (mm)	VELOCIDAD CALCULADA → (m/S eg.)	VELOCIDAD REAL → (m/S eg.)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/Km)	H <sub>f</sub> ACUMULADA → (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (m.s.n.m.)	PRESIÓN (m) †
RESERVORIO		0.00064							2,887.227	0.00
	0.5248	0.00064	16.8975	29.4	2.872 m/Seg.	0.949 m/Seg.	0.7048	0.7048	2,886.522	9.76
	0.4463	0.00064	17.4691	29.4	2.687 m/Seg.	0.949 m/Seg.	1.3120	2.0168	2,885.210	25.00
RED. DISTRIBUCION	0.4595	0.00064	17.3649	29.4	2.719 m/Seg.	0.949 m/Seg.	1.1760	3.1928	2,884.034	39.11
Pérdida de carga en el tramo:								3.19 m		

**Fuente:** Elaboración propia – 2023

FORMULAS PARA LA LÍNEA DE ADUCCIÓN		
NOMBRES DE FÓRMULAS	FÓRMULA ESTABLECIDA	DESCRIPCION DE FÓRMULA
FÓRMULA DEL DIÁMETRO	$Q = 0.2786 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54} \rightarrow$ Despejamos D $D = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA DEL CAUDAL	$Q = 0.2785 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA PARA LA VELOCIDAD	$v = \frac{Q}{A} \rightarrow v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \rightarrow$ $V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). V = Velocidad (m/s).
FÓRMULA PARA LA PÉRDIDA UNITARIA	$Q = 0.2785 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54} \rightarrow$ Despejamos hf $hf = \left( \frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$	Donde: Q = Caudal (m <sup>3</sup> /s). D = Diámetro (m). hf = Pérdida unitaria. C = Coeficiente de rugosidad.
FÓRMULA PARA LA DISTANCIA X	$Hf = hf_1 \cdot (L - X) + hf_2 \cdot X \rightarrow$ Despejamos Hf $X = \frac{Hf \cdot hf_1 \cdot L}{hf_2 - hf_1}$	Donde: Hf = Pérdida por tramo (m). L = Longitud por tramo (m). hf1 = Pérdida unitaria 1 hf2 = Pérdida unitaria 2
FÓRMULA PARA LA PÉRDIDA DE CARGA DE TRAMO	$Hf = hf \cdot L$	Donde: Hf = Pérdida por tramo (m). L = Longitud por tramo (m)

## Reglamentos aplicados

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y  
SANEAMIENTO  
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES  
TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE  
SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL**

Abril de 2018

## PERIODO DE DISEÑO

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

#### 1.1. Parámetros de diseño

##### a. Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

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

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

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

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

Fuente: Elaboración propia

## POBLACIÓN FUTURA

### b. Población de diseño

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

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

Donde:

- $P_i$  : Población inicial (habitantes)
- $P_d$  : Población futura o de diseño (habitantes)
- $r$  : Tasa de crecimiento anual (%)
- $t$  : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

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

## DOTACIÓN

### c. Dotación

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

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

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

Fuente: Elaboración propia

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

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

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

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	DOTACIÓN
Cines, teatros y auditorios	3 lt/asiento
Discotecas, casino y salas de baile y similares	30 lt/m2 de área
Estadios, velódromos, autódromos, plaza de toros y similares.	1 lt/espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1 lt/espec. + Dot de anim.

**La dotación de agua para áreas verdes** será de 2 L/d por m2. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

## VARIACIONES DE CONSUMO

### d. Variaciones de consumo

#### d.1. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , de este modo:

$$Q_p = \frac{\text{Dot} \times P_d}{86400}$$
$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

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

#### d.2. Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , de este modo:

$$Q_p = \frac{\text{Dot} \times P_d}{86400}$$
$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

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

## CÁMARA DE CAPTACIÓN

### Determinación del ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

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

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

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

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

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

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

Por otro lado:

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

Donde:

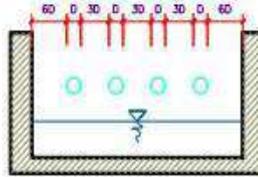
$D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

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



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

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

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

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

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

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

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

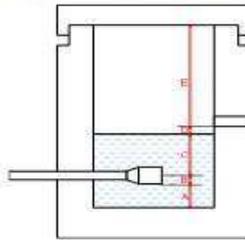
Donde:

L : distancia afloramiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara

Para determinar la altura total de la cámara húmeda ( $H_t$ ), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

**Ilustración N° 03.22.** Cálculo de la cámara húmeda



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

Donde:

A : altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm

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

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

E : borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

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

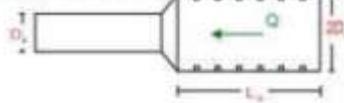
$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

$Q_{md}$  : caudal máximo diario ( $m^3/s$ )

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

**Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla**



**Diámetro de la Canastilla**

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

**Longitud de la Canastilla**

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3D<sub>c</sub> y menor que 6D<sub>c</sub>:

$$3D_c < L_c < 6D_c$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

$$N_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

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

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

Q<sub>max</sub> : gasto máximo de la fuente (l/s)

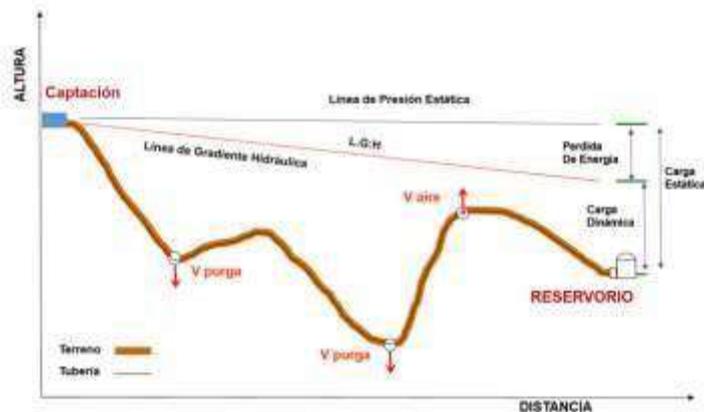
h<sub>f</sub> : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D<sub>r</sub> : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

## LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



### ✓ Caudales de Diseño

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

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

### ✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

### ✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

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

$R_h$  : radio hidráulico

$i$  : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

- $H_f$  : pérdida de carga continua, en m.
- $Q$  : Caudal en m<sup>3</sup>/s
- $D$  : diámetro interior en m
- $C$  : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)
  - Acero sin costura C=120
  - Acero soldado en espiral C=100
  - Hierro fundido dúctil con revestimiento C=140
  - Hierro galvanizado C=100
  - Polietileno C=140
  - PVC C=150
- $L$  : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

- $H_f$  : pérdida de carga continua, en m.
- $Q$  : Caudal en l/min
- $D$  : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

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

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

Donde:

- $Z$  : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m
- $\frac{P}{\gamma}$  : Altura de carga de presión, en m, P es la presión y  $\gamma$  el peso específico del fluido
- $V$  : Velocidad del fluido en m/s
- $H_f$  : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

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

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

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

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

$$\Delta H_l = K_l \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

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

## RANGO DE DISEÑO

RANGO	Qmd REAL	SE DISEÑA CON:
1	< de 0.50 l/s	0.50 l/s
2	.50 l/s hasta 1.00 l/	1.00 l/s
3	> de 1.00 l/s	1.50 l/s

Fuente: RM - 192 - 2018 VIVIENDA

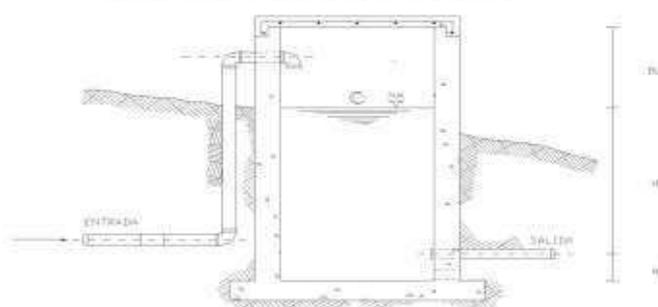
## CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA CONDUCCIÓN

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

Para ello, se recomienda:

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

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

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

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

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

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



#### Criterios de diseño

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_D$ ), 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  $Q_D$ .

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
  - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
  - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.
  - La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
  - El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

#### Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad del agua con el exterior, en el caso de que el reservorio sea construido en concreto.
- Para el caso de que el reservorio sea de otro material, ya sea metálico o plástico, las tuberías deben fijarse a accesorios roscados de un material resistente a la humedad y la exposición a la intemperie.
- La tubería de entrada debe disponer de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.
- Se recomienda la instalación de dispositivos medidores de volumen (contadores) para el registro de los caudales de entrada y de salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua. Como en zonas rurales es probable que no se cuente con suministro de energía eléctrica, los medidores en la medida de lo posible deben llevar baterías de larga duración, como mínimo para 5 años.

## CASETA DE VÁLVULAS EN RESERVORIO

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

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

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

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- **Techos**  
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.
- **Paredes**  
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m<sup>3</sup>, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).  
  
Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.
- **Pisos**  
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**  
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.  
  
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0,30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado a los 0,18 m. Se han previsto descansos intermedios cada 17 pasos como máximo, cantidad de escalones máximos según reglamento.
- **Veredas Perimetrales**  
Las veredas exteriores serán de cemento pulido, bruñado cada 1 m y junta de dilatación cada 5 m.
- **Aberturas**  
Las ventanas serán metálicas, tanto las barras como el marco y no deben incluir vidrios para así asegurar una buena ventilación dentro del ambiente, sólo deben llevar una malla de alambre N°12 con cocada de 1".  
  
La puerta de acceso a la caseta (en caso sea necesaria) debe ser metálica con plancha de hierro soldada espesor 3/32" con perfiles de acero de 1.½" x 1.½" y por 6 mm de espesor.

## SISTEMA DE DESINFECCIÓN EN RESERVOIRIO

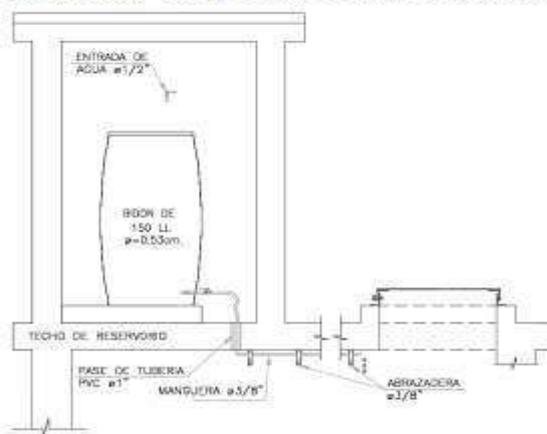
Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

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

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

### a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q \cdot d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m<sup>3</sup>/h

d : dosificación adoptada en gr/m<sup>3</sup>

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

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

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h

r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (q<sub>s</sub>) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "q<sub>s</sub>" permite seleccionar el equipo dosificador requerido

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

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h

q<sub>s</sub> : demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg

c : concentración solución (%)

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

$$V_s = q_s \cdot t$$

Donde:

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

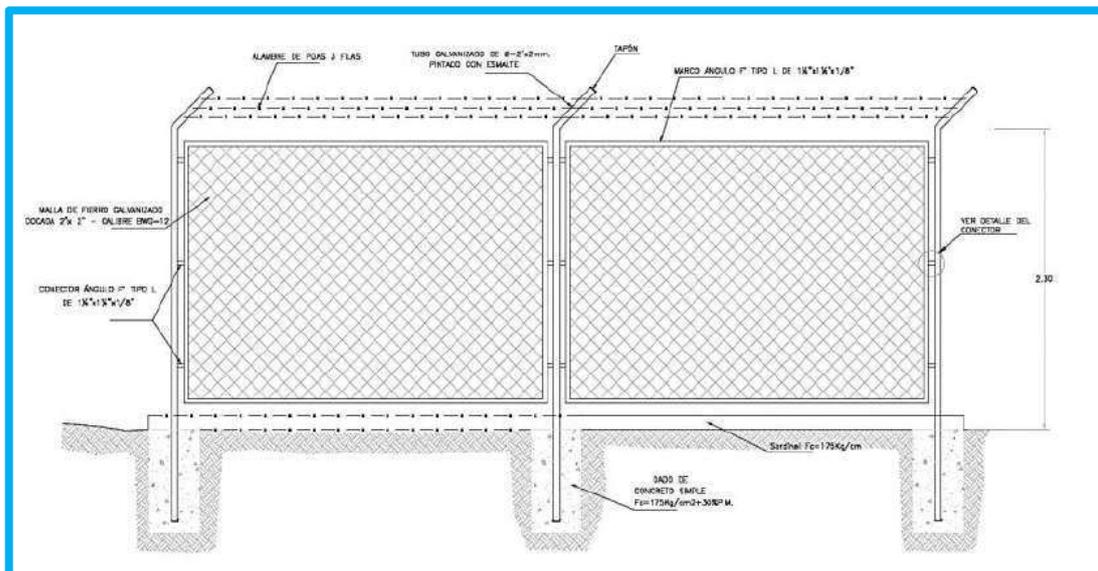
t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

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

## CERCO PERIMETRICO PARA RESERVORIO

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

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .



## LÍNEA DE ADUCCIÓN

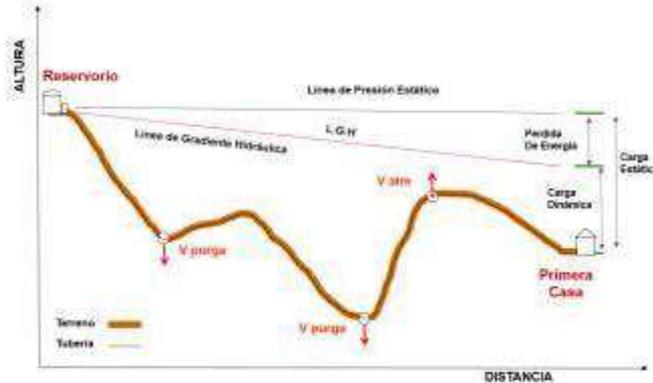
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- ✓ Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.
- ✓ En los tramos que discurren por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.
- ✓ Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- ✓ Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- ✓ Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- ✓ Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- ✓ Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- ✓ Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

### Diseño de la línea de aducción

- Caudal de diseño  
La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Q<sub>mh</sub>).
- Carga estática y dinámica  
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

Ilustración N° 03.60. Línea gradiente hidráulica de la aducción a presión.



- Diámetros  
El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de aducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales.
- Dimensionamiento  
Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
  - ✓ La línea gradiente hidráulica (L.G.H.)  
La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.
  - ✓ Pérdida de carga unitaria (h)  
Para el propósito de diseño se consideran:
    - Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2", y
    - Ecuaciones de Fair Whipple para diámetros menores a 2".

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

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

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

Donde:

- H<sub>f</sub> : pérdida de carga continua (m)
- Q : caudal en (m<sup>3</sup>/s)
- D : diámetro interior en m (ID)
- C : coeficiente de Hazen Williams (adimensional)
  - Acero sin costura C=120
  - Acero soldado en espiral C=100
  - Hierro fundido dúctil con revestimiento C=140
  - Hierro galvanizado C=100
  - Polietileno C=140
  - PVC C=150
- L : longitud del tramo (m)

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

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

Donde:

- H<sub>f</sub> : pérdida de carga continua (m)
- Q : caudal en (l/min)
- D : diámetro interior (mm)
- L : longitud (m)

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

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

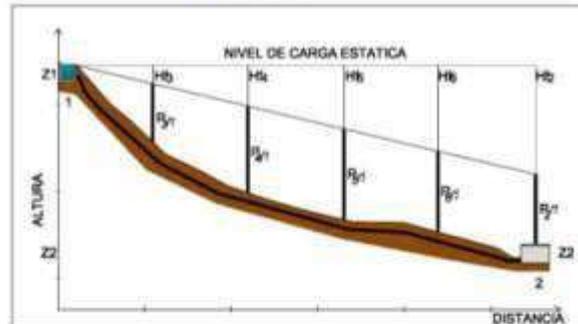
✓ **Presión**

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

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

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

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



Donde:

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

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

V : velocidad del fluido en m/s.

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

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

## CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA ADUCCIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN

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

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

$$H_t = A + H + BL$$

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

Donde:

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

A : altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)

BL : borde libre (se recomienda 40 cm)

Q<sub>mh</sub> : caudal máximo horario (l/s)

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

Donde:

D<sub>c</sub> : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

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

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

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

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

H<sub>t</sub> : altura total de agua almacenado en la CRP hasta el nivel de la tubería de rebose (cm)

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

$$t = \frac{2A_b \times H^{0,5}}{C_d \times A_o \times \sqrt{2g}}$$

Donde:

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

C<sub>d</sub> : coeficiente de distribución o de descarga de orificios circulares (0,8)

A<sub>o</sub> : área del orificio de salida (área de la tubería de la línea de conducción)

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

A<sub>b</sub> : área de la sección interna de la base (m<sup>2</sup>)

$$A_b = a \times b$$

Donde:

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

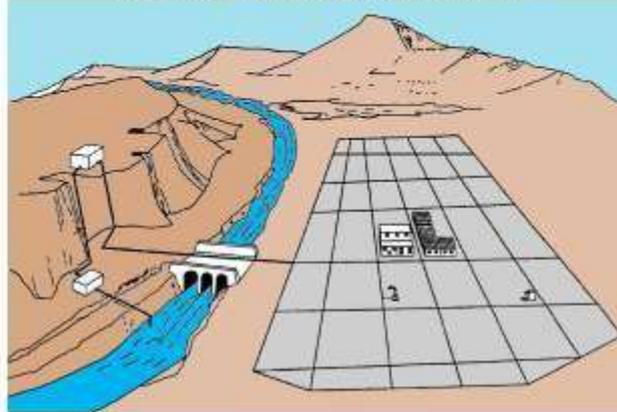
b : lado de la sección interna de la base (m)



## REDES DE DISTRIBUCIÓN

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

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



### Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

### Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

### Trazado

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

### Materiales

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

### Presiones de servicio

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

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

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

### Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

#### a. Redes malladas

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

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

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

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p \cdot P_i$$

Donde:

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

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

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

Donde:

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

$P_t$  : Población total del proyecto en hab.

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

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

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

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

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

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

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

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

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

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

#### b. Redes ramificadas

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

Donde:

- $Q_{pp}$  : Caudal máximo probable por pileta pública en l/h.
- $N$  : Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).
- $D_c$  : Dotación promedio por habitante en l/hab.d.
- $C_p$  : Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.
- $E_f$  : Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.
- $F_u$  : Factor de uso, definido como  $F_u = 24/t$ . Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

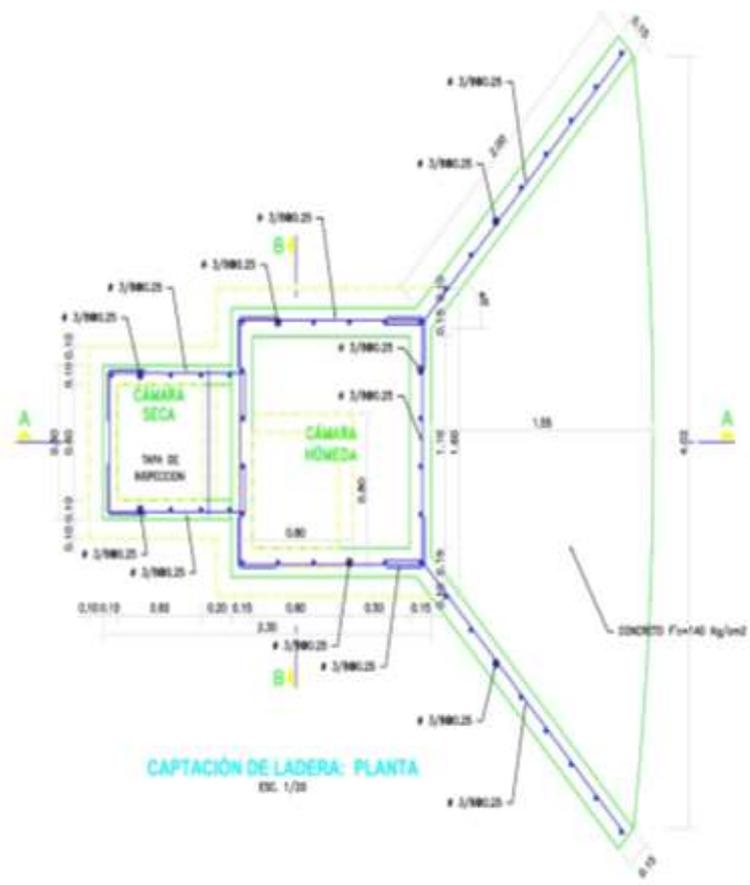
En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

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

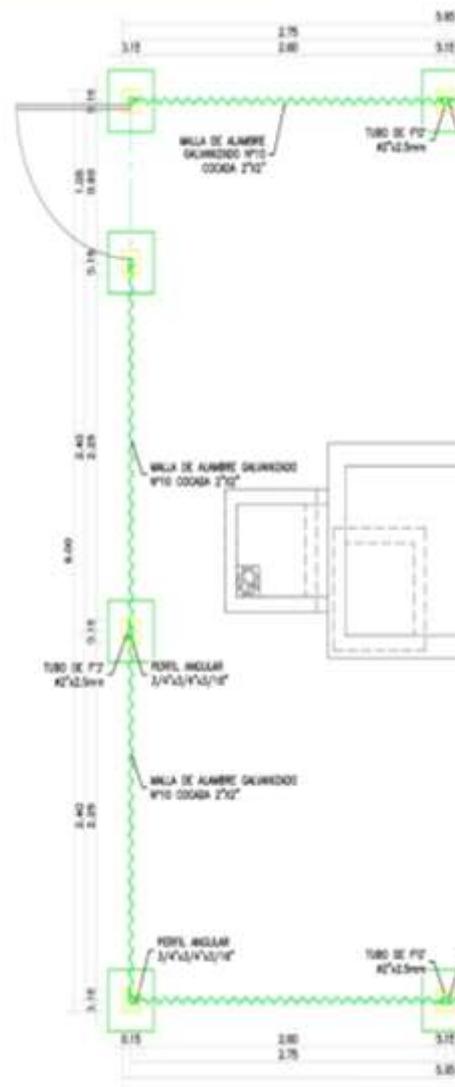
- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
  - La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
  - Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

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

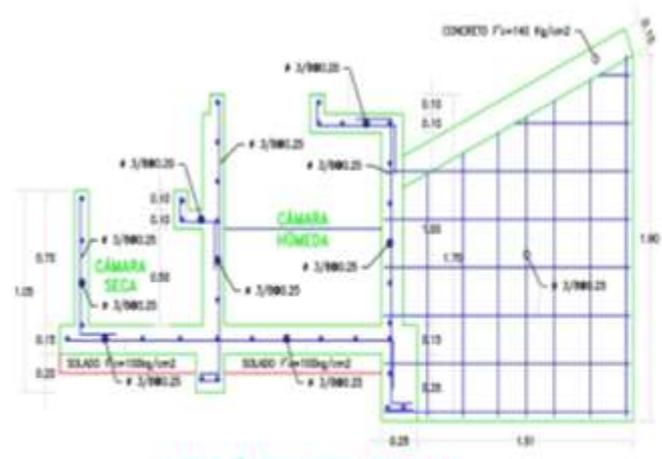
# Planos



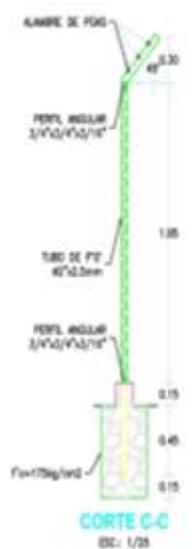
CAPTACIÓN DE LADERA: PLANTA  
ESC. 1/20



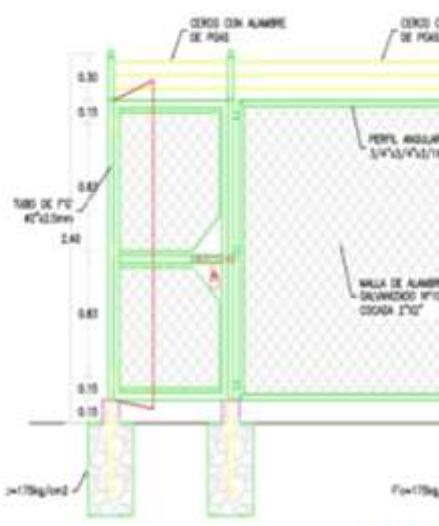
CERCO PERIFÉRICO  
ESC. 1/20



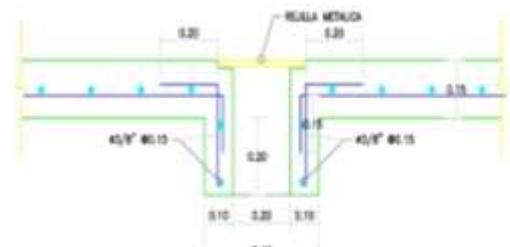
CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE A-A  
ESC. 1/20

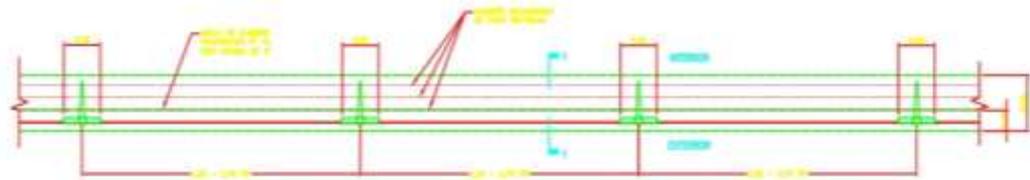


CORTE C-C  
ESC. 1/20

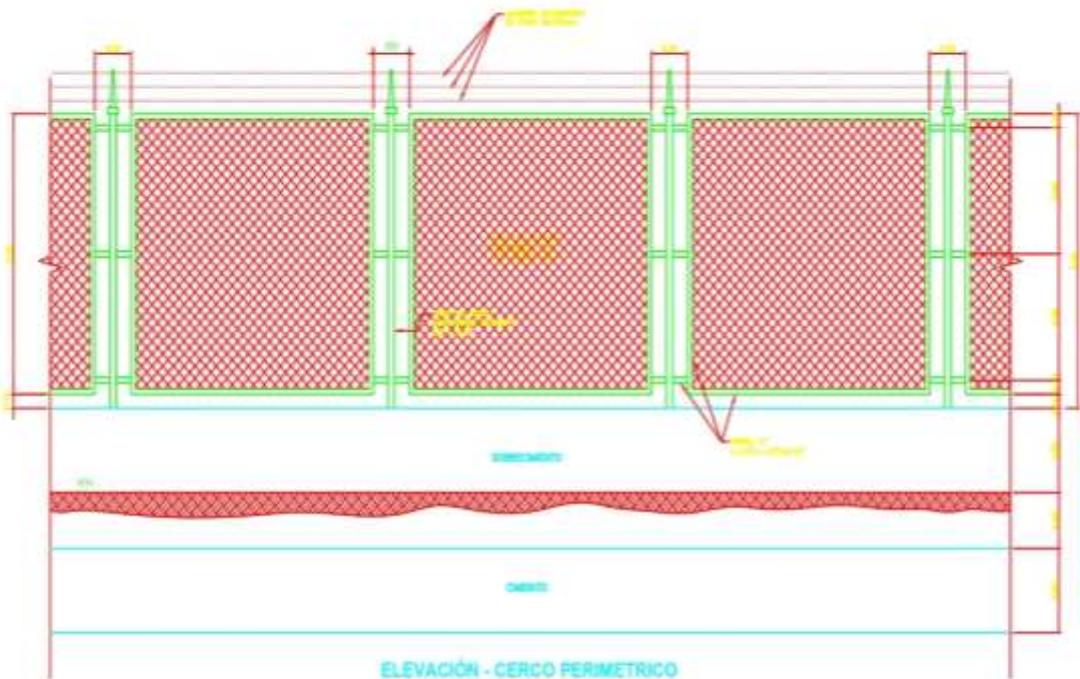


DETALLE





PLANTA - CERCO PERIMETRICO



ELEVACIÓN - CERCO PERIMETRICO

**NORMA E-990 (ESTRUCTURAS METÁLICAS)**

**SELECCIÓN Y CONTROLES DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS:**

- 1. ACEROS A EMPLEAR SON:
- 1. PLACAS DE ACERO AL CARBONO CALSIN A-24,  $F_y=4350$   $N/mm^2$
- 2. PERFILES DE ACERO CALSIN A-24,  $F_y=4350$   $N/mm^2$
- 3. ELECTRODOS E7018
- 4. PERFILES ASTM A36

**PREPARACIÓN DE TUBOS**

- 1. SE DEBE DE UN BUENO APRENDIZAJE DE LOS METODOS DE ACEPTAR NADA UN CAPAS SOLDADA CON SOLDADURA DE PENETRACION COMPLETA EN BARRIS DE MAS DE 6.35mm DE GROSOR.
- 2. EN BARRIS CON LARGOS DE MAS DE 6.35mm, NO SE ACEPTAN EMPALMES.
- 3. LOS ANCLAJES PARA PERFILES SE REALIZAN CON TALADRO Y NO SE PERMITEN REALIZADOS CON EMPALME NI PUNZON.
- 4. LAS CARTELAS Y PLACAS EN GENERAL SE CORRIAN CON SOLDADURA O WELD DE BARRIS, NO SE PERMITEN EL CORTE CON EMPALME.
- 5. LAS PARTES Y SUB COMPONENTES FABRICADOS EN TUBOS SE CORRIAN PREFER LAMPAS Y EMBARCACION DE OJOS SUPERFICIAL CON UNA MANO DE ZINCADO Y UNA MANO DE ANODIZADO (EN SUPERFICIES EXTERIORES) Y UNA MANO DE ZINCADO EN LA OTRA MANO DE APUNTA UNA NO CONCLUYO EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA.
- 6. EN EL PROCESO DE PRUEBA DE APUNTA BARRIS EN LAS SUPERFICIES SE ESTARAN EN CONCRETO CON PLACA DE OJOS.

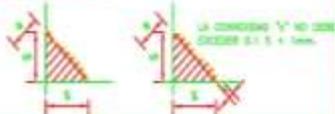
**REVISIONES**

- 1. SE UTILIZAN EL METODO DE SOLDADURA ELECTRICA MANUAL, UNA ELECTRODO PUNZON NEGATIVO, EN TODOS LOS INCISIONES DE BARRIS, TALADRO, SUPERFICIES, PUNZON Y PERFILES EN GENERAL.
- 2. PARA LA REVISION MANEJAL DE LOS CORRIOS DE SOLDADURA SE ADOPTAN EL SIGUIENTE ORDEN:

**A. PERFILES SOLDADOS**



**B. PERFILES ACERADOS**



**NOTAS IMPORTANTES**

EL DISEÑO ESTRUCTURAL ESTA CONDICIONADO PARA LOS SIGUIENTES PARAMETROS (NORMA E-990):

- 1) CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO FUNDADO = 1  $N/m^2$  EN PARAMETROS UNICOS

- Z = 0.45 (ZONA 4)
- $\gamma = 1.5$
- C = 2.5
- S = 1.15
- $\gamma_s = 1.2$  (D=2)
- R = 8 (PORTICO)

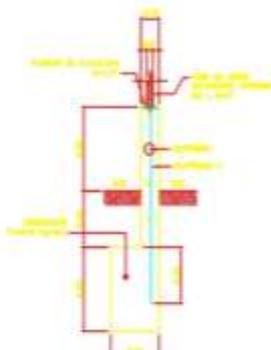
EN CASO LAS UNIDADES SON DIFERENTES EN ZONAS DENTRO AL AREA, DEBERA ADOPTARSE ADECUADAMENTE.

- 2) CONCRETO : PORTLAND TIPO I, (NORMA E-990) PARA SUELOS ADECUADOS EN CASO CONTRARIO USAR CONCRETO PORTLAND TIPO I.

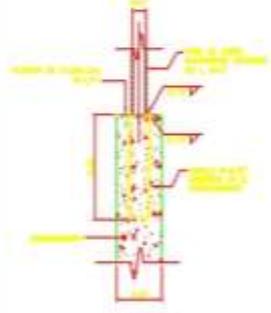
**3) RESISTENCIA DEL CONCRETO**

- $f_c = 210$   $N/mm^2$  CONCRETO ESTRUCTURAL.
- $f_c = 180$   $N/mm^2$  CONCRETO ISLADO.

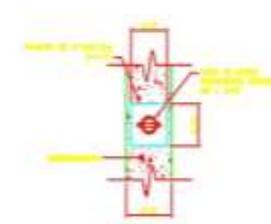
- 4) RESISTENCIA ACERO DE REFUERZO :  $f_y = 4350$   $N/mm^2$



CORTE 1-1 / CERCO PERIMETRICO



CORTE



PLANTA

DETALLE DE ANCLAJE DE TUBO Ø=2" EN SOBRECIMIENTO

Ø	h	h'	h''
1.5"	100 mm	50 mm	50 mm
2.0"	100 mm	50 mm	50 mm

DETALLE TÍPICO EN ESTR...



