

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



PROYECTO DE TESIS

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
CENTRO POBLADO CALCONGA, DISTRITO DE SUCRE,
CELENDÍN – CAJAMARCA, 2023**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO HIDRÁULICO

AUTOR:

Bach. ORNAN BAYADOLID FLORES BARBA

ASESOR:

Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

CAJAMARCA - PERÚ

2023

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** ORNAN BAYADOLID FLORES BARBA
DNI: 47659698
Escuela Profesional: Ingeniería Hidráulica
- Asesor:** Gaspar Virilo Méndez Cruz
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
EVALUACIÓN DEL SISTEMMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CALCONGA, DISTRITO DE SUCRE, CELENDÍN – CAJAMARCA, 2023
- Fecha de evaluación:** 19/08/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 19 %
- Código Documento:** Oid: 3117:484568788
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: Cajamarca, 19 de agosto de 2025



FIRMA DEL ASESOR
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

DNI: 26631950



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 19/08/2025 16:33:11-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CALCONGA, DISTRITO DE SUCRE, CELENDÍN – CAJAMARCA, 2023.*

ASESOR : *Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0540-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 26 de agosto de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **once días del mes de setiembre de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A – Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Secretario : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

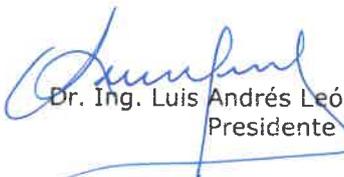
Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO CALCONGA, DISTRITO DE SUCRE, CELENDÍN – CAJAMARCA, 2023*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica *ORNAN BAYADOLID FLORES BARBA*, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *07* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *11* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *18* PTS.

Discuclio (En letras)

En consecuencia, se lo declara *Aprobado* con el calificativo de *Discuclio* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *10:30* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Presidente


Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Vocal


M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario


Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial e infinito a Dios, por darme la vida y concederme buena salud, para así poder lograr todo lo que me propuesto en ámbito personal y profesional.

Agradezco a mis padres y hermanos por haberme brindado su apoyo económico, moral y ser mi motivo de inspiración para concluir mi formación académica de pre grado.

Agradezco de manera muy especial a mi ASESOR: Dr.Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, por sus enseñanzas y por la guía brindada para concluir satisfactoriamente mi proyecto de investigación.

DEDICATORIA

A Dios, padres y hermanos por fortalecerme, guiarme y apoyarme para poder cumplir el sueño tan anhelado

Al Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, por su apoyo incondicional en mi proyecto de investigación

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | x |
| 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. | 1 |
| 1.1.1. Contextualización | 1 |
| 1.1.2. Descripción del problema | 1 |
| 1.2. Formulación del problema. | 2 |
| 1.2.1. Problema general | 2 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. | 2 |
| 1.3.1. Científica | 2 |
| 1.3.2. Técnica Práctica | 2 |
| 1.3.3. Institucional y personal | 2 |
| 1.4. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN. | 3 |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN. | 3 |
| 1.6. OBJETIVOS. | 3 |
| 1.6.1. Objetivo general | 3 |
| 1.6.2. Objetivos específicos | 3 |
| 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS. | 4 |
| 2.1.1. Internacionales | 4 |
| 2.1.2. Nacionales | 5 |
| 2.1.3. Local | 5 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS. | 6 |
| 2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potables. | 6 |
| 2.2.2. Periodos de diseño de un sistema de agua potable | 6 |
| 2.2.3. Tipos de sistemas de abastecimiento | 7 |
| 2.2.4. Bases generales para el sistema de agua potable | 7 |
| 2.2.5. Condición del sistema | 10 |
| 2.2.6. Captación | 10 |
| 2.2.6.1. Tipos de captaciones | 11 |
| 2.2.6.2. Línea de conducción | 15 |
| 2.2.6.3. Golpe de ariete en tuberías | 17 |
| 2.2.6.4. Cálculo del golpe de ariete. | 18 |
| 2.2.6.5. Reservorio | 19 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.2.6.6. | Línea de aducción | 20 |
| 2.2.6.8. | Redes de distribución | 22 |
| 2.2.6.9. | Tipos de redes de distribución | 23 |
| 2.2.6.10. | Cámara rompe presión | 24 |
| e) | Cámara rompe presión tipo 7 | 25 |
| 2.2.7. | Deterioro hidráulico | 25 |
| 2.2.7.1. | Continuidad en el abastecimiento | 26 |
| 2.2.8. | Deterioro de la calidad del agua | 26 |
| 2.2.8.1. | Turbiedad | 26 |
| 2.2.8.2. | Cloro residual | 26 |
| 2.2.8.3. | pH | 26 |
| 3. | CAPÍTULO III. VARIABLES | 27 |
| 3.1. | Definición de variables. | 27 |
| 3.1.1. | Definición conceptual de las variables | 27 |
| 3.2. | Ubicación geográfica | 27 |
| 3.3. | Accesibilidad y medios de transporte | 28 |
| 3.3.1. | Población | 28 |
| 3.3.2. | Altitud | 28 |
| 3.4. | Operacionalización de las variables. | 29 |
| 3.5. | Matriz de consistencia. | 30 |
| 4. | CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA | 31 |
| 4.1. | Tipo, nivel, diseño y método de investigación. | 31 |
| 4.1.1. | Tipo | 31 |
| 4.1.2. | Nivel | 31 |
| 4.1.3. | Diseño | 31 |
| 4.1.4. | Método | 32 |
| 4.2. | Población de estudio. | 32 |
| 4.3. | Muestra. | 33 |
| 4.4. | Unidad de análisis. | 34 |
| 4.5. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 34 |
| 4.5.1. | Técnicas | 34 |
| 4.5.2. | Instrumentos | 34 |
| 4.6. | Análisis e interpretación de datos. | 35 |
| 5. | CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 35 |
| 5.1. | Reconocimiento y evaluación descriptiva de la infraestructura | 35 |

| | |
|--|----|
| 5.1.1. Captación | 35 |
| 5.2. Caudal de ingreso en la captación | 36 |
| 5.3. Cálculo del dimensionamiento de la línea de conducción | 43 |
| 5.3.1. Cálculo de la velocidad en la tubería en la línea de conducción | 44 |
| 5.3.2. Línea de aducción | 44 |
| 5.3.3. Red de distribución | 45 |
| 5.3.4. Golpe de ariete | 46 |
| 5.4. Descripción de las partes internas de la captación Dungol | 46 |
| 5.4.1. Línea de conducción | 50 |
| 5.4.2. Cámara Rompe Presión | 51 |
| 5.4.3. Reservorio | 52 |
| 5.5. Cálculo del dimensionamiento de la línea de conducción | 61 |
| 5.5.1. Cálculo de la velocidad en la tubería en la línea de conducción | 62 |
| 5.5.2. Línea de aducción | 63 |
| 5.5.3. Red de distribución | 63 |
| 5.6. Descripción de las partes internas de la captación el Dungol | 64 |
| 5.7. Evaluación hidráulica | 67 |
| 5.7.1. Análisis de caudales en los reservorios | 67 |
| 5.7.2. Cálculo del coeficiente de variación (K2) | 70 |
| 5.7.3. Cálculo del coeficiente de variación (K1) | 72 |
| 5.7.4. Cálculo del caudal medio (Qm) | 73 |
| 5.7.5. Cálculo del caudal máximo diario (Qmd) | 73 |
| 5.7.6. Cálculo del caudal máximo horario (Qmh) | 74 |
| 5.7.7. Dotación | 79 |
| 6. CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 85 |
| 6.1. CONCLUSIONES | 85 |
| 6.2. RECOMENDACIONES | 87 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 88 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: <i>Periodo de diseño de las estructuras hidráulicas</i> | 7 |
| Tabla 2: <i>Dotación de agua según forma de disposición de excretas</i> | 8 |
| Tabla 3: <i>Dotación de agua para centros educativos</i> | 8 |
| Tabla 4: <i>Dotación de agua para centros educativos</i> | 10 |
| Tabla 5: <i>Determinación del volumen de almacenamiento</i> | 20 |
| Tabla 6: <i>vías de acceso a la zona de estudio</i> | 28 |
| Tabla 7: <i>Operacionalización de las variables de investigación.</i> | 29 |
| Tabla 8: <i>Matriz de consistencia de la investigación.</i> | 30 |
| Tabla 8: <i>Conexiones domiciliarias en el centro poblado de Calconga</i> | 32 |
| Tabla 9: <i>Caudal de aforo método volumétrico</i> | 36 |
| Tabla 10: <i>Dimensiones de la cámara húmeda</i> | 38 |
| Tabla 11: <i>Presiones dinámicas tomadas en viviendas del sector de la captación la Cota</i> .. | 45 |
| Tabla 12: <i>Caudal de las captaciones en periodos de estiaje y lluvias.</i> | 50 |
| Tabla 13: <i>Características de la tubería de la línea de conducción</i> | 51 |
| Tabla 14: <i>Ubicación de las CRP-T6 en el sistema de abastecimiento</i> | 51 |
| Tabla 15: <i>aforo en las captaciones en periodos de estiaje</i> | 54 |
| Tabla 16: <i>aforo en la captación en periodos de lluvias.</i> | 55 |
| Tabla 17: <i>Dimensiones de la cámara húmeda</i> | 57 |
| Tabla 18: <i>Presiones dinámicas tomadas en viviendas durante las horas de máximo consumo para el sector de la captación Dungol</i> | 64 |
| Tabla 19: <i>Datos para el cálculo del área de reservorio</i> | 67 |
| Tabla 20: <i>Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R1) circular</i> | 68 |
| Tabla 21: <i>Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R1) circular</i> | 69 |
| Tabla 22: <i>Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R2) Rectangular.</i> | 69 |
| Tabla 23: <i>Coefficiente de variación K2 para el reservorio Rectangular (R2)</i> | 70 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24: <i>Coficiente de variación K2 para el reservorio Circular (R1)</i> | 71 |
| Tabla 25: <i>Coficiente de variación K1 para el reservorio Circular (R1)y Rectangular (R2)</i> | 72 |
| Tabla 26: <i>Resumen del Qm para los reservorios Circular (R1) y Rectangular (R2)</i> | 73 |
| Tabla 27: <i>Resumen del Qm, Qmd y Qmh para los reservorios Circular(R1) y Rectangular (R2)</i> | 74 |
| Tabla 28: <i>Resumen de los coeficientes de variación para los reservorios Circular(R1) y Rectangular (R2)</i> | 74 |
| Tabla 29 : <i>Consumo del día de máximo de consumo durante la semana</i> | 75 |
| Tabla 30: <i>Consumo del día de máximo de consumo durante la semana</i> | 76 |
| Tabla 31: <i>Calculo del volumen de equilibrio del reservorio Circular</i> | 77 |
| Tabla 32: <i>Calculo del volumen de equilibrio del reservorio Rectangular</i> | 78 |
| Tabla 33: <i>Reporte de presiones en los nodos para el reservorio circular</i> | 80 |
| Tabla 34: <i>Reporte de presiones en los nodos para el reservorio rectangular</i> | 81 |
| Tabla 35: <i>Reporte de resultados de caudales en la red de distribución para el reservorio circular</i> | 82 |
| Tabla 36: <i>Reporte de resultados de caudales en la red de distribución para el reservorio rectangular</i> | 83 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: <i>Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable</i> | 6 |
| Figura 2: <i>Captación de agua subterránea</i> | 11 |
| Figura 3: <i>Partes de la captación de ladera</i> | 11 |
| Figura 4: <i>Determinación del ancho de pantalla</i> | 13 |
| Figura 5: <i>Altura de la captación</i> | 13 |
| Figura 6: <i>Dimensionamiento de la canastilla</i> | 14 |
| Figura 7: <i>Línea de conducción</i> | 15 |
| Figura 8: <i>Presiones de trabajo para diferentes clases de tuberías de PVC</i> | 16 |
| Figura 10: <i>Tipos de redes de distribución</i> | 22 |
| Figura 11: <i>Sistema de red abierto o ramificado</i> | 23 |
| Figura 12: <i>Sistema de red cerrada</i> | 24 |
| Figura 13: <i>Cámara rompe presión tipo 6</i> | 25 |
| Figura 14: <i>Cámara rompe presión tipo 7</i> | 25 |
| Figura 15: <i>Mapa del Perú y región de estudio</i> | 27 |
| Figura 16: <i>Imagen satelital del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín</i> | 33 |
| Figura 17: <i>Aforo en la captación en épocas de estiaje - Captación la Cota</i> | 36 |
| Figura 18: <i>comparación del aforo mediante AFORCS</i> | 37 |
| Figura 19: <i>vista de la cámara húmeda de la captación</i> | 38 |
| Figura 20: <i>Distribución de los orificios en la cámara húmeda- captación la Cota</i> | 40 |
| Figura 21: <i>Altura total en la cámara húmeda</i> | 41 |
| Figura 22: <i>longitud de la canastilla y cantidad de ranuras</i> | 42 |
| Figura 23: <i>Aforo en la captación en el mes épocas de estiaje - Captación el Dungol</i> | 47 |
| Figura 24: <i>Dado de protección y tubería de rebose en mal estado</i> | 48 |
| Figura 25: <i>Imagen de la captación la Dungol</i> | 48 |
| Figura 26: <i>Deterioro estructural de la captación Dungol</i> | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 27: <i>Imagen de la cámara húmeda de la captación la Dungol.....</i> | 49 |
| Figura 28: <i>Imagen de la captación Dungol con agrietamientos</i> | 50 |
| Figura 29: <i>Imagen de la cámara rompe presión T6 N°1 de la captación Dungol.....</i> | 51 |
| Figura 30: <i>Imagen de la cámara rompe presión T6 N°2 de la captación.....</i> | 52 |
| Figura 31: <i>Imagen del reservorio rectangular de la captación la Cota</i> | 53 |
| Figura 32: <i>Caja de válvulas del reservorio de la captación Dungol</i> | 53 |
| Figura 33: <i>Caseta de cloración del reservorio la Dungol</i> | 54 |
| Figura 34: <i>comparación de los aforos mediante el programa AFORCS</i> | 55 |
| Figura 35: <i>comparación de los aforos mediante el programa AFORCS</i> | 56 |
| Figura 36: <i>altura de la pantalla</i> | 60 |
| Figura 37: <i>longitud de la canastilla y cantidad de ranuras</i> | 61 |
| Figura 38: <i>Imagen del reservorio de la captación Dungol</i> | 66 |
| Figura 39: <i>Caja de válvulas del reservorio de la captación Dungol</i> | 66 |
| Figura 40: <i>Tubo de rebose del reservorio de la captación Dungol</i> | 66 |

INDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 01: <i>Gráfico de consumo del reservorio rectangular</i> | 76 |
| Gráfico 02: <i>Gráfico de consumo del reservorio circular</i> | 77 |
| Gráfico 03: <i>Curvade consumo del reservorio rectangular</i> | 78 |
| Gráfico 04: <i>Curva de consumo del reservorio circular</i> | 79 |

INDICE DE FOTOS

| | |
|--|-----|
| Fotografía 1: <i>dados de concreto en mal estado de la captación la cota</i> | 97 |
| Fotografía 2: <i>deterioro estructural de la captación la cota</i> | 97 |
| Fotografía 3: <i>reservorio de las captaciones la cota</i> | 98 |
| Fotografía 4: <i>aforo en el reservorio de la captación la cota</i> | 98 |
| Fotografía 5: <i>caseta de cloración del reservorio de la captación la cota</i> | 98 |
| Fotografía 6: <i>tubería de rebose sin dados de protección de la captación Dungol</i> | 99 |
| Fotografía 7: <i>aforo en el reservorio de la captación Dungol</i> | 99 |
| Fotografía 8: <i>tubería de línea de conducción de la captación el Dungol sin enterrar</i> | 100 |
| Fotografía 9: <i>cámara de control con fugas de agua del reservorio de la captación Dungol</i> | 100 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basó fundamentalmente en la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, donde es evidente el deterioro estructural de las captaciones puesto que ya que cumplieron con la vida útil y el abandono del sistema pues no se le da un mantenimiento adecuado por parte de las autoridades del centro poblado, por ello se realizó un estudio del sistema partiendo de cálculos de los caudales a partir de la toma de datos de los dos reservorios existentes. Los resultados obtenidos en esta investigación es que la captación la Cota cuenta con 28 años de funcionamiento y la captación Dungol con más de 20 años de funcionamiento y ambas captaciones no han sido mejoradas, el reservorio circular cuenta con 28 años de funcionamiento y el reservorio Rectangular con más de 20 años, los caudales obtenidos para este sistema y cada captación son los siguientes: para reservorio circular (R1) $Q_m = 0.72 l/s$, $Q_{mh} = 1.49 l/s$, $Q_{md} = 0.74 l/s$, $K_1 = 1.029$ y $K_2 = 2.07$, para reservorio Rectangular (R) $Q_m = 0.42 l/s$, $Q_{mh} = 0.95 l/s$, $Q_{md} = 0.43 l/s$, $K_1 = 1.014$ y $K_2 = 2$. También se encontraron presiones dinámicas desde los 2.11 hasta 51.12 m columna de agua para el reservorio Circular y presiones dinámicas desde los 5.90 hasta 30.10 m columna de agua para el reservorio Rectangular, pero el reglamento nacional de edificaciones (RNE) hace la recomendación que las presiones debe de ser como mínima 10m columna de agua, en el modelamiento que se realizó se obtuvo 51 nodos para la red que abastece del reservorio rectangular y 54 nodos para el reservorio circular.

Para el mantenimiento y la operación del sistema está a cargo de la JASS del centro poblado, pero no se le da mantenimiento y las autoridades como el ATM no se hace presente para brindar un mantenimiento adecuado del sistema, es por ello que los pobladores están en total desacuerdo con la gestión administrativa.

Palabras claves: evaluación del sistema de agua potable, variaciones de consumo, presión dinámica.

ABSTRACT

This research work was based fundamentally on the hydraulic evaluation of the drinking water supply system of the Calconga population center, where the structural deterioration of the intakes is evident since they have already fulfilled their useful life and the abandonment of the system because it is not given adequate maintenance by the authorities of the population center, therefore a study of the system was carried out based on calculations of the flow rates from the data collection of the two existing reservoirs. The results obtained in this investigation are that the Cota intake has been in operation for 28 years and the Dungol intake for more than 20 years and both intakes have not been improved, the circular reservoir has been in operation for 28 years and the rectangular reservoir for more than 20 years, the flow rates obtained for this system and each intake are the following: for circular reservoir $Q_m = 0.72\text{l/s}$ $Q_{mh} = 1.49\text{ l/s}$, $Q_{md} = 0.74\text{l/s}$, $K_1 = 1.029$ y $K_2 = 2.07$, for rectangle reservoir (R) $Q_m = 0.42\text{ l/s}$ $Q_{mh} = 0.95\text{l/s}$, $Q_{md} = 0.43\text{l/s}$, $K_1 = 1.014$ y $K_2 = 2..$ Dynamic pressures from 5.90 to 30.10 m of water column were also found for the rectangular reservoir and dynamic pressures from 2.11 to 51. 12 m of water column for the Rectangular Circular reservoir, but the National Building Regulations (RNE) recommends that the pressures should be at least 10m of water column. In the modeling that was carried out, 51 nodes were obtained for the network that supplies the rectangular reservoir and 54 nodes for the circular reservoir.

The JASS of the town is in charge of the maintenance and operation of the system, but it is not maintained and authorities such as the ATM are not present to provide adequate maintenance of the system, which is why the residents are in total disagreement with the administrative management.

Keywords: evaluation of the drinking water system, consumption variations, dynamic pressure.

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. Contextualización

En la región de Cajamarca, existen dificultades en el suministro de agua potable, ya que solo el 64 % de la población tiene acceso al servicio en sus hogares. Además, solo el 54.9 % de los hogares pobres pueden acceder a saneamiento mediante la red pública. Estas limitaciones se deben en gran parte a la lejanía y dispersión geográfica de las comunidades, centros poblados y anexos en la región. Esta situación puede dar lugar a sistemas de agua inadecuados o incluso a la falta de acceso a fuentes seguras de agua potable, lo que impacta directamente en la salud y calidad de vida de los habitantes (Hernández, 2019).

La investigación se centrará en identificar posibles riesgos y deficiencias en diferentes aspectos del sistema, incluyendo el sistema de tratamiento del agua, la infraestructura de distribución y la gestión del recurso hídrico en el centro poblado Calconga, ubicado en el distrito de Sucre, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, asegurando un acceso equitativo a este recurso vital para todos los habitantes.

1.1.2. Descripción del problema

En el sistema de agua potable en el centro poblado de Calconga, presenta diferentes problemas a nivel de infraestructura como en el servicio que brinda este sistema, ya que fue construido hace 30 años. Debido a las diferentes condiciones climáticas este sistema está deteriorado y también por el aumento de población el sistema fue ampliado con la construcción de 2 captaciones adicionales a la principal que también está en mal estado puesto que fue construido hace 20 años.

Dicho sistema de agua potable del centro poblado Calconga brinda servicio de agua potable aproximadamente las 24 horas del día en tiempos de lluvias y en tiempos de estiaje brinda aproximadamente 10 horas al día.

Uno de los aspectos desfavorables del sistema de agua potable de dicho centro poblado es que las cisternas para cloración están en mal estado, además de ellos en uno de los reservorios la salida del reboce no cuenta con dados de protección ya que se encontró animales como sapos en la cámara húmeda y alrededor del tubo de reboce.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

El tiempo de vida útil del sistema de agua potable del centro poblado Calconga ha colapsado

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

1.3.1. Científica

En la presente investigación consiste en realizar un estudio detallado de los sistemas de agua potable del centro poblado de Calconga, para ello se hizo un estudio para verificar los caudales de consumo.

En el centro poblado de Calconga, constantemente está en un crecimiento por lo que necesitan más agua potable para su consumo, pero en dicho centro poblado existe una problemática muy grande y es el acceso al recurso hídrico, pues se notó que el agua es turbia generando problemas de salubridad en los pobladores. Para ello es necesario realizar un estudio con la finalidad de mejorar el servicio para la población.

1.3.2. Técnica Práctica

La tesis será desarrollada comprendiendo una justificación práctica pues, con la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Calconga se buscará ofrecer un diagnóstico certero de la condición del sistema a fin de proporcionar la información necesaria a las autoridades correspondientes y puedan tomar las medidas necesarias, asegurando la continuidad de este servicio fundamental para esta población.

1.3.3. Institucional y personal

Estos trabajos de investigación relacionados a la evaluación de los sistemas de agua potables, está directamente relacionado con la ingeniería hidráulica, y la universidad nacional de Cajamarca al tener dentro de la facultad de ingeniería a la escuela profesional de ingeniería hidráulica compromete más solucionar problemas de esta índole.

1.4. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación tiene como delimitación espacial al centro poblado de Calconga, en el distrito de Sucre, en la provincia de Celendín, en la región Cajamarca de coordenadas UTM 17S 814242 E y 9224281 N, y como delimitación temporal de 10 meses.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las principales limitaciones que se tendrán en la presente investigación apuntan al acceso a determinados componentes del sistema como las tuberías de las líneas de conducción, aducción y redes de distribución, lo que podría dificultar la obtención de datos y por consecuencia retrasar la determinación de la condición de los mismos. Asimismo, es posible tener cierta dificultad con la población usuaria, al hacer su participación en la encuesta y para tomar mediciones manométricas en sus domicilios.

1.6. OBJETIVOS.

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, provincia de Celendín - Cajamarca

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Describir los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca
- b) Estimar el caudal actual de cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca
- c) Evaluar la infraestructura cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca
- d) Analizar y describir las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.

2.1.1. Internacionales

(Cabezas, F. 2022), en su tesis “Estudio y diseño de la red de agua potable para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las fumarolas parroquia Calpi del cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo en Ecuador” como resultado del estudio, determinó que la parroquia de Capi tiene una población de 6469 habitantes. En términos de topografía, presenta un terreno irregular. La fuente de captación de agua es un manantial en una pendiente, con un caudal de 0.88 L/s. Los resultados del análisis del agua indicaron, que el agua de la vertiente conocida como Mercedes de Tus estaban en perfectas condiciones para ser consumida por humanos, aunque era necesario desinfectarla debido a la contaminación en su conducción. En relación a la mejora del diseño de la red de agua potable, propuso un periodo de diseño de 25 años, ya que las tuberías de PVC tienen una vida útil de 25 años. Estimó una población de diseño de 255 habitantes y obtuvo un caudal máximo diario de 0.84 L/s, así como un caudal máximo horario de 1.32 L/s. En la captación, el caudal fue de 2.89 L/s, mientras que en la línea de conducción utilizó un caudal de 3.12 L/s y un diámetro de tubería de 44.15 mm.

(Medina, L. 2022), en su tesis titulada "Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, cantón Pastaza, provincia de Pastaza". Como resultado encontró que la comunidad Las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, contaba con un sistema de agua entubada construido de manera informal, el cual abastecía a más de 20 familias. Sin embargo, los componentes del sistema estaban obsoletos, la captación no cumplía en dar servicio, debido a su vulnerabilidad a deslizamientos, el tanque de almacenamiento había sufrido un deslizamiento de tierra y las tuberías estaban dañadas por la exposición. Propuso una nueva captación con un periodo de diseño de 25 años. Para ello, se utilizaron tuberías de PVC con una vida útil de 25 años, considerando una tasa de crecimiento poblacional de $r=7.67\%$ y una población actual de 27 familias.

2.1.2. Nacionales

(Chancasanampa, W. 2019), en su tesis "Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el anexo Tulturi - distrito de Moya – Huancavelica - 2019". Como resultado, determinó que en la captación del anexo de Tulturi carece de cerco perimétrico debido a ser una captación de manantial, lo cual permite el acceso de personas y animales. Es notoria también la falta de operación y mantenimiento, por lo que determinó que el agua del manantial no es apta para el consumo humano, ya que no cumple con los requisitos mínimos establecidos por la norma OS.010 de captación y conducción de agua para consumo humano. El manantial abastece al anexo de Tulturi con un caudal de 0.44 l/s, lo cual es suficiente para abastecer a la comunidad, cuenta con una antigüedad de 20 años, el tipo de captación fue de aguas subterráneas provenientes de un manantial y el estado de operación y mantenimiento clasificado como "malo".

(Herrera, M. 2019), dentro de su tesis titulada "Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Huancapampa, distrito Recuay, provincia de Recuay, región de Áncash, agosto de 2019". Como resultado de la evaluación, encontró que la cobertura del servicio de agua potable obtuvo una calificación de 4 puntos, lo cual consideró "bueno", debido a que las 83 familias del centro poblado Huancapampa tienen acceso al servicio. Sin embargo, en cuanto a la cantidad de agua, la calificación fue de 2 puntos, lo que indicó una calidad "mala", debido a que el caudal era de 1.56 l/s y durante épocas de sequía disminuye a 1.02 l/s.

2.1.3. Local

(Arrisvaplata, M. 2023), en su tesis "Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Pariapuquio, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca y su incidencia en la condición sanitaria - 2020." La evaluación que hizo, en el caserío de Pariapuquio mostró que la captación de agua contaba con una estructura de concreto que tenía 22 años de antigüedad y se mostraba en un estado "regular". La línea de conducción, que tiene una longitud de 50 metros y estaba compuesta por tuberías de PVC de 2.00 pulgadas y clase 7.50, presentaba un estado "bajo". El reservorio carecía de estructura y caseta de cloración, por lo que también tenía un estado "regular". La línea de aducción, de 40 metros de longitud y tuberías de PVC de 2.00 pulgadas y clase 7.50, también evidenciaba un estado "bajo". Por último, la red de distribución mostraba un estado "regular".

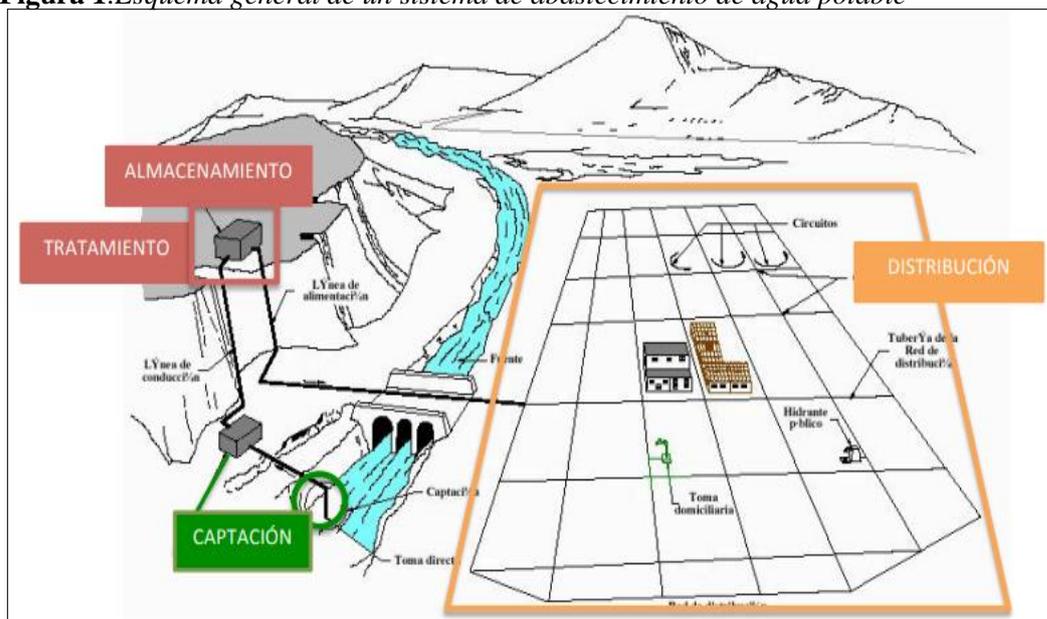
2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potables.

Un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable es creado para conducir suficiente agua a presiones adecuadas desde una fuente de suministro (embalse, río, lago, sistemas existentes) hasta los consumidores finales.(Veronica,A. 2012-2013).

En cualquier desarrollo ya sea urbano o rural es necesario tomar en cuenta como prioridad fundamental el abastecimiento de agua potables, pues es una necesidad que presenta muchos problemas para el crecimiento de una población. También denominaremos a un sistema de abastecimiento de agua potable con un conjunto de instalaciones de tuberías y accesorios que son destinados a conducir el líquido vital para una determinada población para satisfacer las diferentes necesidades.

Figura 1:Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable



Fuente: Red de abastecimiento (2001).

2.2.2. Periodos de diseño de un sistema de agua potable

Los periodos de diseño de los diferentes componentes de un sistema abastecimiento de agua potable se determinan considerando algunos de los siguientes factores.

- Vida útil
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura
- Crecimiento poblacional

Los periodos maximos recomendados para algunos de los componentes son los siguientes.

Tabla 1: *Periodo de diseño de las estructuras hidráulicas*

| <i>Estructura</i> | <i>Periodo de diseño</i> |
|---|--------------------------|
| Fuente de abastecimiento | 20 años |
| Obra de captación | 20 años |
| Reservorio | 20 años |
| Línea de conducción, aducción, impulsión y distribución | 20 años |
| UBS (arrastre hidráulico, compostera y zona inundable) | 10 años |

Fuente: *Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento*

2.2.3. Tipos de sistemas de abastecimiento

Las fuentes de agua representan el elemento esencial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de realizar cualquier procedimiento es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. Por la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, como también por la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas de abastecimiento: los sistemas de gravedad y los de bombeo (Agüero, W. 997).

2.2.4. Bases generales para el sistema de agua potable

a) Disponibilidad de agua para consumo humano

Se refiere a la dotación de agua que debe considerarse según la forma seleccionada para la disposición sanitaria de excretas, siendo esta de 30 l/hab.d (agua de lluvia), entre 50 y 70 l/hab.d (opción tecnológica con disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico), entre 80 y 100 l/hab.d (opción tecnológica con disposición sanitaria de excretas con arrastre hidráulico), asimismo incluye la posibilidad de que la familia posea un pozo de agua dentro de su propiedad adicional a la forma de abastecimiento determinada por el proyecto de saneamiento rural. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Tabla 2:Dotación de agua según forma de disposición de excretas

| DOTACION en Lt/Hab.día | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Region | Sin arrastre hidraulico | Con arrastre hidraulico |
| Costa | 60 | 90 |
| Sierra | 50 | 80 |
| Selva | 70 | 100 |

Fuente: (MVCS, 2018)

b) Dotacion en instituciones educativas

La dotación para instituvciones educativas en las diferentes zonas ruales son las siguientes:

Tabla 3:Dotación de agua para centros educativos

| DOTACION en Lt/Alum.día | |
|---|-------------------------|
| Descripcion | Sin arrastre hidraulico |
| Educacion primaria e inferior (sin residencia) | 20 |
| Educacion secundaria e superior (sin residencia) | 25 |
| Educacion general (con residencia) | 50 |

Fuente: (MVCS, 2018, pág. 31).

$$Q_m = \frac{p \cdot D}{86400} \dots(\text{ec.1})$$

Despejando la dotación obtenemos

$$D = \frac{Q_m \cdot 86400}{p} \dots(\text{ec.2})$$

c) Variaciones de consumo

Para brindar el servicio eficiente de agua a la comunidad, es indispensable que cada una de los componentes del sistema cubran con las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de modo que las cifras de consumo y variaciones, no descompongan el sistema, sino que permitan un eficiente y continuo servicio de agua (Aguero, W. 1997).

- **Consumo maximo diario (Q_{md})**

Es el caudal de agua del día de máximo consumo en el año, en caso de no existir registros de consumos reales en la localidad donde se realizará el proyecto; se debe asumir un K1 igual a 1.3 del consumo promedio diario anual (MVCS, 2018)

$$Q_{md} \left(\frac{Lt}{s} \right) = (K_1 * Q_p) \quad \dots\dots(ec.03)$$

Donde :

- K_1 : coeficiente de consumo diario
- Q_p : caudal promedio diario anual $\left(\frac{1}{s} \right)$

- **Consumo maximo horario (Q_{mh})**

Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año. En caso de no existir datos reales se debe considerar un k2 igual a 2.0 del consumo promedio diario anual (MVCS, 2018).

$$Q_{mh} \left(\frac{Lt}{s} \right) = (K_2 * Q_p) \quad \dots\dots(ec.04)$$

- K_2 : coeficiente de consumo diario
- Q_p : caudal promedio diario anual $\left(\frac{1}{s} \right)$

- **Consumo promedio diario anual (Q_m)**

Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.

$$Q_p \left(\frac{Lt}{s} \right) = \frac{(Dot * P_d)}{86400} \quad \dots\dots(ec.05)$$

- Dot : dotacion en $\frac{Lt}{Hab * dia}$
- P_d : poblacion de diseño en habitantes

- **Coefficiente de variacion diaria (k1)**

El k1 es la relacion que se da entre el caudal maximo diario con el caudal promedio diario.

$$k1 = \frac{(Q_{md})}{Q_p} \quad \dots\dots(ec.06)$$

- **Coefficiente de variacion horaria (k2)**

El k2 es la relacion que se da entre el caudal maximo horario con el cuadal primedio horario.

$$k1 = \frac{(Qmh)}{Qp} \dots\dots(ec.07)$$

Tabla 4:*Dotación de agua para centros educativos*

| <i>RANGO</i> | <i>Qmd(Real)</i> | <i>SE DISEÑA CON</i> |
|--------------|------------------------|----------------------|
| 1 | < de 0,50l/s | 0,50 l/s |
| 2 | 0,50 l/s hasta 1,0 l/s | 1,0 l/s |
| 3 | > de 1,0 l/s | 1,5 l/s |

Fuente: Norma Técnica de Diseño (MVCS , 2018)

2.2.5. Condición del sistema

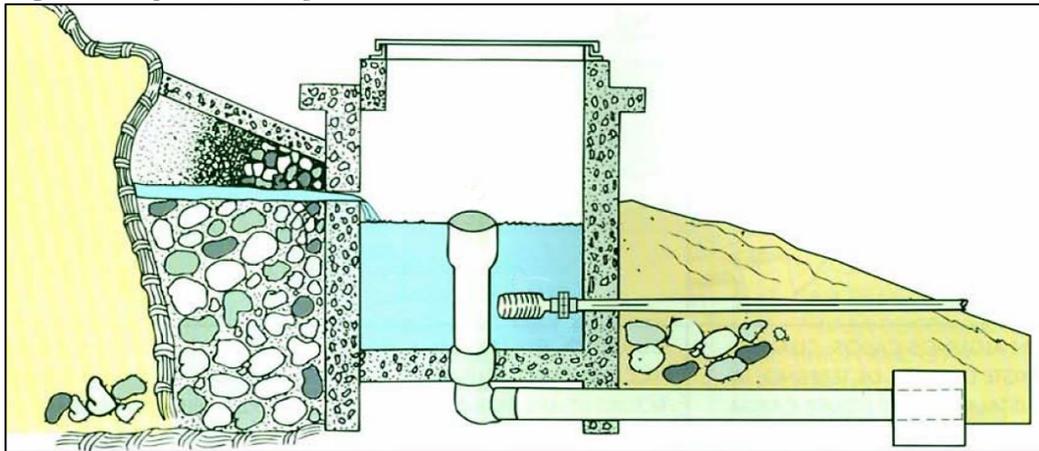
La condición del sistema de abastecimiento de agua potable, es determinada a través de la evaluación realizada sobre tres tipos de deterioros que pueden identificarse en los sistemas de mayor antigüedad y que, a pesar de ello, siguen suministrando de agua a miles de familias en el Perú (MVCS, 2014).

Debido a que estos sistemas dependen de una gran cantidad de componentes, es necesario separar los tipos de deterioro que pueden identificarse en cada caso llegando además, a tener subcategorías en cada uno de estos parámetros. En esa línea, en los ítems expuestos a continuación se explican los tipos de deterioros para la evaluación de sistemas de abastecimiento de agua potable y los componentes evaluados.

2.2.6. Captación

Estructura construida recibe la emergencia del agua. Esto se realiza en respuesta a la presión que sufren las fuentes tradicionales de agua debido al crecimiento poblacional, la sequía y otros factores(Mejía, 2019).

Figura 2: Captación de agua subterránea.



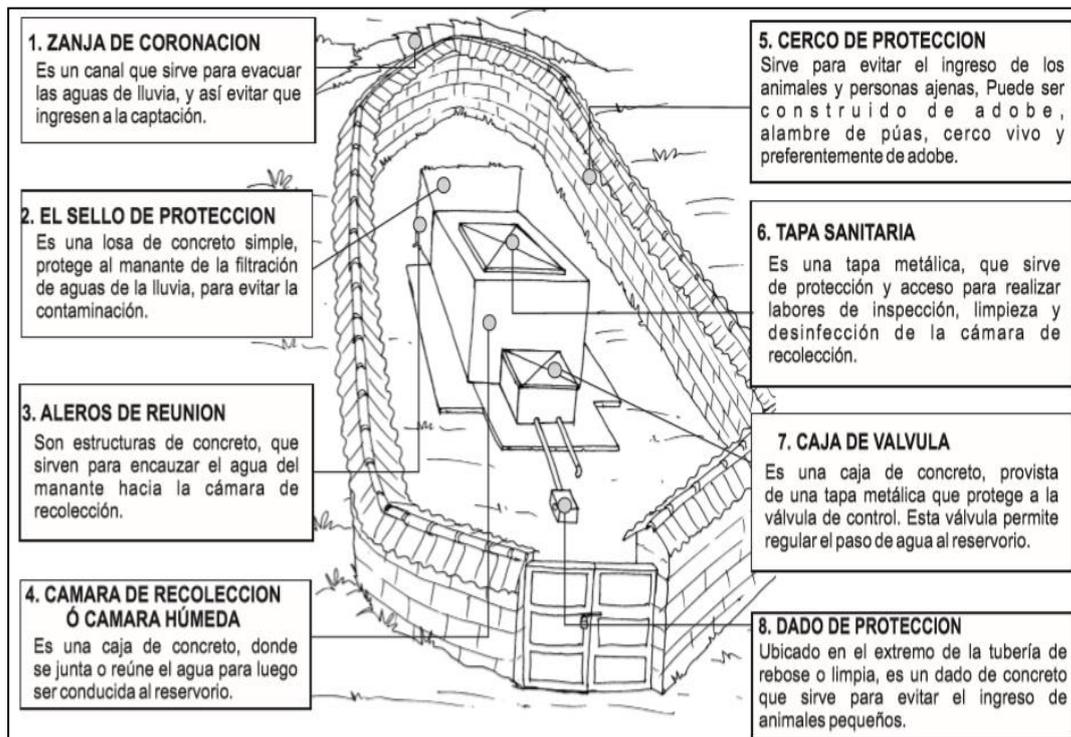
Fuente: CARE-PERÚ (2001).

2.2.6.1. Tipos de captaciones

a) Captación de ladera

Un sistema de captación de manantiales recoge agua que fluye horizontalmente desde una pendiente. Esta agua viene del subsuelo. Para una mejor calidad del agua, se recomienda utilizar agua de manantial porque es más limpia. Un sistema de captación tiene tres partes: la primera parte protege la apertura del manantial, la segunda es una cámara húmeda para controlar el flujo de agua y la tercera es una cámara seca que ayuda a proteger la válvula de control.

Figura 3: Partes de la captación de ladera



Fuente: SANBASUR-PERÚ (2008).

– **Criterios de diseño:**

para diseñar una captación de ladera es necesario hacer obtener el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro del orificio de entrada a la cámara húmeda se suficiente para captar el caudal con estos se puede realizar el diseño de: Norma Técnica de Diseño (MVCS , 2018):

- Distancia entre el afloramiento y la camara
- Ancho de pantalla
- Area del orificio
- Altura de la camara humeda

– **Determinación del ancho de pantalla :**

para determinar el ancho de pantalla esta se calcula de acuerdo a las carracteristicas del afloramiento, para que con esta condicion pueda captar totalmente el caudal.

Para ello se utiliza la siguiente ecuación matematica:

$$Q_{max} = v * Cd * \dots (ec.08)$$

$$A = \frac{Q_{max}}{v * Cd} \dots(ec.09)$$

$$v = Cd * \sqrt{2gH} \dots(ec.10)$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \dots(ec.11)$$

Donde:

v : velocidad

Cd : coeficiente de descarga (valores 0.6 a 0.8)

Q_{max} : Gasto maximo

H :carga sobre el centro del orificio (valores entre 0.40m y 0.50m)

g : aceleración de la gravedad

D : diametro

para la velocidad de paso (v) se asume un valor de 0.6m/s el cual es el maximo valor en la entrada de la tuberia.

– **Cálculo del número de orificios en la pantalla**

Para determinar la cantidad de orificios que debe tener la pantalla se utiliza la siguiente ecuación.

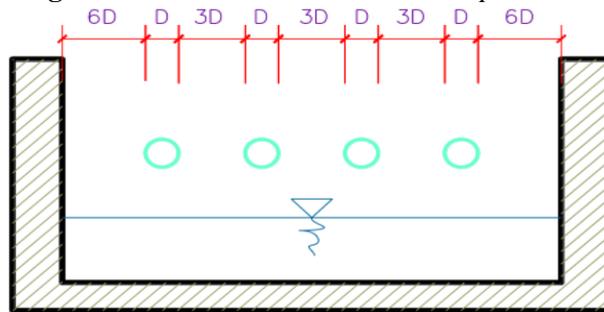
$$N^{\circ}orif. = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 \quad \dots(ec.12)$$

Donde :

Dt: Área del diametro teórico

Da: Área del diametro asumido

Figura 4: Determinación del ancho de pantalla



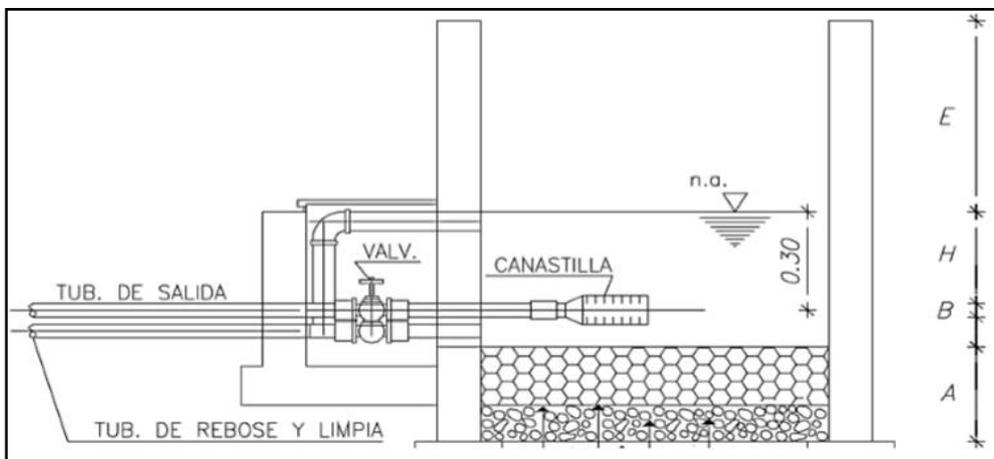
Fuente: Norma Técnica de Diseño (MVCS,2018)

Para poder determinar la base de la pantalla, se utiliza los datos antes conocidos como el número de orificios, el diametro de la tubería para ello se utiliza la siguiente ecuación.

$$b = 2 * (6D) + N^{\circ}orif * D + 3D * (N^{\circ}orif. - 1) \quad \dots(ec.13)$$

– **Cálculo de la altura de la cámara**

Figura 5: Altura de la captación



Fuente: SMET and WIJK 2002

Para el calculo de la altura total de la camara humeda se obtiene mediante:

$$ht = A + B + H + E \geq \text{altura natural que alcanza el agua}$$

donde:

A: Altura minima de la base hasta la tuberia de salida (se considera una altura minima de 10cm)

B : se considera la mitad del diametro de la canastilla de salida

H: altura del agua sobre la canastilla

E: borde libre (es considera como minimo 30cm)

Para la altura de la cámara húmeda se aplicará la siguiente ecuación

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2 * g} \quad \dots(\text{ec.14})$$

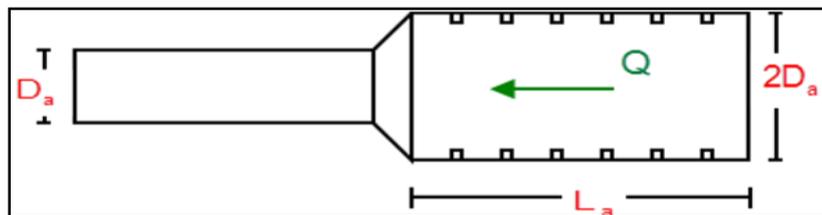
H: carga requerida en metros

V: velocidad se recomienda utilizar la velocidad minima para lineas de conducción

– *Dimencionamiento de la canastilla*

Para poder diseñar la canastilla es necesario conocer que el diametro de la canastilla debe ser dos veces el diametro de la tuberia de salida a la linea de conducción.

Figura 6:Dimencionamiento de la canastilla



Fuente: Norma Técnica de Diseño (MVCS,2018)

$$3Da < La < 6Da \quad \dots(\text{ec.15})$$

Posterior a ello se debe determinar el area total de las ranuras

$$A_{total} = 2A \quad \dots(\text{ec.16})$$

se debe tener en cuenta que el area total debe ser menor que el 50% dek area lateral de la granada (Ag).

$$Ag = 0.5 * Dg * L \quad \dots(\text{ec.17})$$

una vez obtenido los valores y el area de cada ranura se halla el numero total de ranuras.

$$N^{\circ}\text{ranuras} = \frac{\text{area total de ranuras}}{\text{area de ranura}} \quad \dots(\text{ec.18})$$

– **Tubería de rebose y limpia**

En la tubería de rebose y limpia se recomienda pendientes de 1 a 1.5%

Calculo de la tubería de rebose y limpia tienen el mismo diametro

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{s^{0.21}} \quad \dots(\text{ec.19})$$

Donde :

D: diametro en pulgadas

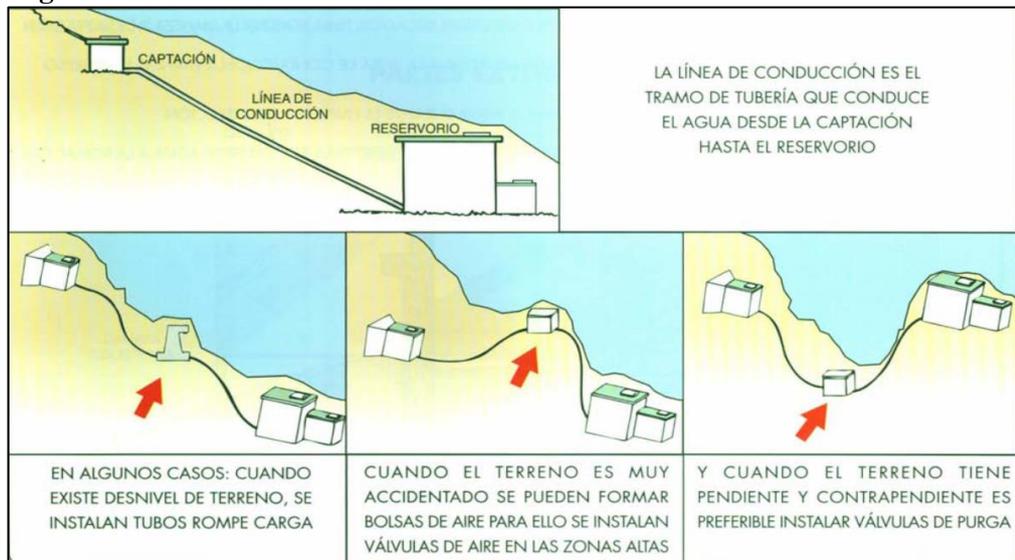
Q: maximo caudal de la fuente

s: pendiente

2.2.6.2. Línea de conducción

Estructura encargada de transportar el agua desde la fuente de captación hasta la siguiente etapa del sistema, como un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. En su diseño, se tiene en cuenta el caudal máximo diario y se consideran elementos como anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión y sifones(MVCS, 2018).

Figura 7: Línea de conducción.



Fuente: CARE-PERÚ (2001).

Para el caso del caudal(Q) y las velocidades máximas y mínimas se aplicará la ecuación

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{max}}} \quad \dots(\text{ec.20})$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal}$$

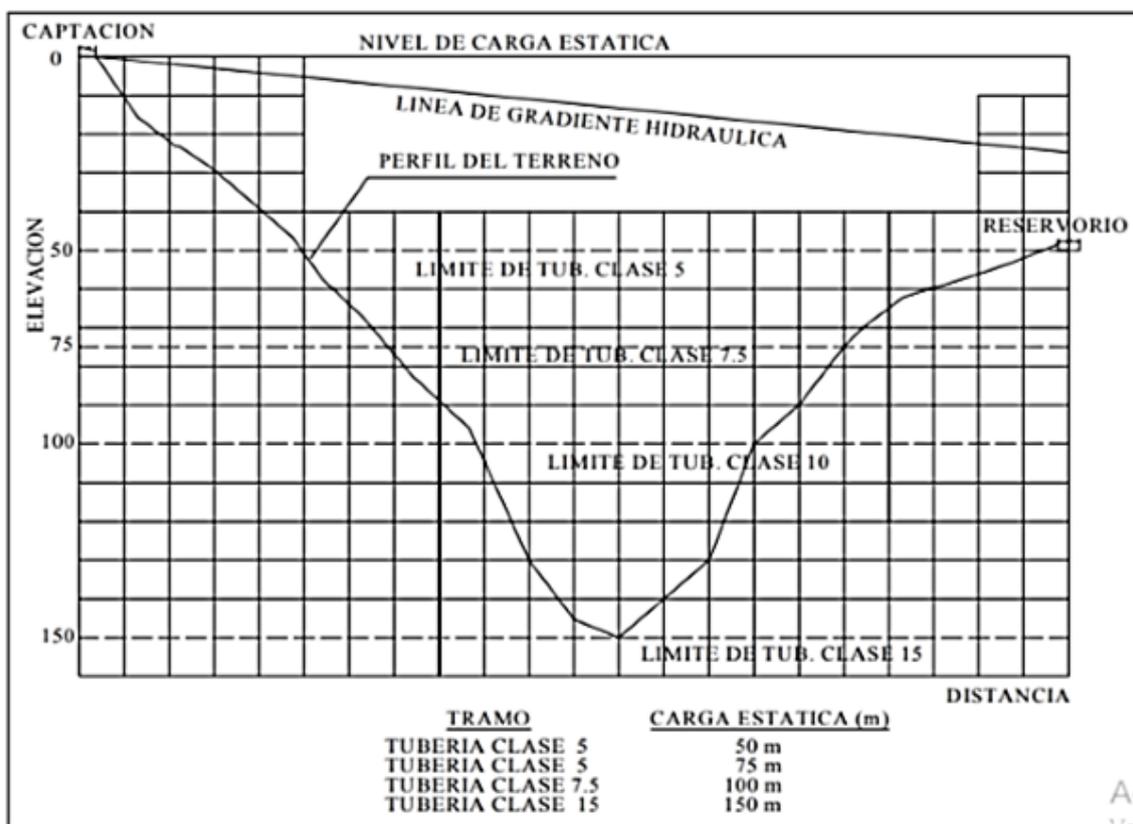
$$V_{max} = 3\text{m/s}$$

$$V_{min} = 0.6\text{m/s}$$

a) Clases de tuberías

Para establecer una selección adecuada de la clase de tubería que es necesario para un diseño de tiene que tomar en cuenta los siguientes aspectos.

Figura 8: Presiones de trabajo para diferentes clases de tuberías de PVC



Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, 2004

b) Dimensiones

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.

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

$$Hf = 10,674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L \quad \dots(ec.21)$$

Donde:

Hf : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m³/s D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

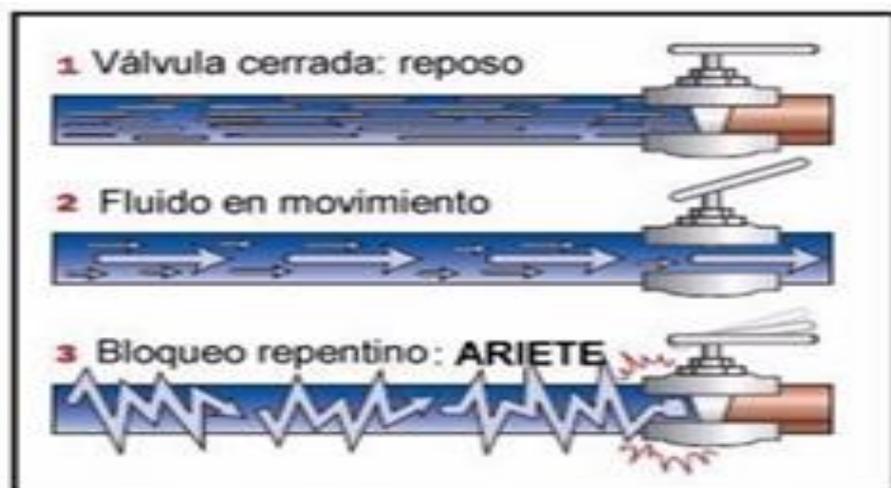
- Acero sin costura C=120
- Acero soldado en espiral C=100
- Hierro fundido dúctil con revestimiento C=140
- Hierro galvanizado C=100
- Polietileno C=140
- PVC C=150

L : Longitud del tramo, en m.

2.2.6.3. Golpe de ariete en tuberías

El efecto golpe de ariete se produce cuando las tuberías se ven afectadas por un bloqueo parcial o total del flujo de una sustancia , lo que puede provocar daños repentinos en la estructura de la tubería o sus accesorios. Esto ocurre cuando hay un cierre rápido , lo que genera cambios de presión oscilantes dentro del sistema de tuberías . Básicamente es un cambio repentino en la presión y puede ocurrir tanto en sistemas de agua presurizados como alimentados por gravedad . El golpe de ariete es básicamente un aumento o disminución rápida de la presión causado por cambios repentinos en la dirección o la velocidad cuando una válvula se cierra o se abre rápidamente. Esto detiene el flujo de agua y transfiere la energía de presión a la válvula y a las paredes de la tubería (SANIPES, 2020).

Figura 9: Golpe de ariete



Fuente: Golpe de ariete; fuente revista digital. Inesem

2.2.6.4. Cálculo del golpe de ariete.

Si el cierre o apertura de la válvula es brusco, es decir, si el tiempo de cierre es menor que el tiempo que tarda la onda en recorrer la tubería ida y vuelta, la sobrepresión máxima se calcula como:

$$\Delta H = C \cdot \frac{V_o}{g} \quad \dots (Ec. 22)$$

Dónde:

- ΔH es el incremento de presión, expresado en unidades de altura piezométrica.
- C es la velocidad de la onda (velocidad relativa respecto al fluido) de sobrepresión o depresión.
- V_o es la velocidad media del fluido, en régimen.
- g es la aceleración de la gravedad.

A su vez, la velocidad de la onda se calcula como:

$$C = \sqrt{\frac{\frac{K}{r_o}}{1 + K \cdot \frac{D}{Ee}}} \quad \dots (Ec. 23)$$

Dónde:

- K es el módulo de presión, expresado en unidades de altura piezométrica.
- r_o es la densidad del fluido.
- E es el módulo de elasticidad (módulo de Young) de la tubería que naturalmente depende del material de la misma.
- e es el espesor de las paredes de la tubería.
- $r_o = 1000 \text{ Kg/m}^3$.
- $K = 2.074 \text{ E} + 09 \text{ N/m}^2$.

a) Valor de la celeridad.

La velocidad (a) es la velocidad a la que una onda de presión viaja a través del agua dentro de una tubería. Su fórmula dimensional es $L.T^{-1}$. Su valor se determina mediante la ecuación de continuidad y depende principalmente de las características geométricas y mecánicas de la tubería, así como de la compresibilidad del agua. Una fórmula práctica propuesta por Allievi permite una estimación rápida del valor de la velocidad cuando el fluido que fluye es agua, de la siguiente manera (SANIPES, 2020).

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.8 + K \cdot \frac{D}{e}}} \quad \dots (Ec. 24)$$

Siendo:

- K Coeficiente función del módulo de elasticidad (ϵ) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

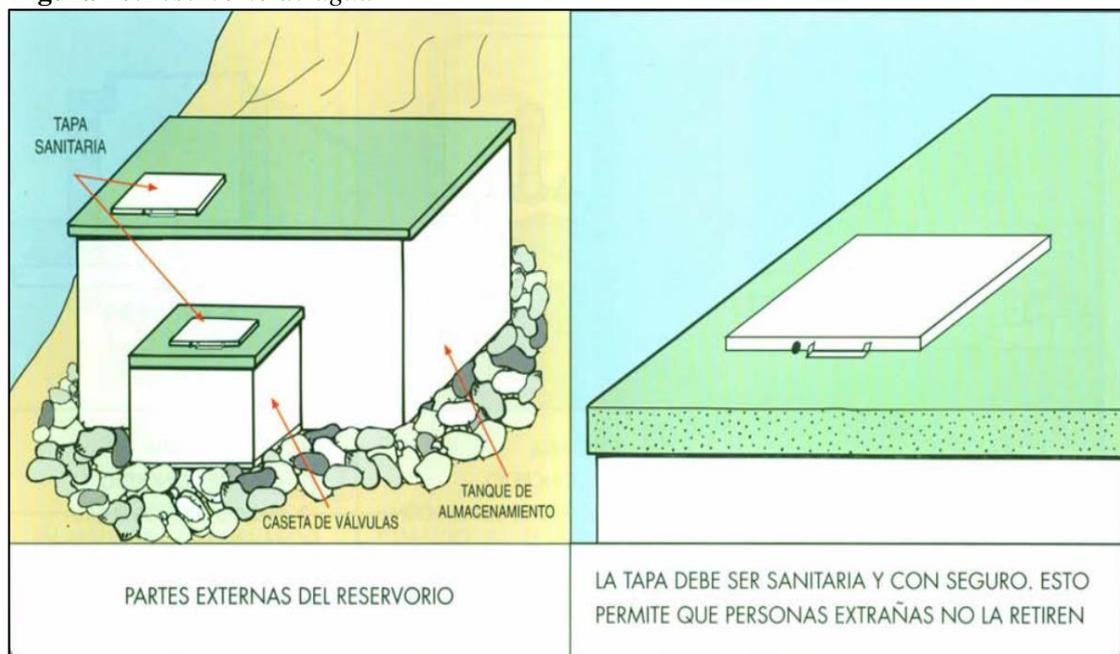
$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon} \quad \dots (Ec. 25)$$

- D diámetro interior de la tubería
- e espesor de la tubería.

2.2.6.5. Reservorio

Diseñada para contener grandes cantidades de agua, la estructura debe tener capacidad para almacenar al menos el 25 % del consumo diario de agua de la población. Es esencial que el reservorio se ubique cerca de la población y en una elevación adecuada para garantizar una presión mínima (Herrera, M. 2019).

Figura 10: Reservorio de agua



Fuente: CARE-PERÚ (2001).

Tabla 5: Determinación del volumen de almacenamiento

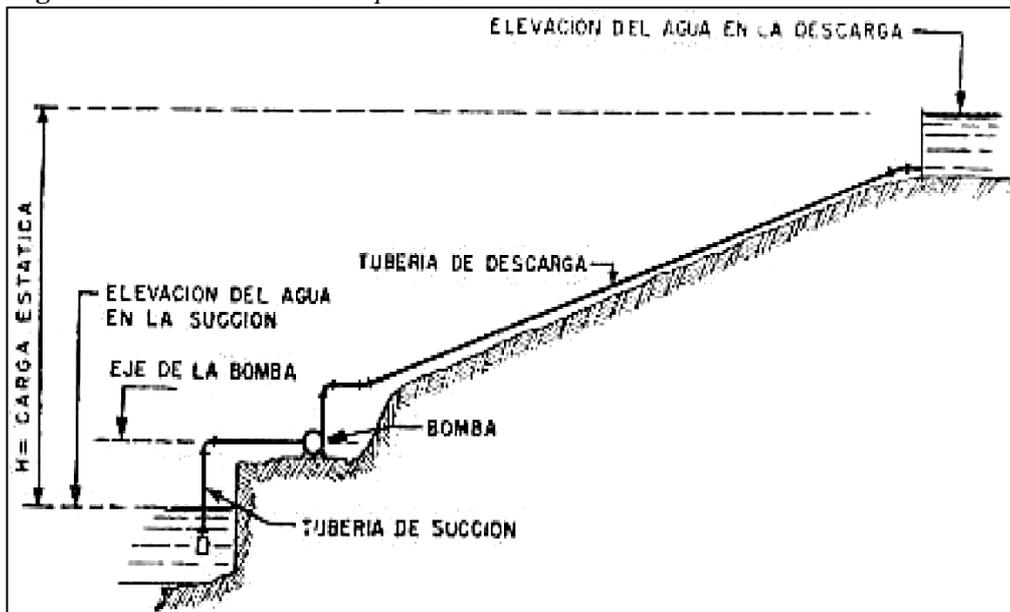
| RANGO | <u>V_{alm}(REAL)</u> | SE UTILIZA |
|----------------|--|-------------------|
| 1- Reservoirio | <5m ³ | 5 m ³ |
| 2- Reservoirio | >5 m ³ hasta ≤ 10 m ³ | 10 m ³ |
| 3- Reservoirio | >10 m ³ hasta ≤ 15 m ³ | 15 m ³ |
| 4- Reservoirio | >15 m ³ hasta ≤ 20 m ³ | 20 m ³ |
| 5- Reservoirio | >20 m ³ hasta ≤ 40 m ³ | 40 m ³ |
| 1- Cisterna | <5m ³ | 5 m ³ |
| 2- Cisterna | >5 m ³ hasta ≤ 10 m ³ | 10 |
| 3- Cisterna | >10 m ³ hasta ≤ 20 m ³ | 20 m ³ |

Fuente : Norma Técnica de Diseño (MVCS , 2018)

2.2.6.6. Línea de aducción

La línea de aducción esta formado o cosntirtuida por la tubería que guía el agua, desde la regulación (reservorio) hacia la red de distribución. Para asegurar un funcionamiento óptimo, es importante evitar pendientes superiores al 30 %, ya que podrían generar altas velocidades indeseadas. Por otro lado, se deben evitar pendientes inferiores al 0.50 % para facilitar la instalación y el mantenimiento del sistema (Mejía,A. 2019).

Figura 11: Líneas de aducción por bombeo.

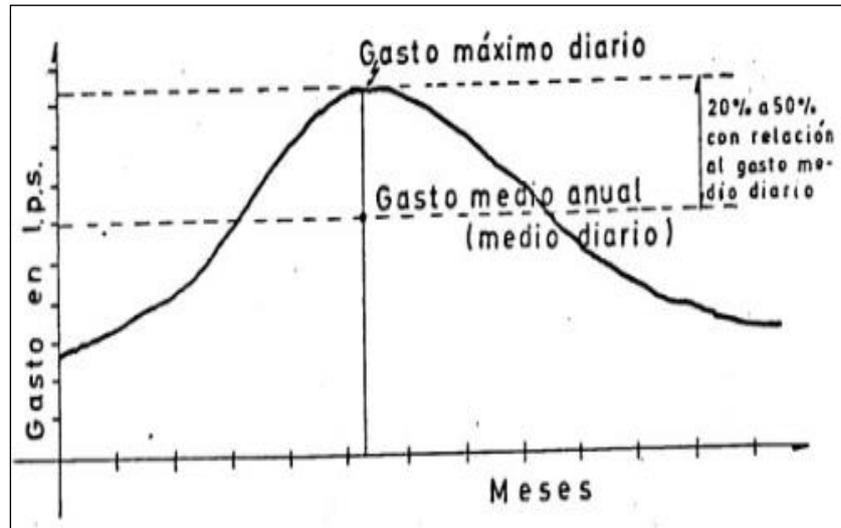


Fuente: Mejía (2019).

2.2.6.7. Variación del consumo

- a) **La variación diaria:** El consumo de agua potable se da durante todo el año, estos generan consumos máximo diarios o también llamados gastos máximos diarios, así como también consumos máximos horarios.

Figura 12: Esquema de la variación diaria



Fuente:Rodríguez (2001)

El consumo de variación diaria es de mucha importancia en un sistema de abastecimiento de agua potable, siendo de suma importancia determinar el coeficiente de gasto máximo diario K_1 , establecido por la relación entre caudal máximo diario y caudal medio diario.

$$K_1 = \frac{\text{caudal máximo diario}}{\text{caudal medio diario}}$$

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) en la RM 192-2018 recomienda un $K_1=1.3$ para elaboración de proyectos de agua y saneamiento.

b) Variación Horaria:

También existen variaciones horarias con respecto al gasto máximo diario, el cual no es consumido por la población en forma constante durante las 24 horas del día, pero determinados lapsos será mayor o menor que el gasto máximo diario.

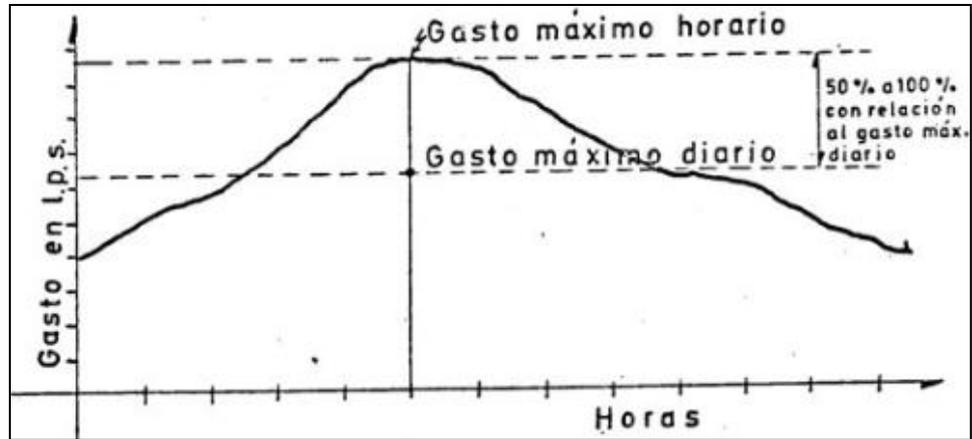
Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, se debe incrementar el valor del gasto máximo diario de un coeficiente que cubra esas demandas máximas horarias.

Los valores de los coeficientes de variación horaria son los siguientes:

C.V.H = Coeficiente de Variación Horaria = 1.55 (155 %)

C.V.H = Coeficiente de Variación Horaria = 2.00 (200 %)

Figura 13: Variación del consumo Horario

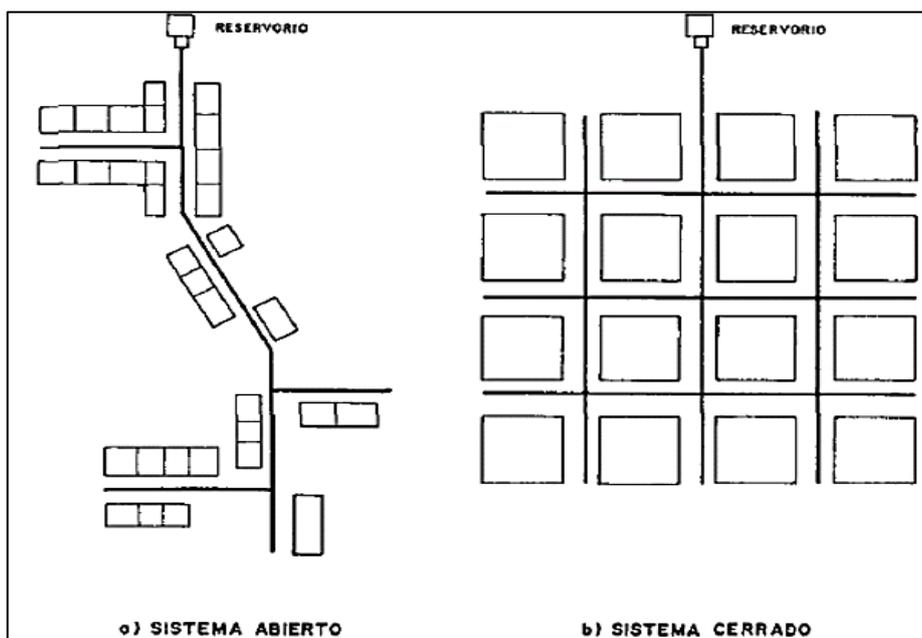


Fuente: Rodríguez (2001)

2.2.6.8. Redes de distribución

Un sistema que suministra agua a los hogares mediante una red de tuberías y conductos que operan a distintos niveles de presión y caudal, con el objetivo de ajustarse a las necesidades particulares de los usuarios. Además, se instalan dispositivos como medidores de agua en los puntos de conexión para supervisar el consumo y realizar una facturación precisa a los usuarios (Herrera, M. 2019).

Figura 9: Tipos de redes de distribución



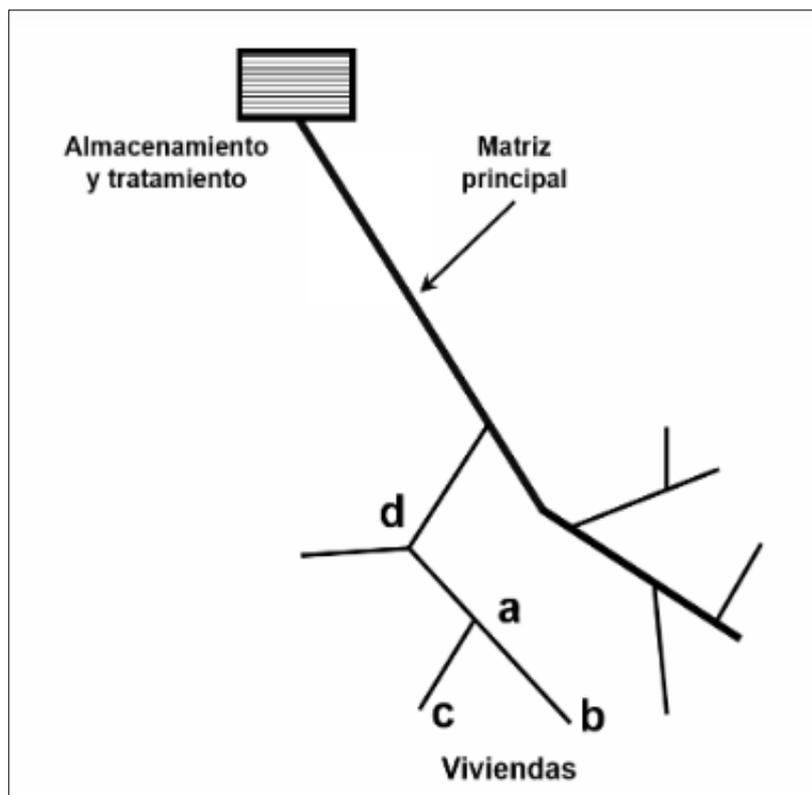
Fuente: Mejía (2019).

2.2.6.9. Tipos de redes de distribución

b) Redes abiertas o ramificadas

El sistema abierto o ramificado es aquella donde de la tubería principal o matriz parten una serie de ramificaciones que terminan en pequeñas mallas (puntos ciegos o muertos) que se asemeja a la espina de un pescado. Se usa más a menudo en caminos donde la topografía hace difícil, económica y técnicamente, realizar interconexiones entre ramales. (AGÜERO 1997; AGUIRRE 2015; USAID 2016).

Figura 10: Sistema de red abierto o ramificado

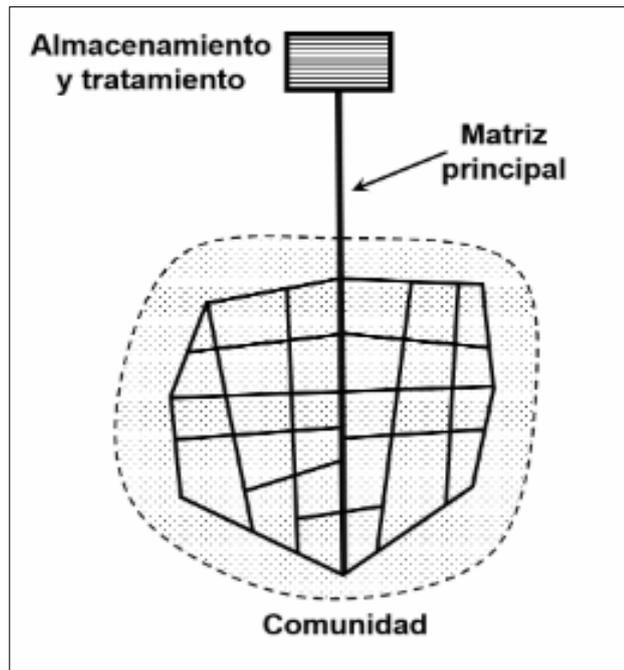


Fuente: USAID 2016, p.34

c) Redes cerradas o malladas

El sistema cerrado o mallado el agua circula por tuberías que están interconectadas en forma de malla, generando un sistema cerrado, eficiente en presión y caudal, en el que no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos extremos logrando menores pérdidas de carga (AGÜERO 1997; AGUIRRE 2015; USAID 2016).

Figura 11: Sistema de red cerrada



Fuente: USAID 2016, p.34

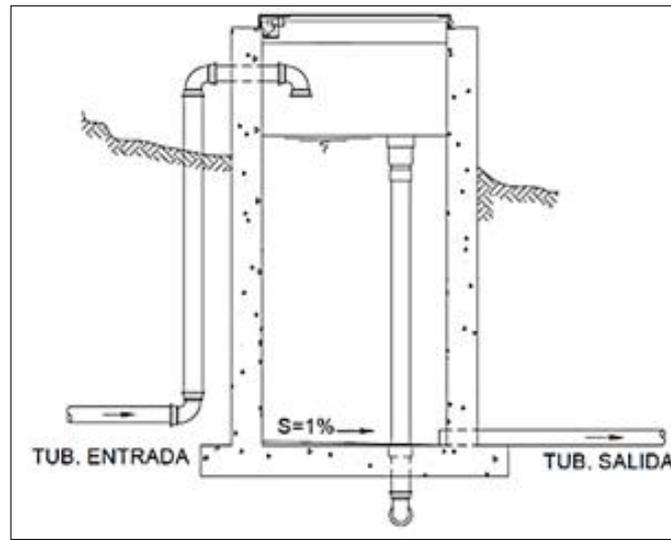
2.2.6.10. Cámara rompe presión

Esta estructura se requiere cuando existen fuertes desniveles entre la captación y otros puntos a lo largo de la línea de conducción. Estos desniveles generan presiones por encima de la máxima que una tubería puede soportar. Se recomienda la instalación de cámaras rompe presión por cada 50 m de desnivel existente y, además, la tubería de ingreso deberá estar por encima del nivel del agua (TIXE 2004)

d) Cámara rompe presión tipo 6

Es una estructura pequeña, su función principal es de reducir la Presión hidrostática a cero, generando un nuevo nivel de agua, con la finalidad de evitar daños a la tubería. Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. En estos casos se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable. (Gonzales, A. 2019)

Figura 12: Cámara rompe presión tipo 6

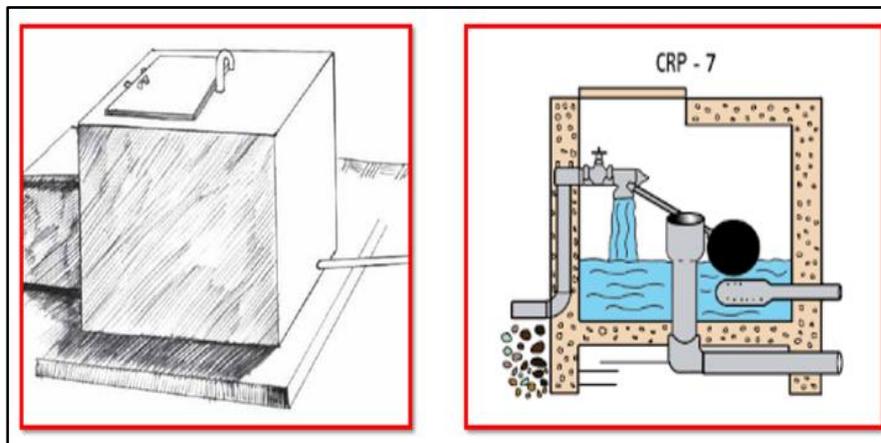


Fuente: CARE-PERÚ (2001).

e) Cámara rompe presión tipo 7

Para utilizarla en la red de distribución, además de reducir la presión regula el abastecimiento mediante el accionamiento de la válvula flotadora.

Figura 13: Cámara rompe presión tipo 7



Fuente: Norma Técnica de Diseño (MVCS,2018)

2.2.7. Deterioro hidráulico

Se percibe como una reducción tanto de la presión como del flujo de fluido debido a la restricción en el diámetro interno de las tuberías, ocasionada por la acumulación de sedimentos y/o el deterioro por corrosión.

Este criterio nos sugiere que debemos reemplazar las tuberías que no logran alcanzar la presión mínima requerida en las conexiones, la cual es de 10 metros de columna de agua.

Sin embargo, esto no implica necesariamente que debamos automáticamente renovar todas las tuberías que no cumplen con esta presión mínima previamente mencionada (MVCS, 2014).

2.2.7.1. Continuidad en el abastecimiento

El indicador es el resultado promedio de las horas de servicio de suministro de agua potable proporcionadas a los usuarios por la EP. Este indicador se utiliza para medir el tiempo de suministro de agua en diferentes localidades o áreas específicas de responsabilidad de la EP (Corimanya et al., 2021).

2.2.8. Deterioro de la calidad del agua

MINSA (2011) de acuerdo con el DS N°031-2010-SA del Ministerio de Salud, todos los proveedores de agua deben cumplir con ciertos parámetros de control obligatorios en cuanto a la calidad del agua para consumo humano, siendo el color, turbiedad, cloro residual, pH, coliformes totales y termotolerantes.

2.2.8.1. Turbiedad

es el agua de color marrón claro o a veces marrón oscuro, no deja ver claramente la palma de la mano se da generalmente por la contaminación de desechos en la captación (DRVCS - Cajamarca, 2010).

2.2.8.2. Cloro residual

MINSA. (2011) indica, que antes de la distribución del agua para consumo humano, el proveedor realizará la desinfección con un desinfectante eficaz para eliminar todo microorganismo y dejar un residual a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica en la distribución. En este caso se utilizará el cloro como desinfectante, no se debe tener menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre en el noventa por ciento del total de muestras tomadas durante un mes.

2.2.8.3. pH

El pH de la mayoría de las aguas oscila entre 6.5 y 8.5 debido a la turbulencia y la aireación. El pH juega un papel importante en la evaluación de la calidad del agua, ya que afecta la evolución química de los metales, su solubilidad en agua y su disponibilidad para los organismos. (ANA, 2009).

3. CAPÍTULO III. VARIABLES

3.1. Definición de variables.

3.1.1. Definición conceptual de las variables

Condición del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga.

La condición del sistema de abastecimiento de agua potable, es determinada a través de la evaluación realizada sobre tres tipos de deterioros que pueden identificarse en los sistemas de mayor antigüedad y que, a pesar de ello, siguen suministrando de agua a miles de familias en el Perú (MVCS, 2014).

3.2. Ubicación geográfica

El área de estudio del centro poblado de CALCONGA, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. Su ubicación geográfica se encuentra en las coordenadas UTM:

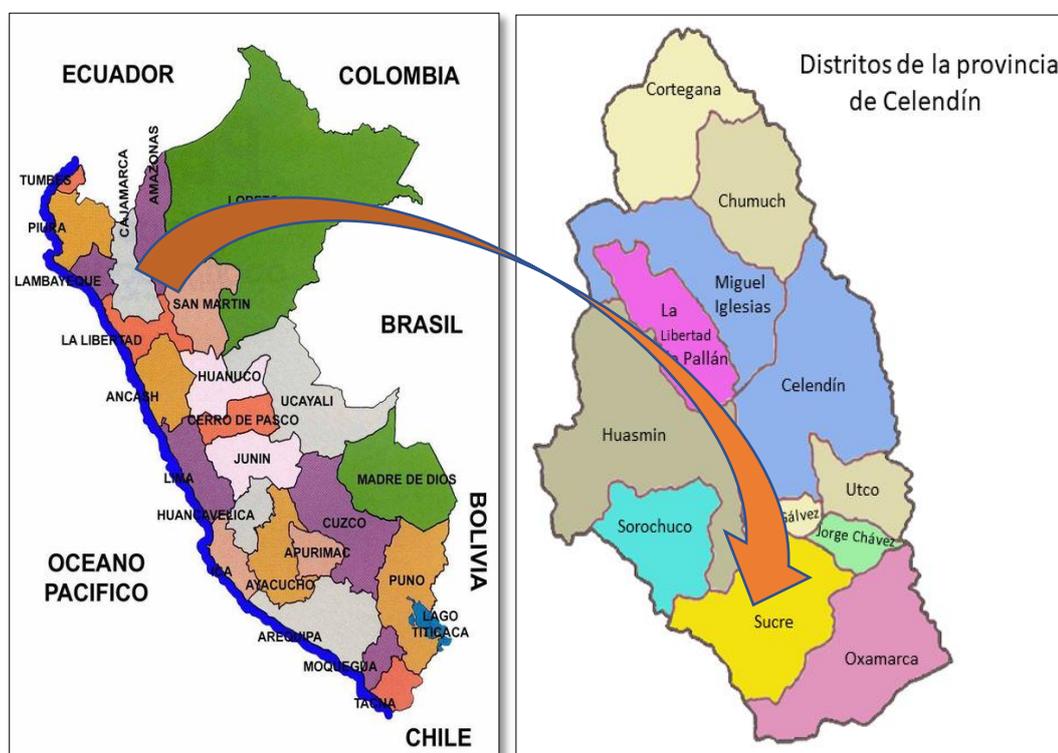
Norte: 9224281

Datum : WGS-84

Este : 814242

Zona :17S

Figura 14: Mapa del Perú y región de estudio



Fuente: elaboración propia de mapas

Condición del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga.

La condición del sistema de abastecimiento de agua potable, será determinada a partir de los resultados de las evaluaciones realizadas respecto al deterioro estructural, deterioro hidráulico y deterioro de la calidad del agua tanto in situ como en laboratorio, permitiendo conocer la calidad de servicio de agua que es brindada a los pobladores del centro poblado de Calconga.

3.3. Accesibilidad y medios de transporte

Para llegar al centro poblado de Calconga es de la siguiente manera

Tabla 6: *vías de acceso a la zona de estudio*

| Ruta | Vias Acceso | Tiempo de viaje |
|-------------------------|--------------------|------------------------|
| Cajamarca – Cruza Conga | Carretera | 1h 40min |
| Cruza Conga - Calconga | Trocha | 20min |

Fuente: (MVCS, 2018, *pág. 31*).

3.3.1. Población

La población de centro poblado de Calconga, pertenece al distrito de sucre provincia de Celendín, ubicado en la medianía de la provincia de Cajamarca y Celendín a 3 km del centro poblado Tincat perteneciente al distrito de sucre y actualmente cuenta con una población de 500 habitantes.

3.3.2. Altitud

El centro poblado de Calconga se encuentra ubicado a un altura promedio de 3264.3° msmn

3.4. Operacionalización de las variables.

Tabla 7: Operacionalización de las variables de investigación.

| Variable | Dimensión | Indicador | | |
|---|-----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Condición del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga | Deterioro estructural | Condición de la captación | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios | |
| | | Condición de la línea de conducción | Condición de buzones de reunión | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios |
| | | | Condición de las cámaras rompe presión | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios |
| | | | Condición de tuberías | Condición del elemento y cobertura |
| | | Condición del reservorio | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios | |
| | | Condición de la línea de aducción | Condición de buzones de reunión | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios |
| | | | Condición de las cámaras rompe presión | Condición del cerco perimétrico Condición de estructura Tipo de material Resistencia a la compresión Condición de elementos complementarios |
| | | | Condición de tuberías | Condición del elemento y cobertura |
| | | Condición de redes de distribución | Condición del elemento y cobertura | |
| | | Deterioro hidráulico | Cobertura del servicio Cantidad abastecida y continuidad | |

3.5. Matriz de consistencia.

Tabla 8: *Matriz de consistencia de la investigación.*

| Problema | Objetivos | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|--|--|--|---------------------------------|---|--|
| <p>Problema general: ¿Cuál es la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, provincia de Celendín, región Cajamarca - 2023?</p> | <p>Objetivo general: Evaluar Hidráulicamente la condición del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, provincia de Celendín, región Cajamarca – 2023.</p> | <p>Condición del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga</p> | <p>- Deterioro estructural.</p> | <p>- Condición de la captación. - Condición de la línea de conducción. - Condición del reservorio - Condición de la línea de aducción - Condición de redes de distribución.</p> | <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo.</p> <p>Diseño de investigación: No experimental.</p> <p>Método de investigación: Científico.</p> |
| | <p>Objetivos específicos: a) Describir los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca, 2023. b) Estimar el caudal actual de cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca, 2023. c) Evaluar hidráulicamente cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca, 2023. d) Estimar la condición de deterioro estructural del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín - Cajamarca, 2023.</p> | | <p>- Deterioro hidráulico.</p> | <p>- Cobertura del servicio. - Cantidad abastecida. - Continuidad en el abastecimiento.</p> | <p>Población: Sistemas de abastecimiento de agua potable ubicados en la jurisdicción que sirve a toda la población del distrito de Sucre en Celendín – Cajamarca para cada uno de sus centros urbanos, ciudades y centros poblados por separado.</p> <p>Muestra: Sistema que abastece de agua potable a los vecinos que conforman el centro poblado de Calconga, una comunidad asentada en las coordenadas UTM 17S 814242 E y 9224281 N.</p> |

4. CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación.

4.1.1. Tipo

De acuerdo a lo establecido por Ccanto (2010), el tipo de investigación tiene que ver con el fin que el investigador pretende alcanzar mediante el desarrollo de su trabajo. Es así que, una investigación del tipo aplicada es aquella en la que el investigador aplica todos los conocimientos referentes al área de estudio en la solución del problema mediante su investigación.

Por lo tanto, la presente investigación será del tipo aplicado al usar los conocimientos referidos a los sistemas de abastecimiento de agua potable, la determinación de la resistencia a la compresión de elementos de concreto mediante el uso de esclerómetros y al uso de fichas según las especificaciones de la Dirección Nacional de Saneamiento del MVCS (2014) en la Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable y del DRVCS - Cajamarca (2010) en su Compendio del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento en los formatos 01 y 03.

4.1.2. Nivel

Respecto al nivel de investigación, según Bernal (2010), este se refiere a la profundidad del estudio, en otras palabras, cuanto será estudiado de la variable en cuestión, los detalles considerados y los resultados esperados. Un nivel descriptivo, es aquel cuya complejidad se centra en la observación y cuantificación de las características de una variable a fin de establecer sus cualidades.

La presente investigación será desarrollada aplicando un nivel descriptivo, pues se pretende evaluar las características respecto al deterioro estructural, hidráulico y de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Calconga, en el distrito de Sucre, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, a fin de establecer la condición del sistema y dar a conocer las características del servicio que brinda a dicha población.

4.1.3. Diseño

El diseño de una investigación, según explica Bernal (2010), describe la manera en la que el investigador buscará responder las preguntas planteadas en su investigación, en función de la relación que tendrá con la variable de estudio. En una investigación de diseño no

experimental, las variables de estudio son analizadas tal como se encuentran en la realidad sin ser modificadas de ninguna manera por el investigador ni para fines de su trabajo.

De acuerdo a lo descrito previamente, la tesis será desarrollada comprendiendo un diseño no experimental, pues el análisis del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Calconga será realizado tomando sus características tal como se encuentra en la realidad.

4.1.4. Método

El desarrollo de la presente investigación se dará contemplando al método científico, con el objetivo de garantizar la fiabilidad y objetividad de los resultados respecto a las características y condición de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Calconga, del distrito de Sucre, en la provincia de Celendín, en el departamento de Cajamarca. Para ello se inició con el reconocimiento del problema a través del planteamiento del problema de investigación y determinación de objetivos, con ello es que será realizado el reconocimiento de las características del sistema de abastecimiento de agua potable en campo, comprobando la condición de cada uno de sus componentes, realizando mediciones de las fallas, determinando la resistencia de los elementos de concreto mediante el uso de un esclerómetro, tomando registros fotográficos y encuestando a la población beneficiaria del servicio.

4.2. Población de estudio.

La población de estudio que será abordada en la realización de la tesis será comprendida por todos los sistemas de abastecimiento de agua potable ubicados en la jurisdicción que sirve a toda la población del distrito de Sucre en Celendín – Cajamarca para cada uno de sus centros urbanos, ciudades y centros poblados por separado.

Tabla 9: *Conexiones domiciliarias en el centro poblado de Calconga*

| Sectores | Conexiones domiciliarias |
|-----------------------------|--------------------------|
| Sector 1- captación Dungol | 58 |
| Sector 2- captación la Cota | 63 |

Fuente: Elaboración propia

La población de calconga cuenta con 128 conexiones domiciliarias de agua potable, 1 de ellas son de instituciones educativas, 1 a la posta medica y 1 a la municipalidad del centro poblado.

4.3. Muestra.

Con el fin de obtener resultados que reflejen la situación de los sistemas de agua potable del distrito de Sucre, fue seleccionado para su estudio el sistema que abastece de agua potable a los vecinos que conforman el centro poblado de Calconga, una comunidad asentada en las coordenadas UTM 17S 814242 E y 9224281 N, este centro poblado se expone en la de este modo, la realización de la investigación analizará la condición de todos los componentes del sistema de agua potable de esta población.

- Localidad :Calconga
- Distrito :Sucre
- Provincia :Celendin
- Departamento :Cajamarca

Figura 15: Imagen satelital del centro poblado Calconga, distrito de Sucre, Celendín.



Fuente: Alphabet Inc. (2023).

4.4. Unidad de análisis.

Respecto a la unidad de análisis, esta será constituida por las estructuras que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable presentes en el distrito de Sucre, provincia de Celendín en la región Cajamarca.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

4.5.1. Técnicas

De acuerdo a lo expuesto por Hernández et al. (2014), las técnicas para la recolección de datos que utiliza un investigador tienen que ver con la manera en que este buscará obtener determinados datos del hecho o fenómeno que está estudiando, en ese sentido, se tiene a la observación como principal técnica, entendiéndose que esta técnica implica que el investigador preste atención completa a la variable de estudio y detalles que requiera para su investigación.

Considerando lo expuesto previamente, la presente investigación será desarrollada a partir de la aplicación de la observación como técnica para la recolección de datos, usándose para la obtención de los datos de la condición respecto al deterioro estructural y evaluación hidráulica del agua del sistema de agua potable del centro poblado de Calconga, del distrito de Sucre, Celendín.

4.5.2. Instrumentos

Los instrumentos para la recolección de datos, tal como establecen Hernández et al. (2014), tienen que ver con las herramientas de las que se vale el investigador para la obtención de los datos de la variable que está estudiando.

Dado a que en la realización de la presente tesis será evaluada cada elemento que conforma el sistema de agua potable del centro poblado de Calconga, los instrumentos comprenderán al esclerómetro para la determinación de la condición de los elementos de concreto sirviendo para la determinación de su condición como parte de la determinación del deterioro estructural, también serán utilizadas fichas de registro de acuerdo a las especificaciones proporcionadas por la Dirección Nacional de Saneamiento del MVCS (2014) en la Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable y las encuestas del DRVCS - Cajamarca (2010) en su Compendio del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento.

4.6. Análisis e interpretación de datos.

Posterior a la toma de datos in situ, se procederá con el análisis de datos, proceso que iniciará con la digitalización de los datos registrados en las fichas hacia el software de Microsoft Excel, a fin de ordenarlos y poder determinar el índice de sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable del Calcongá considerando también los resultados obtenidos por las pruebas que serán realizadas para la determinación de la resistencia a la compresión de los elementos con el uso de esclerómetro y la calidad del agua que brinda el sistema a partir de los ensayos a nivel de laboratorio. Todo esto será analizado de acuerdo a lo expuesto en el Compendio del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento llegando finalmente a determinar el nivel de deterioro y la condición del sistema.

5. CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Reconocimiento y evaluación descriptiva de la infraestructura

El sistema actualmente está instalado para brindar servicio de abastecimiento de agua potable a 128 viviendas en la comunidad de Calcongá, distrito de Sucre en la provincia de Celendín, cubriendo el 92% de los habitantes de dicha comunidad; la investigación realizada tiene como propósito brindar información para identificar partes débiles del sistema de abastecimiento de agua potable. Puesto que a continuación se detalla y evalúa cada uno de los componentes que se encuentran operativos en dicho sistema.

5.1.1. Captación

El sistema de agua potable del centro poblado Calcongá en estudio es abastecido por 2 captaciones de concreto armado, estas tienen como finalidad recoger el agua de las fuentes naturales es decir aguas subterráneas para poder recoger un caudal adecuado para abastecer a toda la población en estudio.

Las captaciones subterráneas se llaman: *COTA* y *DUNGOL*

A) CAPTACIÓN LA COTA

Captación la Cota se encuentra ubicado en las coordenadas UTM E:813076 – N:9221125 a una altitud de 3499.0 msnm y el acceso es por un camino que une el centro poblado y la captación y de caminata aproximadamente 3h 20min.

La estructura de la captación es de concreto armado y esta contruido a nivel del terreno, con dimensiones de 0.50m de altura y 0.80m de camara de control con tapa metalica de 0.60m , en la camara de control, en esta camara los excesos de acumulacion de agua son eliminados por un tubo de rebose de diametro 2", el area total que ocupa la captcion la Cota es aproximadamente $5m^2$ y esta protegida por un cerco perimetrico de alambre de puas con postes de madera que estan en total desuso.

5.2. Caudal de ingreso en la captación

Para poder determinar el caudal que ingresa a la captación se hizo mediante el método volumétrico, para el cual se aforo con un balde de 4Lts, para las épocas de estiaje.

Figura 16: Aforo en la captación en épocas de estiaje - Captación la Cota



Tabla 10: Caudal de aforo método volumétrico

| N° de veces | Volumen en L | tiempo (s) |
|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 4 | 47.73 |
| 2 | 4 | 44.32 |
| 3 | 4 | 49.53 |
| promedio | | 47.19 |

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el caudal en la captación aplicamos la siguiente ecuación

$$Q = \frac{V}{t} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde

Q= caudal

V= volumen

T= tiempo

$$Q = \frac{4l}{47.19 s}$$

$$Q = 0.08l/s$$

Figura 17: comparación del aforo mediante AFORCS

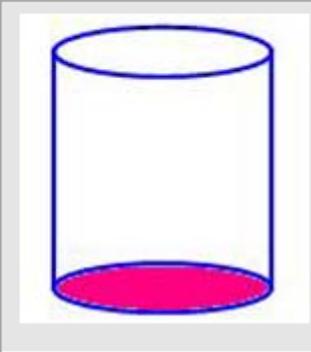
AFORO VOLUMETRICO

1.- Describir el Tipo de recipiente

2.- Elegir Forma de Recipiente

Diametro (d) [cm]

Altura (h) [cm]



3.- Calculo de Volumen

Volumen [L]

4.- Ingresar el Numero de pruebas a realizar

5.- Ingresar tiempos

| | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 |
|--------------|----------|----------|----------|
| Tiempos [s] | 47.73 | 44.32 | 49.53 |
| Volumen [L] | 3.99 | 3.99 | 3.99 |
| Caudal [L/s] | 0.08 | 0.09 | 0.08 |

Caudal Promedio Q [L/seg]

El caudal obtenido para un volumen de 4L durante un periodo de 47.19s es de 0.08L/s, cabe resaltar que el aforo se realizó en el mes de junio, es decir en épocas de estiaje.

– **Calculo del volumen en la cámara húmeda**

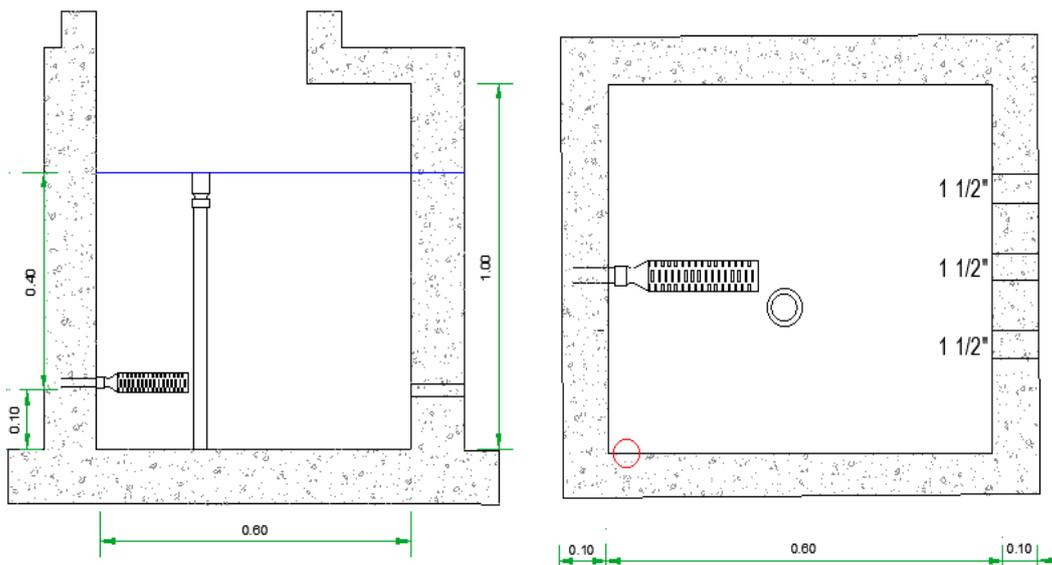
Para el cálculo del volumen de la cámara húmeda de la captación la Cota, se debe considerar un tiempo de retención de 3 a 5 minutos según el manual de diseño del MVCS. Considerando un tiempo de 3 minutos y un caudal de aforo en la captación de 0.08l/s pero habiendo 3 orificios de salida, de tiene que considerar un caudal total de 0.24l/s, calculamos el volumen de la cámara húmeda. Este aforo se realizó en el mes de junio

$$vol = Q * t$$

$$vol = 0.24 * 180$$

$$vol = 43.2 l$$

Figura 18: vista de la cámara húmeda de la captación



Fuente: Elaboración propia

Medidas tomadas en campo

Verificación del volumen de la cámara húmeda con las dimensiones tomadas en campo

Tabla 11: Dimensiones de la cámara húmeda

| cámara húmeda | |
|----------------------|------|
| Altura | 0.50 |
| Base | 0.60 |
| Largo | 0.60 |

Fuente: Elaboración propia

$$V = (0.50)(0.60)(0.60)m^3$$

$$V = 0.18m^3$$

$$V = 180l$$

43.2 $l < 180l$ **ESTA BIEN DISEÑADA HIDRAULICAMENTE**

Por lo tanto, la cámara húmeda se encuentra bien diseñada hidráulicamente, porque las dimensiones están hechas para un mayor almacenamiento

– **Determinación del diametro de la tubería de entrada**

Considerando la ecuación N°9 y el caudal máximo aforado en la fuente de 1.8 l/s según ATM, se calculó el área de la tubería de entrada, posterior a ello se utilizó la ecuación N°11 para realizar el dimensionamiento del diámetro de la tubería.

$$Q_{max} = v * Cd * A \quad (ec.08)$$

Con los datos obtenidos en campo se realizó los cálculos

$$Q_{max} = 1.8l/s$$

$$Q_{max} = 0.0018m^3/s$$

$v = 0.6m/s$ valores máximo en la entrada de la tubería recomendados por el MVCS

$Cd =$ valores que deben estar entre 0.6 y 0.8

$$0.0018 = (0.7) * (0.8) * A$$

$$A = \frac{0.0018}{0.7 * 0.8}$$

Área requerida para descarga

$$A = 0.00321m^2$$

Diámetro de la tubería de ingreso

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

$$D = \sqrt{\frac{4(0.00321)}{\pi}}$$

$$D = 0.05m$$

$$D = 1.96 \text{ pulg} \diamond 2 \text{ pulg}$$

– **Determinación del número de orificios en la pantalla**

$$N^{\circ}orif. = \left(\frac{Dc}{Da}\right)^2 + 1 \quad (ec.12)$$

Datos

Dc: diámetro calculado = 2 pulg

Da: diámetro asumido = 1.5 pulg

$$N^{\circ}orif. = \left(\frac{2}{1.5}\right)^2 + 1$$

$$N^{\circ}orif. = 3$$

Dimensiones tomadas en campo: se a podido observar que existen 3 orificios de entrada de 1 ½". Por ello esta bien dimensionado.

– **Determinación del ancho de 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:

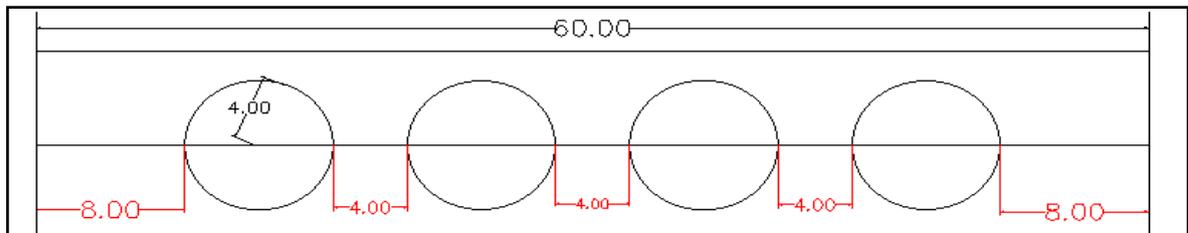
$$b = 2 * (6D) + N^{\circ}orif * D + 3D * (N^{\circ}orif. - 1) \quad (ec.13)$$

$$b = 2 * (6 * 2) + 3 * 2 + 3 * 2 * (3 - 1)$$

$$b = 42 \text{ pulg}$$

$$b = 1.06 \text{ m}$$

Figura 19: Distribución de los orificios en la cámara húmeda- captación la Cota



Fuente: Elaboración propia

– **Calculo de la altura de la cámara húmeda**

la altura de la cámara húmeda se calculo haciendo uso de las siguientes ecuaciones.

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2 * g} \quad (ec.14)$$

$$H = 1.56 * \frac{(0.9)^2}{2 * g}$$

$$H = 0.06 \text{ m}$$

$$ht = A + B + H + E \geq \text{altura natural que alcanza el agua}$$

donde:

A: Altura mínima de la base hasta la tubería de salida (se considera una altura mínima de 0.10m)

B : se considera la mitad del diametro de la canastilla de salida=0.10m

H1: altura del agua sobre la canastilla, medido en campo=0.10

H: altura del agua sobre la canastilla, calculado

E: borde libre (es considera como minimo 0.30m)

- Altura de pantalla mediante H calculado

$$ht = 0.10m + 0.10m + 0.06m + 0.30m$$

$$ht = 0.56m$$

- Altura de pantalla mediante H1 medidos en campo

$$ht = 0.10m + 0.10m + 0.25m + 0.30m$$

$$ht = 0.75m$$

Figura 20:Altura total en la cámara húmeda



Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto calculados como en campo podemos hacer mención que la altura alcanzada por el agua según lo calculado es de 0.56m, por otro lado, podemos verificar que cuando se midió en campo la altura es de 0.75m. dicho esto se observa que la dimensión de la estructura en campo es mayor a lo calculado.

– **Calculo del dimensionamiento de la canastilla**

Para realizar el calculo de las dimensiones de la canastilla, se observo que el diametro de la linea de conduccion es de 1 ½ pulg, mientras el diametro de la canastilla es de 3 pulg. Por ello el diametro de la canastilla debe ser dos veces el diametro de la linea de conduccion.

$$Dc = 2Da$$

$$Dc = 2 * 1.5$$

$$Dc = 3 \text{ pulg}$$

Para la longitud de la canastilla se recomienda que debe ser mayor a 3Dc y menor a 6Dc

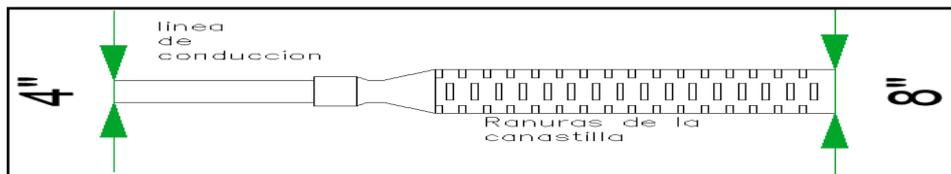
$$3Da < la < 6Da \text{ (ec. 15)}$$

$$3Da < la < 6Da$$

$$3(3.81) < la < 6(3.81)$$

$$11.43 \text{ cm} < la < 22.86 \text{ cm}$$

Figura 21: longitud de la canastilla y cantidad de ranuras



Fuente: Elaboracion propia

En la verificación en campo se observó que no se cuenta con la canastilla, por ello no se puede hacer una comparación con los datos obtenidos mediante los cálculos.

– **Calculo del dimensionamiento de la tubería de limpia y rebose**

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{S^{0.21}} \text{ (ec.19)}$$

D: Diametro en pulgadas

Q: Caudal maximo en la fuente

S:pendiente en m/m

$$D = \frac{0.71 * (0.24)^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D = 0.99 \text{ pulg}$$

$$D = 1 \text{ pulg} \quad \text{diametro comercial}$$

Se calculo el diametro de la tubería de limpia y rebose para un caudal de 0.24 l/s y para una pendiente de 0,015 m/mm, obteniendo un diametro comercial de 1 pulg, pero en campo se observo que la tubería de limpia y rebose es de 2 pulg pero para el caudal obtenbido en campo esta tiene un buen funcionamiento.

5.3. Cálculo del dimensionamiento de la línea de conducción

- Diámetro máximo de la línea de la tubería

Una vez obtenido el caudal de aforo en la captación, en consecuencia, la línea de conducción trabaja en función al caudal aforado el cual es de 0.24 l/s.

Posteriormente se hizo el cálculo del diámetro de la línea de conducción con un caudal máximo diario8, para ello se utilizó la ecuación

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{min}}} \quad (ec.20)$$

Donde:

$$Q = 0.24 \text{ l/s} \approx 0.00024 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (caudal en la captación)}$$

$$V_{max} = 3 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00024}{\pi * 0.6}}$$

$$D = 0.071 \text{ m}$$

Diámetro comercial $D_{max} = 3 \text{ pulg.}$

- Diámetro mínimo de la línea de la tubería

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{max}}}$$

Donde:

$$Q = 2.75 \text{ l/s}$$

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00024}{\pi * 3}}$$

$$D = 0.031 \text{ m}$$

Diámetro comercial $D_{min} = 1 \frac{1}{2}$ pulg.

En los datos obtenidos de los cálculos observamos que el diámetro mínimo de la tubería es de $D_{min} = 1 \frac{1}{2}$ pulg. y el diámetro máximo $D_{max} = 3$ pulg.

Datos de campo

la tubería de la línea de conducción tiene un diámetro de 3 pulg. Con la que cuenta el sistema actualmente en todo su recorrido desde la captación hasta el reservorio, en toda esta longitud el diámetro es igual al diámetro calculado, y en toda la línea de conducción son de clase 10

5.3.1. Cálculo de la velocidad en la tubería en la línea de conducción

Haciendo uso de la ecuación del caudal en función de la velocidad y del área, la tubería de conducción con la que cuenta el sistema tiene un diámetro de 3 pulg.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{D^2 * \pi}$$

$$Q = 0.0024 \text{ m}^3$$

$$D = 0.1016 \text{ m}$$

$$V = \frac{0.0024}{0.0762^2 * \pi}$$

$$V = 0.13 \text{ m/s}$$

La tubería de la línea de conducción tiene una velocidad de 0.13 m/s, dicha velocidad se calculó con el caudal que fue aforado en la captación este valor no se encuentra del rango de velocidades que establece la RNE OS010 en la cual hace mención que las velocidades deben de estar comprendidas entre 0.6 m/s a 3.0 m/s

5.3.2. Línea de aducción

Para diseñar la línea de aducción es necesario utilizar el caudal máximo horario (Q_{mh}), y también la ecuación:

$$H_f = 10,674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L \quad (ec.21)$$

$$H_f = 10,674 * \left[\frac{(0.00095)^{1.852}}{(150)^{1.852} * (0.0508)^{4.86}} \right] * 135$$

$$H_f = 0.066 \text{ m}$$

Datos obtenidos en campo

Para el sector de la captación la Cota , el diámetro de la línea de aducción es de 2 pulg. Por ello la línea de aducción se encuentra en los estándares de los diámetros permitidos.

5.3.3. Red de distribución

Utilizando los diámetros de la tubería de la red de distribución para el sector de la captación Dungol, se hizo una simulación en el software Watercad para determinar las presiones y las velocidades en los nodos y con ello verificar si los parámetros están dentro de la norma (RM-192-2018- VIVIENDA). Y también se calculó de las presiones en algunas de las viviendas utilizando un manómetro, cabe mencionar que las presiones fueron tomadas en horas donde hay máximo consumo, para este sector de la captación la Cota se tomó el día martes a las 7:40 am. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

A) Valor de las presiones dinamicas que fueron tomadas durante las horas de maximo consumo para viviendas que abastece el reservorio circular.

Tabla 12: *Presiones dinámicas tomadas en viviendas del sector de la captación la Cota*

| punto | Coordenada Este (m) | Coordenada Norte(m) | Presion tomada con manometro (BAR) | Presion tomada con manometro (m.c.a) |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 814348.95 | 9224271.41 | 3.10 | 30.24 |
| 2 | 814485.40 | 9224123.40 | 2.32 | 24.59 |
| 3 | 814505.85 | 9224100.58 | 1.75 | 18.52 |
| 4 | 814416.40 | 9223861.50 | 0.20 | 2.03 |
| 5 | 814207.94 | 9224380.60 | 0.15 | 1.50 |
| 6 | 814258.59 | 9224337.58 | 0.40 | 4.30 |

Datos obtenidos para los dos sectores de presión dinámica maxima:30.24 m.c.a

y presión dinámica minima:1.50 m.c.a

5.3.4. Golpe de ariete

Hallamos la velocidad de la onda, utilizamos al ecuacion N° 23

$$C = \sqrt{\frac{\frac{K}{r_o}}{1 + K \cdot \frac{D}{Ee}}} \quad \dots (Ec. 23)$$

Datos :

- $E = 2,8 * 10^8 \text{ kg/m}^2$
- $e = 3.00 \text{ mm}$
- $r_o = 1000 \text{ Kg/m}^3$
- $K = 2.07 * 10^8 / \text{m}^2$
- $D = 57 \text{ mm}$

$$C = \sqrt{\frac{\frac{2,8 * 10^8}{1000}}{1 + 2.07 * 10^8 \cdot \frac{57}{(2,8 * 10^8)(3.00)}}$$

$$c = 136.41 \text{ m/s}$$

Este fenómeno del golpe de ariete se produce por la variación de la velocidad y por consiguiente en la presión

5.4. Descripción de las partes internas de la captación Dungol

- Aleros de reunión:* estas estructuras estan en mal estado yaque estas estructuras sirven para desviar o encauzar las aguas que probienen del manantial de ladera y las desvia hacia la camara de recolección.
- Tapa sanitaria:* la tapa sanitaria se en encuentra con oxidos, no cuenta con candado para su seguridad que niños o personas ajenas la puedan abrir y echar cualquier objeto u luiquido que perfudique la salud de los habitantes.
- Camara de recolección o camara humeda:* esta se encuentra en pesimas condiciones yaque no cuenta con filtros es decir con piedras seleccionadas adecuadamente que ayuda o sirve como cernidores de que taren las aguas de la ladera y esta evitan el ingreso a la camara de recolección.

- d) *Cerco de protección*: esta captación cuenta con cerco perimetrico en total abandono, con postes de madera podridos y tumbados, no cuenta con alambre de puas por el mismo echo que los postes estan tumbado.
- e) *Caja de valvulas*: la caja de valvulas se encuentra en mal estado, la tapa sanitaria cuenta con un candado de seguridad el cual se a extraviado y por ello no pueden hacer las regulaciones correspondientes, el concreto de la caja de valvulas esta en mal estado estas se estan desboronando ocasionando asi un posible colapso de la estructura.
- f) *Dado de potección*: esta pequeña estrucuta no cuenta con sumideros de protección, esta en total abandono ocasionando el ingreso de cualquier animal pequeño a la camara de recolección.
- g) *Filtros*: la captación no cuenta con filtros
- h) *Lloraderos u orificios de salida*: cuenta con 3 orificios pero en mal estado debido a que no se les da el mantenimiento correspondiente estos se ecuntran con sarro.
- i) *Canastilla de salida*: la captación cuenta con canastilla de salida, pero tambien no se le da el mantenimiento adecuado.
- j) *Cono de rebose*: si cuenta con cono de rebose
- k) *Tuberia de rebose*: la tuberia de rebose no esta cubierta con tierra, esta se encuentra al aire libre.

Figura 22: Aforo en la captación en el mes épocas de estiaje - Captación el Dungol



Figura 23: Dado de protección y tubería de rebose en mal estado



La cámara de control tiene las siguientes dimensiones 0.60m x 0.60m x 0.50m, con una tapa metálica de 0.60m y con aleros de reunión de 2.10m y 1.90m con una distancia de la cámara de control a la ladera de 2.50m.

Figura 24: Imagen de la captación la Dungol



La estructura de la captación presenta daños puesto que tiene mas de 30 años de antigüedad, el dado de concreto no cuenta con regilla y se encuentra libre a ingresos de pequeños animales como los roedores que estan por los arbustos, ademas de ellos el tubo de rebose se

encuentra roto, no cuenta con canastilla de rebose y el cerco perimetrico los postes de madera se encuentran tumbados por el total abandono de la captacion.

La captacion esta esta construida en un talud natural, la cual esta espuesta a cualquier evento de deslizamiento, no posee zanja de coronacion, la camara humeda esta espuesta al ingreso de animales menores esta posee 3 lloraderos u horificios asi como una canastilla de rebose.

Figura 25:*Deterioro estructural de la captación Dungol*



Figura 26:*Imagen de la cámara húmeda de la captación la Dungol*



Figura 27:Imagen de la captación Dungol con agrietamientos



Tabla 13:Caudal de las captaciones en periodos de estiaje y lluvias.

| Captación | Caudal | | Descripción |
|-----------|---------|---------|------------------------|
| | Estiaje | Lluvias | |
| La Cota | 0.76 | 1.3 | ubicado en CP Calconga |
| Dungol | 0.93 | 1.8 | |

Fuente: Área Técnica Municipal

5.4.1. Línea de conducción

La línea de conducción con la que cuenta el sistema de abastecimiento no se encuentra enterrado en su totalidad puesto que durante el recorrido se encontró tuberías descubiertas, esta línea de conducción es de un aproximado de 6km de material de PVC- C10 de 2” de diámetro.

La tubería de la línea de conducción se encuentra en mal estado, ya que se puede notar en los caminos que las tuberías están por encima del terreno ocasionando en cualquier momento rotura de tubería porque pasan personas y animales.

Tabla 14: Características de la tubería de la línea de conducción

| Diámetro | Longitud | | Clases |
|----------|----------|----------|--------|
| | Longitud | Material | |
| 2" | 36km | PVC | 10 |
| 2" | 40km | PVC | 10 |

Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Cámara Rompe Presión

La única captación que cuenta con cámara romper de tipo 6 es la captación Dungol (CRP-T6) del sistema de agua potable en la localidad de Calconga se encuentra distribuido de acuerdo a lo detallado en la tabla N° 10, y estas presentan daños a nivel estructural en pequeñas partes presentan agrietamientos, tuberías en mal estado, cuentan con cerco perimétrico cubierto con alambre de púas y postes de madera, pero estos por el pasar del tiempo ya se encuentran podridos

Tabla 15: Ubicación de las CRP-T6 en el sistema de abastecimiento

| N° CRP-T6 | Coordenadas | | Cota |
|--------------|-------------|---------|----------|
| | Este | Norte | |
| CRP -T6 N° 1 | 812917 | 9222103 | 3394msnm |
| CRP -T6 N° 2 | 823065 | 9221327 | 3436msnm |

Figura 28: Imagen de la cámara rompe presión T6 N°1 de la captación Dungol



Figura 29: Imagen de la cámara rompe presión T6 N°2 de la captación



5.4.3. Reservorio

Existen 2 reservorios que se encuentran operativos uno circular y el otro rectangular, estas estructuras almacenan agua de la captación la Cota y Dungol . Los reservorios existentes son estructuras de concreto armado, estos almacenan agua en las noches para así abastecer de agua a la población durante el día.

- a) *El primer reservorio:* tiene la forma circular y tiene una capacidad de almacenamiento de $25m^3$ y se encuentra en la cota 3311.0 msnm. Actualmente este reservorio se encuentra en mal estado, presenta agrietamientos a su alrededor presenta acumulación de agua provenientes de los riegos que hacen los pobladores en sus terreno, además a ello en la cámara de control existen fugas de agua provocando almacenamiento de agua en esta estructura, la tubería de rebose no cuenta con una dado de protección y a sus alrededores se encontró pequeños animales como sapos y arañas, también el reservorio está protegida por un cerco perimétrico de maya Galvanizada en buen estado.
- b) Este reservorio cuenta con un tanque de cloración protegida con maya galvanizada, actualmente se encuentra en buen estado puesta que constantemente se realiza la limpieza y cloración por área técnica municipal.

Figura 30: Imagen del reservorio rectangular de la captación la Cota



Figura 31: Caja de válvulas del reservorio de la captación Dungol

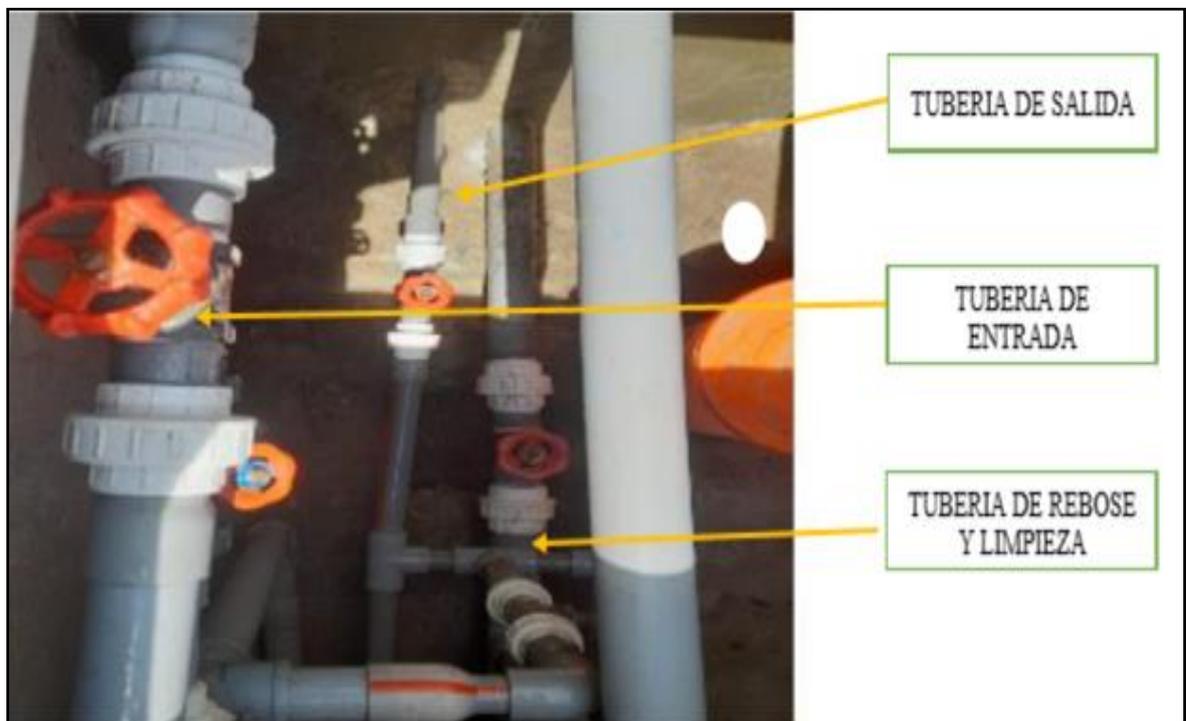


Figura 32: Caseta de cloración del reservorio la Dungol



B) CAPTACION DUNGOL:

Captacion el Dungol se encuentra ubicado en las coordenada UTM E: 811933.59 – N: 9223280.29 a una altitu de 3496.0 msnm y el acceso es por un camino que une el centro poblado y la captacion y de caminata aproximadamente 2h 30min.

La estructura de la captación es de concreto armado y esta contruido a nivel del terreno, con dimensiones de 0.60m de altura y 0.80m de camara de control con tapa metalica de 0.60m , en la camara de control, en esta camara los excesos de acumulacion de agua son eliminados por un tubo de rebose de diametro 2”, el area total que ocupa la captación Dungol es aproximadamente 4m² y esta protegida por un cerco perimetrico de alambre de puas con postes de madera que estan regularmente estado.

Tabla 16: aforo en las captaciones en periodos de estiaje

| <i>N° de veces</i> | <i>Volumen en L</i> | <i>tiempo (s)</i> |
|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | 4 | 30.28 |
| 2 | 4 | 33.76 |
| 3 | 4 | 32.21 |
| promedio | | 32.08 |

Fuente: *Elaboración propia*

Para calcular el caudal en la captación aplicamos la siguiente ecuación

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(\text{Ec. 1})$$

Donde : Q= caudal ; V= volumen; T= tiempo

$$Q = \frac{4l}{32.08 s}$$

$$Q = 0.12l/s$$

El caudal obtenido para un volumen de 4L durante un periodo de 32.08s es de 0.12L/s, cabe resaltar que el aforo se realizó en el mes de junio en épocas de estiaje.

Figura 33: comparación de los aforos mediante el programa AFORCS

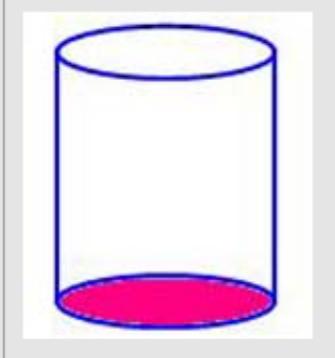
AFORO VOLUMETRICO

1.- Describir el Tipo de recipiente

2.- Elegir Forma de Recipiente

Diametro (d) [cm]

Altura (h) [cm]



3.- Calculo de Volumen

Volumen [L]

4.- Ingresar el Numero de pruebas a realizar

5.- Ingresar tiempos

| | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 |
|--------------|----------|----------|----------|
| Tiempos [s] | 30.28 | 33.76 | 32.21 |
| Volumen [L] | 3.99 | 3.99 | 3.99 |
| Caudal [L/s] | 0.13 | 0.12 | 0.12 |

Caudal Promedio Q [L/seg]

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 17: aforo en la captación en periodos de lluvias.

| N° de veces | Volumen en L | tiempo (s) |
|-----------------|--------------|--------------|
| 1 | 4 | 13.56 |
| 2 | 4 | 10.43 |
| 3 | 4 | 11.19 |
| promedio | | 11.73 |

Fuente: *Elaboración propia*

Para calcular el caudal en la captación aplicamos la siguiente ecuación

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(\text{Ec. })$$

Donde

Q= caudal; V= volumen; T= tiempo

$$Q = \frac{4l}{11.73s}$$

$$Q = 0.34l/s$$

El caudal obtenido para un volumen de 4L durante un periodo de 11.73s es de 0.34L/s, cabe resaltar que el aforo se realizó en el mes de marzo en épocas de lluvia.

Figura 34: comparación de los aforos mediante el programa AFORCS

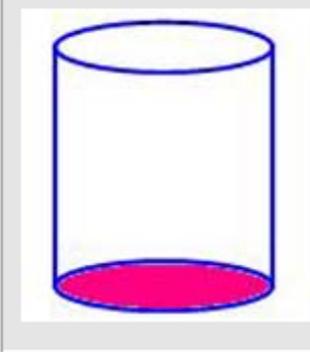
AFORO VOLUMETRICO

1.- Describir el Tipo de recipiente

2.- Elegir Forma de Recipiente

Diametro (d) [cm]

Altura (h) [cm]



3.- Calculo de Volumen

Volumen [L]

4.- Ingresar el Numero de pruebas a realizar

5.- Ingresar tiempos

| | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 |
|--------------|----------|----------|----------|
| Tiempos [s] | 13.56 | 10.43 | 11.19 |
| Volumen [L] | 3.99 | 3.99 | 3.99 |
| Caudal [L/s] | 0.29 | 0.38 | 0.36 |

Caudal Promedio Q [L/seg]

Fuente: *Elaboración propia*

– **Calculo del volumen en la cámara húmeda**

Para el cálculo del volumen de la cámara húmeda de la captación Dungol, se debe considerar un tiempo de retención de 3 a 5 minutos según el manual de diseño del MVCS. Considerando un tiempo de 3 minutos y un caudal de aforo en la captación de 0.12 l/s pero habiendo 3 orificios de salida, de tiene que considerar un caudal total de 0.36 l/s, calculamos el volumen de la cámara húmeda. Este aforo se realizó en el mes de junio

$$vol = Q * t$$

$$vol = 0.36 * 180$$

$$vol = 64.8 l$$

Medidas tomadas en campo

Verificación del volumen de la cámara húmeda con las dimensiones tomadas en campo

Tabla 18: Dimensiones de la cámara húmeda

| cámara húmeda | |
|----------------------|-------------|
| <i>Altura</i> | <i>0.50</i> |
| <i>Base</i> | <i>0.60</i> |
| <i>Largo</i> | <i>0.60</i> |

$$V = (0.50)(0.60)(0.60)m^3$$

$$V = 0.18m^3$$

$$V = 180l$$

64.8 l < 180 l ESTA BIEN DISEÑADA HIDRAULICAMENTE

Por lo tanto, la cámara húmeda se encuentra bien diseñada hidráulicamente, porque las dimensiones están hechas para un mayor almacenamiento

– **Determinación del diametro de la tuberia de entrada**

Considerando la ecuacion N°9 y el caudal maximo aforado en la fuente de 0.34 l/s,pero como cuenta con 3 orificios tenemos un caudal total de 1.02 l/s , según ATM, se calculo el area de la tuberia de entrada, posterior a ello se utilizo la ecuacion N°11 para realizar el dimencionamiento del diametro de la tuberia.

$$Q_{max} = v * Cd * A \quad (ec.08)$$

Con los datos obtenidos en campo se realizo los calculos

$$Q_{max} = 1.02 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} = 0.00102 \text{ m}^3/\text{s}$$

$v = 0.6 \text{ m/s}$ valores máximo en la entrada de la tubería recomendados por el MVCS

$Cd =$ valores que deben estar entre 0.6 y 0.8

$$0.00102 = (0.7) * (0.8) * A$$

$$A = \frac{0.00102}{0.7 * 0.8}$$

Área requerida para descarga

$$A = 0.00182 \text{ m}^2$$

Díámetro de la tubería de ingreso

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

$$D = \sqrt{\frac{4(0.00182)}{\pi}}$$

$$D = 0.05 \text{ m}$$

$$D = 1.96 \text{ pulg} <> 2 \text{ pulg}$$

– **Determinación del número de orificios en la pantalla**

$$N^{\circ} \text{orif.} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1 \quad (\text{ec.12})$$

Datos

D_c : diámetro calculado = 2 pulg

D_a : diámetro asumido = 1.5 pulg

$$N^{\circ} \text{orif.} = \left(\frac{2}{1.5}\right)^2 + 1$$

$$N^{\circ} \text{orif.} = 3$$

Dimensiones tomadas en campo: se pudo observar que existen 3 orificios de entrada de 1 ½". Por ello está bien dimensionado.

– **Determinación del ancho de 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:

$$b = 2 * (6D) + N^{\circ}orif * D + 3D * (N^{\circ}orif - 1) \quad (ec.13)$$

$$b = 2 * (6 * 2) + 3 * 2 + 3 * 2 * (3 - 1)$$

$$b = 42 \text{ pulg}$$

$$b = 1.06 \text{ m}$$

– **Calculo de la altura de la cámara húmeda**

la altura de la cámara húmeda se calculo haciendo uso de las siguientes ecuaciones.

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2 * g} \quad (ec.14)$$

$$H = 1.56 * \frac{(0.9)^2}{2 * g}$$

$$H = 0.06\text{m}$$

$$ht = A + B + H + E \geq \text{altura natural que alcanza el agua} \quad \dots(Ec.08)$$

donde:

A: Altura minima de la base hasta la tuberia de salida (se considera una altura minima de 0.10m)

B : se considera la mitad del diametro de la canastilla de salida=0.10m

H1: altura del agua sobre la canastilla, medido en campo=0.10

H: altura del agua sobre la canastilla, calculado

E: borde libre (es considera como minimo 0.30m)

- Altura de pantalla mediante H calculado

$$ht = 0.10\text{m} + 0.10\text{m} + 0.06\text{m} + 0.30\text{m}$$

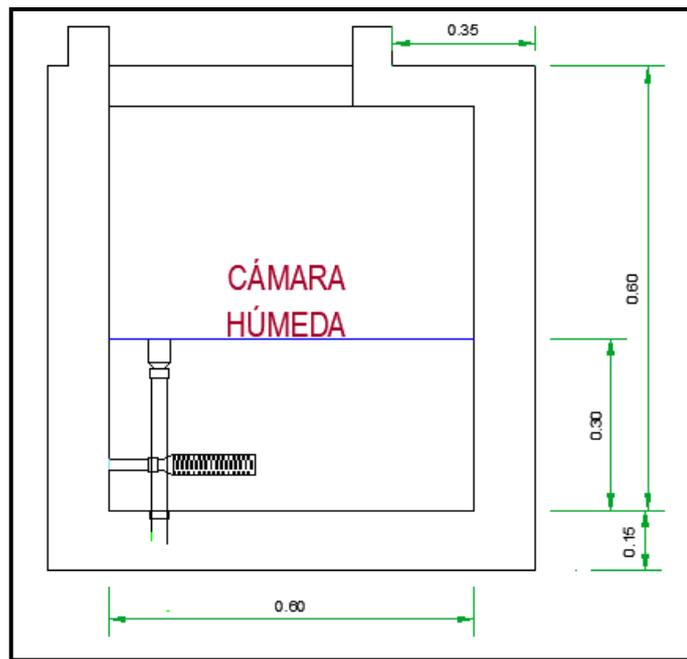
$$ht = 0.56\text{m}$$

- Altura de pantalla mediante H1 medidos en campo

$$ht = 0.10\text{m} + 0.10\text{m} + 0.25\text{m} + 0.30\text{m}$$

$$ht = 0.75\text{m}$$

Figura 35: altura de la pantalla



Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto calculados como en campo podemos hacer mención que la altura alcanzada por el agua según lo calculado es de 0.56m, por otro lado, podemos verificar que cuando se midió en campo la altura es de 0.75m. dicho esto se observa que la dimensión de la estructura en campo es mayor a lo calculado.

– **Calculo del dimencionamiento de la canastilla**

Para realizar el calculo de las dimensiones de la canastilla, se observo que el diametro de la linea de conducción es de $1\frac{1}{2}$ pulg, mientras el diametro de la canastilla es de 3 pulg. Por ello el diametro de la canastilla debe ser dos veces el diametro de la linea de conducción.

$$Dc = 2Da$$

$$Dc = 2 * 1.5$$

$$Dc = 3 \text{ pulg}$$

Para la longitud de la canastilla se recomienda que debe ser mayor a $3Da$ y menor a $6Da$

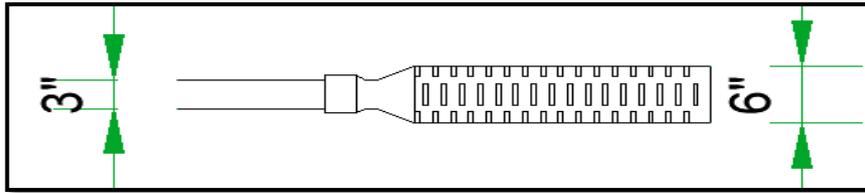
$$3Da < la < 6Da \text{ (ec.15)}$$

$$3Da < la < 6Da$$

$$3(3.81) < la < 6(3.81)$$

$$30.48 \text{ cm} < la < 22.86 \text{ cm}$$

Figura 36: longitud de la canastilla y cantidad de ranuras



Fuente: Elaboración propia

En la verificación en campo se observó que no se cuenta con la canastilla, por ello no se puede hacer una comparación con los datos obtenidos mediante los cálculos.

– **Calculo del dimensionamiento de la tubería de limpia y rebose**

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{s^{0.21}} \quad (ec.19)$$

D: Diametro en pulgadas

Q: Caudal maximo en la fuente

S:pendiente en m/m

$$D = \frac{0.71 * (0.36)^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D = 1.16 \text{ pulg}$$

$$D = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg} \quad \text{diametro comercial}$$

Se calculo el diametro de la tubería de limpia y rebose para un caudal de 0.36 l/s y para una pendiente de 0,015 m/mm, obteniendo un diametro comercial de 1 ½ pulg, pero en campo se observo que la tubería de limpia y rebose es de 2 pulg pero para el caudal obtenbido en campo esta tiene un buen funcionamiento.

5.5. Cálculo del dimensionamiento de la línea de conducción

- **Diámetro máximo de la línea de la tubería**

Una vez obtenido el caudal de aforo en la captación, en consecuencia, la línea de conducción trabaja en función al caudal aforado el cual es de 0.36 l/s.

Posteriormente se hizo el cálculo del diámetro de la línea de conducción con un caudal máximo diario, para ello se utilizó la ecuación

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{min}}}$$

Donde:

$$Q = 0.36 \text{ l/s} \approx 0.00036 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (caudal en la captación)}$$

$$V_{max} = 3 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00036}{\pi * 0.6}}$$

$$D = 0.087 \text{ m}$$

Diámetro comercial $D_{max} = 3 \text{ pulg.}$

- **Diámetro mínimo de la línea de la tubería**

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V_{max}}} \quad (ec.20)$$

Donde:

$$Q = 0.36 \text{ l/s}$$

$$V_{min} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00036}{\pi * 3}}$$

$$D = 0.039 \text{ m}$$

Diámetro comercial $D_{min} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg.}$

En los datos obtenidos de los cálculos observamos que el diámetro mínimo de la tubería es de $D_{min} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg.}$ Y el diámetro máximo $D_{max} = 3 \text{ pulg.}$

Datos de campo

la tubería de la línea de conducción tiene un diámetro de 3 pulg. Con la que cuenta el sistema actualmente en todo su recorrido desde la captación hasta el reservorio, en toda esta longitud el diámetro es igual al diámetro calculado.

5.5.1. Cálculo de la velocidad en la tubería en la línea de conducción

Haciendo uso de la ecuación del caudal en función de la velocidad y del área, la tubería de conducción con la que cuenta el sistema tiene un diámetro de 3 pulg.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{D^2 * \pi}$$

$$Q=0.00024m^3$$

$$D=0.1016m$$

$$V = \frac{0.00036}{0.0762^2 * \pi}$$

$$V = 0.19m/s$$

La tubería de la línea de conducción tiene una velocidad de 0.19m/s, dicha velocidad se calculo con el caudal que fue aforado en la captación este valor no se encuentra del rango de velocidades que establece la RNE OS010 en la cual hace mención que las velocidades deben de estar comprendidas entre 0.6 m/s a 3.0 m/s

5.5.2. Línea de aducción

Para diseñar la línea de aducción es necesario utilizar el caudal maximo horario (Q_{mh}), y tambien la ecuacion:

$$Hf = 10,674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L \quad (ec.21)$$

$$Hf = 10,674 * \left[\frac{(0.00149)^{1.852}}{(150)^{1.852} * (0.0508)^{4.86}} \right] * 65$$

$$Hf = 0.073 m$$

Datos obtenidos en campo

Para el sector de la captación Dungol, el diámetro de la línea de aducción es de 2 pulg. Por ello la línea de aducción se encuentra en los estándares de los diámetros permitidos.

5.5.3. Red de distribución

Utilizando los diámetros de la tubería de la red de distribución para el sector de la captación Dungol, se hizo una simulación en el software Watercad para determinar las presiones y las velocidades en los nodos y con ello verificar si los parámetros están dentro de la norma (RM-192-2018- VIVIENDA). Y también se calculó de las presiones en algunas de las viviendas utilizando un manómetro, cabe mencionar que las presiones fueron tomadas en horas donde

hay máximo consumo, para este sector de la captación Dungol se tomó el día martes a las 7:40 am. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

B) Valor de las presiones dinámicas que fueron tomadas durante las horas de máximo consumo para viviendas que abastece el reservorio Rectangular.

Tabla 19: *Presiones dinámicas tomadas en viviendas durante las horas de máximo consumo para el sector de la captación Dungol*

| punto | Coordenada Este (m) | Coordenada Norte(m) | Presion tomada con manometro (BAR) | Presion tomada con manometro (m.c.a) |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 814364.92 | 9224250.40 | 2.86 | 29.15 |
| 2 | 814453.54 | 9224202.19 | 2.19 | 22.32 |
| 3 | 814517.17 | 9224174.13 | 1.49 | 15.20 |
| 4 | 814519.55 | 9224141.44 | 1.12 | 11.40 |
| 5 | 814394.50 | 9223941.60 | 0.12 | 1.20 |
| 6 | 813902.70 | 9224301.78 | 0.62 | 6.30 |
| 7 | 814212.79 | 9224237.49 | 1.90 | 19.35 |
| 8 | 814258.59 | 9224337.58 | 0.40 | 4.03 |
| 9 | 814145.71 | 9224358.64 | 0.26 | 2.70 |
| 10 | 814207.94 | 9224380.60 | 0.11 | 1.10 |

Datos obtenidos para los dos sectores de presión dinámica máxima: 29.15 m.c.a

y presión dinámica mínima: 1.10 m.c.a

También se realizó la simulación de las presiones en el software Watercad .10, de esta manera se encontró las presiones en periodo estático obteniendo como resultado la siguiente tabla.

5.6. Descripción de las partes internas de la captación el Dungol

a) *Aleros de reunión:* estas estructuras están en buen estado ya que estas estructuras sirven para desviar o encauzar las aguas que provienen del manantial de ladera y las desvía hacia la cámara de recolección.

- b) *Tapa sanitaria*: la tapa sanitaria se encuentra con oxidos, cuenta con candado para su seguridad que niños o personas ajenas la puedan abrir y echar cualquier objeto u liquido que perfudique la salud de los habitantes.
- c) *Camara de recolección o camara humeda*:
esta se encuentra en regulares condiciones yaque cuenta con pocos filtros es decir con piedras seleccionadas adecuadamente que ayuda o sirve como cernidores de que taren las aguas de la ladera y esta evitan el ingreso a la camara de recolección.
- d) *Cerco de protección*: esta captación cuenta con cerco perimetrico, aun se conservan en buen estado con postes, cuenta con alambre de puas.
- e) *Caja de valvulas*: la caja de valvulas se encuntra en regularmente estado, la tapa sanitaria cuenta con un candado de seguridad el concreto de la caja de valvulas esta en buen estado, pero en algunas partes estas se estan desboronando ocasionando asi un posible colapso de la estructura.
- f) *Dado de potección*: esta pequeña estrucuta no cuenta con sumideros de protección, esta en total abandono ocasionando el ingreso de cualquier animal pequeño a la camara de recolección.
- g) *Filtros*: la captación cuenta con pocos filtros
- h) *Lloraderos u orificios de salida*: cuenta con 3 orificios pero en regular estado debido a que no se les da el mantenimiento correspondiente estos se ecuntran con sarro.
- i) *Canastilla de salida*: la captación cuenta con canastilla de salida, pero tambien no se le da el mantenimiento adecuado.
- j) *Cono de rebose*: si cuenta con cono de rebose
- k) *Tuberia de rebose*: la tuberia de rebose no esta cubierta con tierra, esta se encuentra al aire libre.

El reservorio es de la forma rectangular y se localiza en la cota 3333.0 msnm y tiene una capacidad de almacenamiento de $15m^3$ el reservorio fue construido hace aproximadamente 15 años para abastecer de suministro de agua potable a la población del centro poblado Calconga. Su infraestructura en un estado regular con leves daños estructurales: deterioro del concreto por el tiempo de construcción, presenta un cerco perimétrico de maya galvanizada en buen estado, la caja de control se encuentra en buen estado, por otro lado, la

caseta de cloración está en mal estado las puertas están rotas por el viento, está cubierta por calamina tanto en el techo como en sus alrededores y esto puede provocar en algún momento que la fuerza del viento se los lleve.

Figura 37: *Imagen del reservorio de la captación Dungol*



Figura 38: *Caja de válvulas del reservorio de la captación Dungol*



Figura 39: *Tubo de rebose del reservorio de la captación Dungol*



5.7. Evaluación hidráulica

5.7.1. Análisis de caudales en los reservorios

Para poder calcular el caudal que ingresa a cada reservorio se realizó el siguiente procedimiento.

1. Se realizó la medición del descenso de agua durante un cierto periodo.
2. Se tomaron las medidas del reservorio: altura, ancho y largo para calcular el área de dicho reservorio.
3. Se realizó el cálculo del volumen consumido en cada hora y durante una semana, posterior con la información obtenida en campo se realizaron cálculos en la hoja e Excel 2021.

A) Cálculo del área del reservorio(R1) circular

Tabla 20: Datos para el cálculo del área de reservorio

| | |
|---|--------------|
| Altura del agua en el reservorio | 0.80 |
| Diámetro interno del reservorio | 4.50 |
| Área del reservorio | 15.90 |

Fuente: *Elaboración propia*

$$A = \frac{\pi(4.50)^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(20.25)}{4}$$

$$A = 15.90m^2$$

Tabla 21: Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R1) circular

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | | |
|---------------------|------------|---------------|---------------------|----------------|---------|-------|---------|--|
| FECHA | | 01/06/2024 | | | | | | |
| DIA | | SABADO | | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura-lectura | volumen | m^3 | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.10 | 0.10 | 15.90 | 0.80 | 1.59 | | 0.44 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.12 | 0.02 | 15.90 | 0.78 | 0.32 | | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.23 | 0.21 | 15.90 | 0.59 | 3.34 | | 0.93 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.25 | 0.04 | 15.90 | 0.76 | 0.64 | | 0.18 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.19 | 0.15 | 15.90 | 0.65 | 2.39 | | 0.66 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.18 | 0.03 | 15.90 | 0.77 | 0.48 | | 0.13 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.21 | 0.18 | 15.90 | 0.62 | 2.86 | | 0.80 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.35 | 0.17 | 15.90 | 0.63 | 2.70 | | 0.75 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.24 | 0.07 | 15.90 | 0.73 | 1.11 | | 0.31 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.20 | 0.13 | 15.90 | 0.67 | 2.07 | | 0.57 | |

Fuente: Elaboración propia

a) *Calculo para las variaciones de lecturas*

L1: Se realizó la primera lectura a las 6:00 am, el cual tenía un descenso de agua de 0.10m

L2: Se realizó la primera lectura a las 7:00 am, el cual tenía un descenso de agua de 0.12m

Para ver la variación de lecturas que hubo en el periodo de 6:00 am hasta las 7:00 am, se hizo el siguiente cálculo.

$$\Delta l = L2 - L1$$

$$\Delta l = 0.12m - 0.10m$$

$$\Delta l = 0.02m$$

b) *Calculo del volumen consumido en el periodo de 6:00am hasta 7:00am en m^3*

$$V = \Delta l * A$$

$$V = 0.02 * 15.90$$

$$V = 0.32 m^3$$

c) *Cálculo del caudal promedio en cada hora en l/s*

$$Q_{ph}(l/s) = \frac{V * 1000}{3600}$$

$$Q_{ph}(l/s) = \frac{0.32 * 1000}{3600}$$

$$Q_{ph}(l/s) = 0.088 \text{ l/s}$$

B) *Cálculo del área del reservorio(R2) Rectangular*

Tabla 22: *Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R1) circular*

| | |
|---|--------------------------|
| Altura del agua en el reservorio | 0.50 |
| Altura | 1.50m |
| Base | 2.50m |
| Área del reservorio | 3.75m² |

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 23: *Cálculo del caudal promedio para cada hora del reservorio(R2) Rectangular*

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------|
| FECHA | | 01/06/2024 | | | | | |
| DIA | | SABADO | | | | | |
| HORARIO | | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen m³ | Qh(l/s) |
| 6:00 | - 7:00 | 0.07 | 0.07 | 3.75 | 0.80 | 0.26 | 0.07 |
| 7:00 | - 8:00 | 0.13 | 0.06 | 3.75 | 0.74 | 0.23 | 0.06 |
| 8:00 | - 9:00 | 0.15 | 0.09 | 3.75 | 0.71 | 0.34 | 0.09 |
| 9:00 | - 10:00 | 0.18 | 0.09 | 3.75 | 0.71 | 0.34 | 0.09 |
| 10:00 | - 11:00 | 0.21 | 0.12 | 3.75 | 0.68 | 0.45 | 0.13 |
| 11:00 | - 12:00 | 0.18 | 0.06 | 3.75 | 0.74 | 0.23 | 0.06 |
| 12:00 | - 13:00 | 0.16 | 0.10 | 3.75 | 0.70 | 0.38 | 0.10 |
| 13:00 | - 14:00 | 0.21 | 0.11 | 3.75 | 0.69 | 0.41 | 0.11 |
| 14:00 | - 15:00 | 0.19 | 0.08 | 3.75 | 0.72 | 0.30 | 0.08 |
| 15:00 | - 16:00 | 0.22 | 0.14 | 3.75 | 0.66 | 0.51 | 0.14 |

Fuente: *Elaboración propia*

a) *Caculo para las variaciones de lecturas*

L1:Se realizo la primera lectura a las 6:00 am, el cual tenia un descenso de agua de 0.07m

L2:Se realizo la primera lectura a las 7:00 am, el cual tenia un descenso de agua de 0.13m

Para ver la viariacion de lecturas que hubo en el periodo de 6:00 am hastas las7:00am, se hizo el siguiente calculo.

$$\Delta l = L2 - L1$$

$$\Delta l = 0.13m - 0.07m$$

$$\Delta l = 0.06m$$

b) *Calculo del volumen consumido en el periodo de 6:00am hasta 7:00am en m³*

$$V = \Delta l * A$$

$$V = 0.06 * 3.75$$

$$V = 0.23 \text{ m}^3$$

c) *Calculo del caudal promedio en cada hora en l/s*

$$Q_{ph}(l/s) = \frac{V * 1000}{3600}$$

$$Q_{ph}(l/s) = \frac{0.23 * 1000}{3600}$$

$$Q_{ph}(l/s) = 0.06 \text{ l/s}$$

Para poder verificar los caudales promedio que abastecen al centro poblado de Calconga, se realizo los calculos correspondientes en los 2 reservorios.

5.7.2. Cálculo del coeficiente de variación (K2)

Para poder calcular el caudal promedio en cada hora de los días que se hizo el aforo correspondiente de las 2 captaciones, para ellos se eligió el máximo valor de las horas aforadas, posterior a ello se eligió el dato máximo de toda la semana en la que se realizó en aforo y luego el dato obtenido se dividió entre el promedio de los consumos.

Tabla 24: *Coeficiente de variación K2 para el reservorio Rectangular (R2)*

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | PROMEDIO | | |
| 6:00 - 7:00 | 0.07 | 0.10 | 0.08 | 0.14 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | | |
| 7:00 - 8:00 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | | |
| 8:00 - 9:00 | 0.09 | 0.14 | 0.06 | 0.11 | 0.15 | 0.10 | 0.14 | 0.11 | | |
| 9:00 - 10:00 | 0.09 | 0.01 | 0.11 | 0.04 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.05 | | |
| 10:00 - 11:00 | 0.13 | 0.16 | 0.09 | 0.08 | 0.17 | 0.07 | 0.15 | 0.12 | | |
| 11:00 - 12:00 | 0.06 | 0.02 | 0.13 | 0.09 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.07 | | |
| 12:00 - 13:00 | 0.10 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.15 | | |
| 13:00 - 14:00 | 0.11 | 0.06 | 0.19 | 0.13 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | | |
| 14:00 - 15:00 | 0.08 | 0.15 | 0.22 | 0.16 | 0.17 | 0.08 | 0.15 | 0.14 | | |
| 15:00 - 16:00 | | | | | | | | | | |
| consumo promedio | | | | 0.10 | | | | | | |
| Qm(l/s) | | | | 0.0011 | | | l/s | | | |
| consumo max. Horario | 0.13 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | | | |

Fuente: *Elaboración propia*

$$Q_m = \frac{0.10 * 1000}{86400}$$

$$Q_m = 0.0011l/s$$

$$Q_{mh} = \frac{0.22 * 1000}{86400}$$

$$Q_m = 0.0025l/s$$

$$k_2 = \frac{0.0029l/s}{0.0011l/s}$$

$$k_2 = 2.25$$

Tabla 25: Coeficiente de variación K2 para el reservorio Circular (R1)

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVOIRIO CIRCULAR | | | | | | | | | |
|---|--------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | promedio | |
| 6:00 - 7:00 | 0.44 | 0.62 | 0.35 | 0.66 | 0.53 | 0.31 | 0.57 | 0.50 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.93 | 0.71 | 0.35 | 0.57 | 0.84 | 0.44 | 0.71 | 0.65 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.18 | 0.22 | 0.57 | 0.18 | 0.18 | 0.27 | 0.13 | 0.25 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.66 | 0.53 | 0.40 | 0.66 | 0.62 | 0.27 | 0.40 | 0.50 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.13 | 0.31 | 0.49 | 0.27 | 0.09 | 0.35 | 0.31 | 0.28 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.80 | 0.71 | 0.66 | 0.75 | 0.93 | 0.62 | 0.71 | 0.74 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.75 | 0.80 | 0.84 | 0.44 | 0.22 | 0.62 | 0.49 | 0.59 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.31 | 0.44 | 0.57 | 0.62 | 0.84 | 0.49 | 0.62 | 0.56 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.57 | 0.62 | 0.49 | 0.09 | 0.13 | 0.75 | 0.31 | 0.42 | |
| consumo promedio diario anual | | | | 0.46 | | | | | |
| Qm | | | | 0.0053 | | l/s | | | |
| consumo Max. Horario | | 0.93 | 0.80 | 0.84 | 0.75 | 0.92 | 0.75 | 0.71 | |

Fuente: Elaboración propia

$$Q_m = \frac{0.46 * 1000l/s}{86400}$$

$$Q_m = 0.0053l/s$$

$$Q_{mh} = \frac{0.93 * 1000l/s}{86400}$$

$$Q_{mh} = 0.011l/s$$

$$k_2 = \frac{0.011 l/s}{0.0053l/s}$$

$$k_2 = 2.07$$

5.7.3. Cálculo del coeficiente de variación (K1)

Para poder calcular el coeficiente de variación k1, se realizó un conteo del consumo por hora durante los días que fue realizado la aforación, una vez obtenido ya los resultados este se dividió en mayor consumo durante la semana entre el promedio, este procedimiento se realizó para los dos reservorios.

Tabla 26: Coeficiente de variación K1 para el reservorio Circular (R1) y Rectangular (R2)

A) RESERVORIO RECTANGULAR

| DIA | RESERVORIO -R2 |
|-------------------------------------|----------------|
| LUNES | 10 |
| MARTES | 10 |
| MIERCOLES | 10 |
| JUEVES | 10 |
| VIERNES | 10 |
| SABADO | 9 |
| DOMINGO | 10 |
| PROMEDIO | 9.86 |
| COEFICIENTE DE VARIACION -K1 | 1.014 |

Fuente: Elaboración propia

$$K1 = \frac{10 \text{ hr}}{9.68 \text{ hr}}$$

$$K1 = 1.014$$

B) RESERVORIO CIRCULAR

| DIA | RESERVORIO -R1 |
|-------------------------------------|----------------|
| LUNES | 10 |
| MARTES | 10 |
| MIERCOLES | 10 |
| JUEVES | 10 |
| VIERNES | 8 |
| SABADO | 10 |
| DOMINGO | 10 |
| PROMEDIO | 9.71 |
| COEFICIENTE DE VARIACION -K1 | 1.029 |

$$K1 = \frac{10 \text{ hr}}{9.71}$$

$$K1 = 1.029$$

Tabla 27: Resumen del Q_m para los reservorios Circular (R1) y Rectangular (R2)

| N° de Reservorios | volumen(m3) | $Q_m(m3/h)$ | $Q_m(l/s)$ |
|-------------------|-------------|-------------|------------|
| RECTANGULAR (R2) | 15 | 1.54 | 0.42 |
| CIRCULAR (R1) | 25 | 2.57 | 0.72 |

Fuente: *Elaboración propia*

5.7.4. Cálculo del caudal medio (Q_m)

a) Para el cálculo del caudal medio se utilizó los datos siguientes:

- ✓ Volumen del reservorio Rectangular: 15m³
- ✓ Promedio de los consumos diarios: 9.86 hr

$$Q_m = \frac{\text{volumen}}{\text{promedio}}$$

$$Q_{md} = \frac{15 \text{ m}^3}{9.86 \text{ hr}}$$

$$Q_m = 0.42 \text{ l/s}$$

b) Para el cálculo del caudal medio se utilizó los datos siguientes:

- ✓ Volumen del reservorio Circular : 25m³
- ✓ Promedio de los consumos diarios: 9.71 hr

$$Q_m = \frac{\text{volumen}}{\text{promedio}}$$

$$Q_{md} = \frac{25 \text{ m}^3}{9.71 \text{ hr}}$$

$$Q_m = 0.72 \text{ l/s}$$

5.7.5. Cálculo del caudal máximo diario (Q_{md})

Para poder calcular el caudal máximo diario para ambos reservorios utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = Q_m * k1 \quad (\text{ec.03})$$

a) Para el reservorio (R2) rectangular de 15m³

$$Q_{md} = \left(\frac{0.42 \text{ l}}{\text{s}} \right) (1.014)$$

$$Q_{md} = 0.43 \text{ l/s}$$

b) Para el reservorio(R1) circular de $25m^3$

$$Q_{md}=Q_m*k_2 \quad (ec.03)$$

$$Q_{md} = \left(\frac{0.72l}{s}\right) (1.029)$$

$$Q_{md} = 0.74 \text{ l/s}$$

5.7.6. Cálculo del caudal máximo horario (Qmh)

Para poder calcular el caudal maximo diario para ambos reservorios utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q_{mh}=Q_m*k_2 \quad (ec.04)$$

a) Para el reservorio(R2) rectangular de $15m^3$

$$Q_{mh} = \left(\frac{0.42l}{s}\right) (2.25)$$

$$Q_{mh} = 0.95 \text{ l/s}$$

b) Para el reservorio(R1) circular de $25m^3$

$$Q_{mh}=Q_m*k_2 \quad (ec.04)$$

$$Q_{mh} = \left(\frac{0.72 \text{ l}}{s}\right) (2.07)$$

$$Q_{mh} = 1.49 \text{ l/s}$$

Tabla 28:Resumen del Q_m , Q_{md} y Q_{mh} para los reservorios Circular(R1) y Rectangular (R2)

| DIA | RECTANGULAR(R2) | CIRCULAR(R1) |
|----------------------------|-----------------|--------------|
| Caudal medio(l/s) | 0.42 | 0.72 |
| Caudal máximo diario(l/s) | 0.43 | 0.74 |
| Caudal máximo horario(l/s) | 0.95 | 1.49 |

Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron tomados en dos épocas del mes, una el junio y la otra fue tomada en el mes de agosto para los reservorios.

Tabla 29:Resumen de los coeficientes de variación para los reservorios Circular(R1) y Rectangular (R2)

| DIA | RECTANGULAR(R2) | CIRCULAR(R1) |
|-----------------------------|-----------------|--------------|
| coeficiente de Variación K1 | 1.014 | 1.029 |
| coeficiente de Variación K2 | 2.25 | 2.07 |

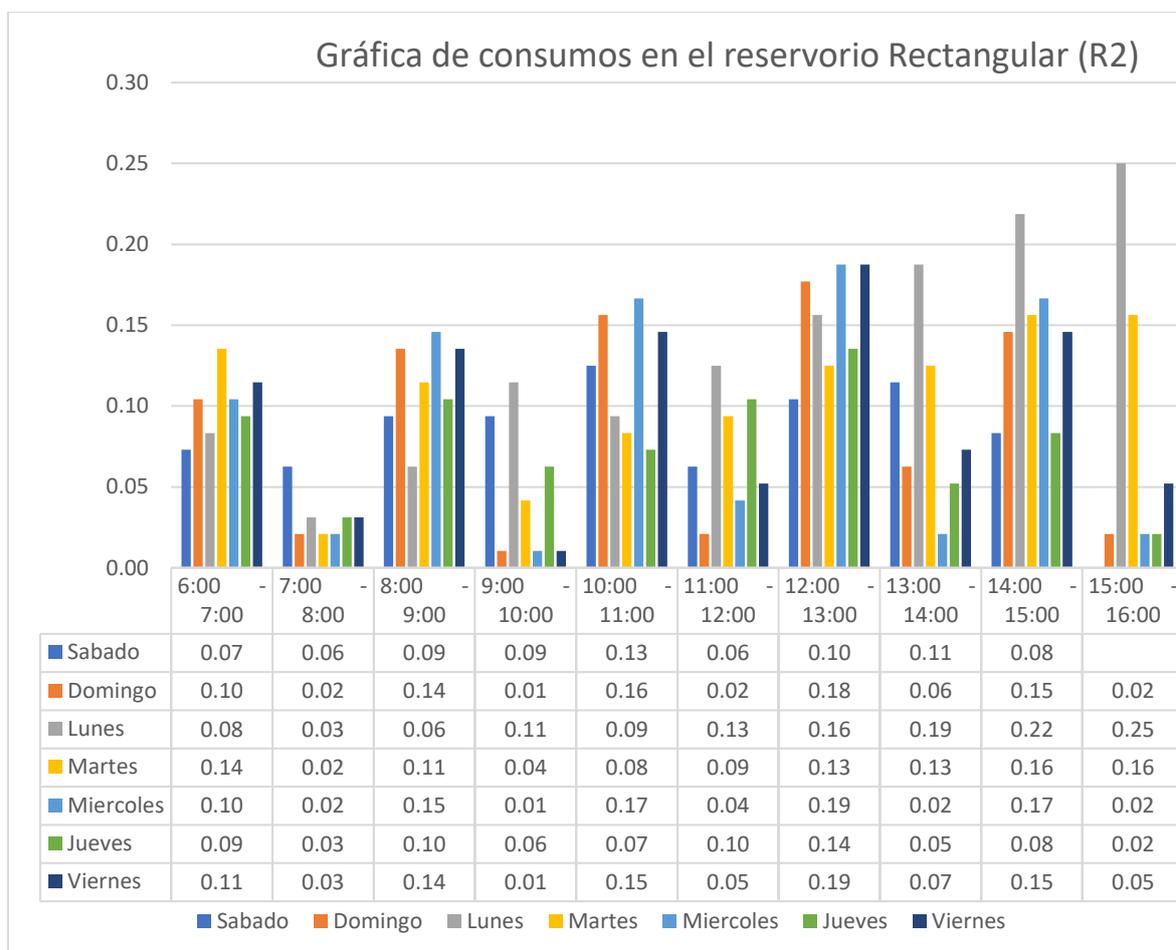
Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 :Consumo del día de máximo de consumo durante la semana

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | | | |
|---|--------|---------|-------|--------|-----------|--------|---------|-------------|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | PROMEDIO | |
| 6:00 - 7:00 | 0.07 | 0.10 | 0.08 | 0.14 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.09 | 0.14 | 0.06 | 0.11 | 0.15 | 0.10 | 0.14 | 0.11 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.09 | 0.01 | 0.11 | 0.04 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.05 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.13 | 0.16 | 0.09 | 0.08 | 0.17 | 0.07 | 0.15 | 0.12 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.06 | 0.02 | 0.13 | 0.09 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.07 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.10 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.19 | 0.14 | 0.19 | 0.15 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.11 | 0.06 | 0.19 | 0.13 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.08 | 0.15 | 0.22 | 0.16 | 0.17 | 0.08 | 0.15 | 0.14 | |
| 15:00 - 16:00 | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Grafico de consumo del reservorio rectangular



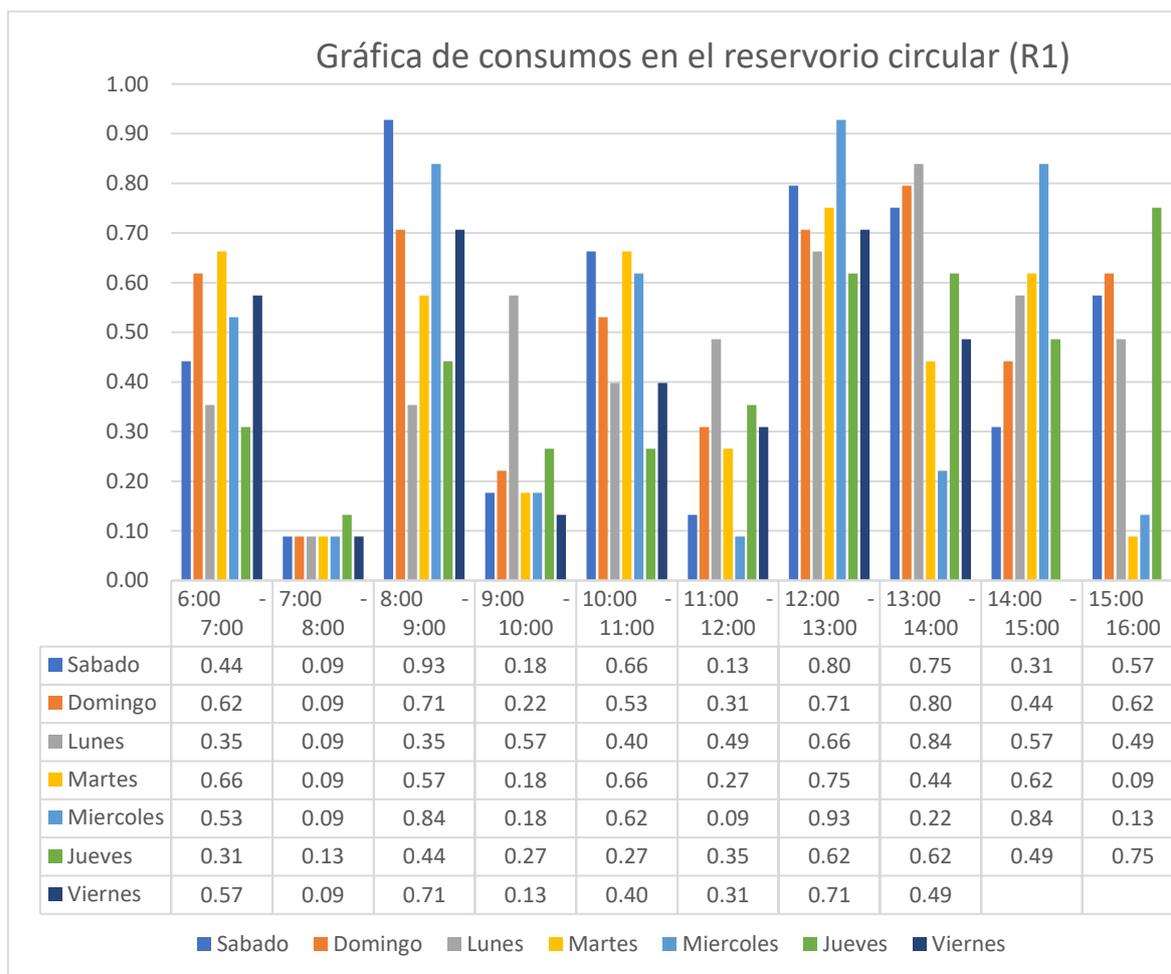
Fuente: Elaboración propia

Tabla 31:Consumo del día de máximo de consumo durante la semana

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVOIRIO CIRCULAR | | | | | | | | | |
|---|--------|---------|-------|--------|-----------|--------|---------|-------------|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | PROMEDIO | |
| 6:00 - 7:00 | 0.44 | 0.62 | 0.35 | 0.66 | 0.53 | 0.31 | 0.57 | 0.50 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.93 | 0.71 | 0.35 | 0.57 | 0.84 | 0.44 | 0.71 | 0.65 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.18 | 0.22 | 0.57 | 0.18 | 0.18 | 0.27 | 0.13 | 0.25 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.66 | 0.53 | 0.40 | 0.66 | 0.62 | 0.27 | 0.40 | 0.50 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.13 | 0.31 | 0.49 | 0.27 | 0.09 | 0.35 | 0.31 | 0.28 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.80 | 0.71 | 0.66 | 0.75 | 0.93 | 0.62 | 0.71 | 0.74 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.75 | 0.80 | 0.84 | 0.44 | 0.22 | 0.62 | 0.49 | 0.59 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.31 | 0.44 | 0.57 | 0.62 | 0.84 | 0.49 | | 0.54 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.57 | 0.62 | 0.49 | 0.09 | 0.13 | 0.75 | | 0.44 | |

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 2. Grafico de consumo del reservorio circular



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 32: *Calculo del volumen de equilibrio del reservorio Circular*

| HORAS | | HORAS FUNCIONAMIENTO | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|----------------------|---------|-----------|----------|-----------|-----------------------|--------------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | Qm(l/s) | 0.0053 | | Qm(m3/s) | | 0.46 | | | | | | |
| HORAS | % | CONSUMO | | | APORTE | | DIFERENCIA | | EXCESO | DEFECTO | TIEMPO | CONSUMO | APORTE |
| DE | A | consumo | parcial | acumulado | parcial | acumulado | Apor-Cons | | | | | | |
| 0 | 1 | 0.73 | 0.0033 | 0.0033 | 0.00 | 0.00 | -0.003 | FALSO | 0.003 | 1 | 0.00 | 0.00 | |
| 1 | 2 | 0.80 | 0.003 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.007 | 2 | 0.01 | 0.00 | |
| 2 | 3 | 0.32 | 0.001 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.008 | 3 | 0.01 | 0.00 | |
| 3 | 4 | 0.18 | 0.000 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.009 | 4 | 0.01 | 0.00 | |
| 4 | 5 | 0.22 | 0.001 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.010 | 5 | 0.01 | 0.00 | |
| 5 | 6 | 0.35 | 0.001 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.012 | 6 | 0.01 | 0.00 | |
| 6 | 7 | 9.61 | 0.044 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | -0.01 | FALSO | 0.056 | 7 | 0.06 | 0.05 | |
| 7 | 8 | 1.53 | 0.007 | 0.06 | 0.05 | 0.09 | 0.0287 | 0.028 | FALSO | 8 | 0.06 | 0.09 | |
| 8 | 9 | 11.57 | 0.053 | 0.12 | 0.05 | 0.14 | 0.0215 | 0.021 | FALSO | 9 | 0.12 | 0.14 | |
| 9 | 10 | 4.80 | 0.022 | 0.14 | 0.05 | 0.18 | 0.0453 | 0.045 | FALSO | 10 | 0.14 | 0.18 | |
| 10 | 11 | 11.02 | 0.050 | 0.19 | 0.05 | 0.23 | 0.0406 | 0.046 | FALSO | 11 | 0.19 | 0.23 | |
| 11 | 12 | 5.90 | 0.027 | 0.22 | 0.05 | 0.27 | 0.0595 | 0.059 | FALSO | 12 | 0.22 | 0.27 | |
| 12 | 13 | 15.94 | 0.073 | 0.29 | 0.05 | 0.32 | 0.0323 | 0.032 | FALSO | 13 | 0.29 | 0.32 | |
| 13 | 14 | 12.66 | 0.058 | 0.35 | 0.05 | 0.37 | 0.0201 | 0.020 | FALSO | 14 | 0.35 | 0.37 | |
| 14 | 15 | 12.01 | 0.055 | 0.40 | 0.05 | 0.41 | 0.0109 | 0.010 | FALSO | 15 | 0.40 | 0.41 | |
| 15 | 16 | 9.19 | 0.042 | 0.44 | 0.05 | 0.46 | 0.0146 | 0.014 | FALSO | 16 | 0.44 | 0.46 | |
| 16 | 17 | 0.32 | 0.001 | 0.44 | 0.00 | 0.46 | 0.0131 | 0.013 | FALSO | 17 | 0.46 | 0.46 | |
| 17 | 18 | 0.54 | 0.002 | 0.45 | 0.00 | 0.46 | 0.0107 | 0.010 | FALSO | 18 | 0.46 | 0.46 | |
| 18 | 19 | 0.12 | 0.000 | 0.45 | 0.00 | 0.46 | 0.0101 | 0.010 | FALSO | 19 | 0.46 | 0.46 | |
| 19 | 20 | 0.43 | 0.002 | 0.45 | 0.00 | 0.46 | 0.0082 | 0.008 | FALSO | 20 | 0.46 | 0.46 | |
| 20 | 21 | 0.65 | 0.003 | 0.45 | 0.00 | 0.46 | 0.0052 | 0.005 | FALSO | 21 | 0.46 | 0.46 | |
| 21 | 22 | 0.45 | 0.002 | 0.45 | 0.00 | 0.46 | 0.0031 | 0.003 | FALSO | 22 | 0.46 | 0.46 | |
| 22 | 23 | 0.29 | 0.001 | 0.46 | 0.00 | 0.46 | 0.0018 | 0.001 | FALSO | 23 | 0.46 | 0.46 | |
| 23 | 24 | 0.39 | 0.001 | 0.46 | 0.00 | 0.46 | 0.0000 | 0.000 | FALSO | 24 | 0.46 | 0.46 | |
| TOTAL | 100.0 | 0.46 | | | | | VALOR MAX | 0.059 | 0.056 | | | | |
| | | | | | | | TOTAL (EX+DEF) | 0.1154 | | | | | |
| | | | | | | | VE | 25.19 | | | | | |

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 3. CURVA CONSUMO CONTINUO DE 16 HORA

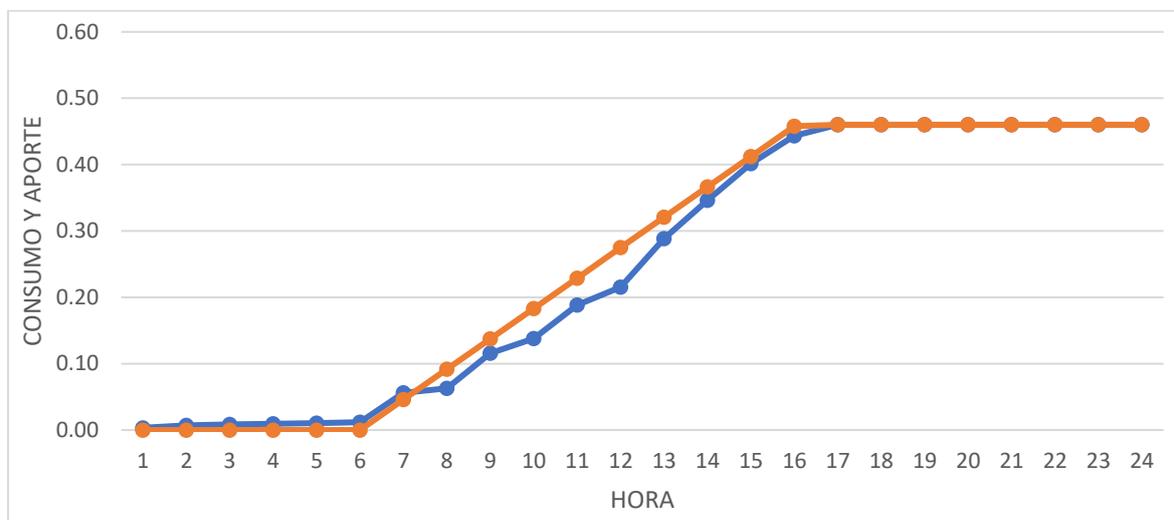
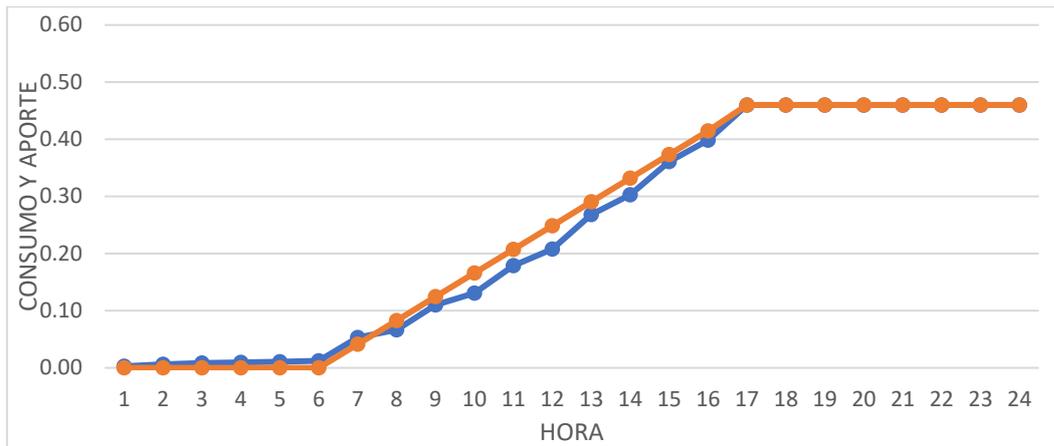


Tabla 33: Calculo del volumen de equilibrio del reservorio Rectangular

| | | HORAS FUNCIONAMIENTO | | | | 10 | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------------------|---------|-----------|---------|-----------------------|-----------|--------------|---------|--------|---------|--------|
| | | Qm(l/s) | | Qm(m3/s) | | 0.41 | | | | | | |
| HORAS | % | CONSUMO | | APORTE | | DIFERENCIA | | EXCESO | DEFECTO | TIEMPO | CONSUMO | APORTE |
| DE | A | consumo | parcial | acumulado | parcial | acumulado | Apor-Cons | | | | | |
| 0 | 1 | 0.69 | 0.002 | 0.0029 | 0.00 | 0.00 | -0.003 | FALSO | 0.003 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 2 | 0.76 | 0.003 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.006 | 2 | 0.01 | 0.00 |
| 2 | 3 | 0.65 | 0.002 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.009 | 3 | 0.01 | 0.00 |
| 3 | 4 | 0.23 | 0.001 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.010 | 4 | 0.01 | 0.00 |
| 4 | 5 | 0.18 | 0.007 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.010 | 5 | 0.01 | 0.00 |
| 5 | 6 | 0.43 | 0.001 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | FALSO | 0.012 | 6 | 0.01 | 0.00 |
| 6 | 7 | 9.83 | 0.040 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | -0.01 | FALSO | 0.053 | 7 | 0.05 | 0.04 |
| 7 | 8 | 3.28 | 0.013 | 0.07 | 0.04 | 0.08 | 0.0164 | 0.016 | FALSO | 8 | 0.07 | 0.08 |
| 8 | 9 | 10.47 | 0.043 | 0.11 | 0.04 | 0.12 | 0.0145 | 0.014 | FALSO | 9 | 0.11 | 0.12 |
| 9 | 10 | 5.02 | 0.020 | 0.13 | 0.04 | 0.17 | 0.0351 | 0.035 | FALSO | 10 | 0.13 | 0.17 |
| 10 | 11 | 11.57 | 0.048 | 0.18 | 0.04 | 0.21 | 0.0286 | 0.028 | FALSO | 11 | 0.18 | 0.21 |
| 11 | 12 | 6.99 | 0.029 | 0.21 | 0.04 | 0.25 | 0.0411 | 0.041 | FALSO | 12 | 0.21 | 0.25 |
| 12 | 13 | 14.63 | 0.060 | 0.27 | 0.04 | 0.29 | 0.0219 | 0.021 | FALSO | 13 | 0.27 | 0.29 |
| 13 | 14 | 8.30 | 0.034 | 0.30 | 0.04 | 0.33 | 0.0289 | 0.028 | FALSO | 14 | 0.30 | 0.33 |
| 14 | 15 | 13.97 | 0.058 | 0.36 | 0.04 | 0.37 | 0.0124 | 0.012 | FALSO | 15 | 0.36 | 0.37 |
| 15 | 16 | 9.13 | 0.037 | 0.40 | 0.04 | 0.41 | 0.0160 | 0.016 | FALSO | 16 | 0.40 | 0.41 |
| 16 | 17 | 0.35 | 0.001 | 0.40 | 0.00 | 0.41 | 0.0146 | 0.014 | FALSO | 17 | 0.46 | 0.46 |
| 17 | 18 | 0.65 | 0.002 | 0.40 | 0.00 | 0.41 | 0.0119 | 0.011 | FALSO | 18 | 0.46 | 0.46 |
| 18 | 19 | 0.24 | 0.001 | 0.40 | 0.00 | 0.41 | 0.0109 | 0.010 | FALSO | 19 | 0.46 | 0.46 |
| 19 | 20 | 0.56 | 0.002 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.0086 | 0.008 | FALSO | 20 | 0.46 | 0.46 |
| 20 | 21 | 0.87 | 0.003 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.0050 | 0.005 | FALSO | 21 | 0.46 | 0.46 |
| 21 | 22 | 0.37 | 0.001 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.0034 | 0.003 | FALSO | 22 | 0.46 | 0.46 |
| 22 | 23 | 0.35 | 0.001 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.0020 | 0.002 | FALSO | 23 | 0.46 | 0.46 |
| 23 | 24 | 0.48 | 0.002 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 0.0000 | 0.000 | FALSO | 24 | 0.46 | 0.46 |
| TOTAL | 100.0 | 0.41 | | | | VALOR MAX | | 0.041 | 0.053 | | | |
| | | | | | | TOTAL (EX+DEF) | | | 0.0940 | | | |
| | | | | | | VE | | 22.67 | | | | |

Gráfico 4. CURVA CONSUMO CONTINUO DE 16 HORA



5.7.7. Dotación

5.7.7.1. Evaluación con datos de la zona de estudio

Una vez obtenido los caudales de diseño y específicamente el caudal medio, y conociendo la demanda poblacional que hace uso del abastecimiento de estas captaciones, se procedió a determinar el consumo promedio haciendo uso de la siguiente ecuación matemática.

$$Q_m = \frac{p * D}{86400} \dots(\text{ec.21})$$

Despejando la dotación obtenemos

$$D = \frac{Q_m * 86400}{p} \dots(\text{ec.22})$$

Donde:

Q_m: Caudal medio

D: dotación

P: población

a) Cálculo de la dotación para el centro poblado Calconga

Datos:

$$Q_m = (0.78 + 0.44) / 2$$

$$Q_m = 0.61 \text{ l/s}$$

$$P = 128$$

Reemplazando los datos obtenemos.

$$D = \frac{0.61 * 86400}{128}$$

$$D = 411.75 \text{ l/fam/día}$$

Tabla 34: Reporte de presiones en los nodos para el reservorio circular

| NODO | ESTE | NORTE | ELEVACIÓN | COTA PIEZOMETRICA | PRESIÓN (m H2O) |
|-------------|-------------|--------------|------------------|------------------------------|----------------------------|
| N-54 | 814394.50 | 9223941.60 | 3306.30 | 3308.16 | 1.86 |
| N-38 | 814416.40 | 9223861.50 | 3306.40 | 3308.43 | 2.03 |
| N-46 | 814405.66 | 9224014.34 | 3296.75 | 3307.81 | 11.05 |
| N-45 | 814370.50 | 9224010.30 | 3295.90 | 3307.92 | 12.02 |
| N-18 | 814558.70 | 9224017.40 | 3295.20 | 3307.46 | 12.26 |
| N-17 | 814547.40 | 9224008.80 | 3295.00 | 3307.46 | 12.46 |
| N-9 | 814560.80 | 9223989.90 | 3293.30 | 3307.46 | 14.16 |
| N-10 | 814570.43 | 9223996.19 | 3292.60 | 3307.46 | 14.86 |
| N-8 | 814515.20 | 9224049.20 | 3291.00 | 3307.47 | 16.47 |
| N-7 | 814507.07 | 9224041.18 | 3290.82 | 3307.50 | 16.68 |
| N-28 | 814573.60 | 9223979.50 | 3290.40 | 3307.46 | 17.06 |
| N-40 | 814478.81 | 9224030.44 | 3289.88 | 3307.58 | 17.70 |
| N-24 | 814505.85 | 9224100.58 | 3288.88 | 3307.41 | 18.53 |
| N-31 | 814501.01 | 9224058.53 | 3288.55 | 3307.43 | 18.89 |
| N-32 | 814505.20 | 9224083.20 | 3288.40 | 3307.42 | 19.02 |
| N-25 | 814510.14 | 9224115.58 | 3288.37 | 3307.40 | 19.03 |
| N-33 | 814519.55 | 9224141.44 | 3287.91 | 3307.40 | 19.49 |
| N-26 | 814552.59 | 9223913.14 | 3287.20 | 3307.46 | 20.26 |
| N-22 | 814525.32 | 9224161.22 | 3286.93 | 3307.40 | 20.47 |
| N-5 | 814575.20 | 9223958.40 | 3286.70 | 3307.46 | 20.76 |
| N-23 | 814517.17 | 9224174.13 | 3286.45 | 3307.40 | 20.95 |
| N-6 | 814583.74 | 9223964.81 | 3286.40 | 3307.46 | 21.06 |
| N-34 | 814564.60 | 9223930.20 | 3285.80 | 3307.46 | 21.66 |
| N-27 | 814554.30 | 9223897.10 | 3283.80 | 3307.46 | 23.66 |
| N-44 | 814471.20 | 9224077.20 | 3283.70 | 3307.42 | 23.72 |
| N-39 | 814494.81 | 9224187.62 | 3282.99 | 3307.40 | 24.41 |
| N-19 | 814485.40 | 9224123.40 | 3282.80 | 3307.39 | 24.59 |
| N-20 | 814472.40 | 9224130.10 | 3279.40 | 3307.39 | 27.99 |
| N-51 | 814453.54 | 9224202.19 | 3279.05 | 3307.40 | 28.35 |
| N-48 | 814396.33 | 9224227.99 | 3278.58 | 3307.40 | 28.82 |
| N-21 | 814364.92 | 9224250.40 | 3272.82 | 3307.40 | 34.58 |
| N-47 | 814423.34 | 9224107.79 | 3272.61 | 3307.39 | 34.78 |
| N-53 | 814430.40 | 9224155.30 | 3270.70 | 3307.37 | 36.68 |
| N-11 | 814355.10 | 9224261.54 | 3270.17 | 3307.40 | 37.23 |
| N-41 | 814342.82 | 9224316.62 | 3269.60 | 3307.40 | 37.80 |
| N-15 | 814345.30 | 9224284.00 | 3269.38 | 3307.40 | 38.02 |
| N-12 | 814348.95 | 9224271.41 | 3269.16 | 3307.40 | 38.24 |
| N-49 | 814375.60 | 9224189.30 | 3266.60 | 3307.36 | 40.76 |
| N-42 | 814390.18 | 9224126.82 | 3266.52 | 3307.38 | 40.85 |
| N-43 | 814361.67 | 9224145.12 | 3262.23 | 3307.37 | 45.13 |
| N-36 | 814341.40 | 9224211.40 | 3261.20 | 3307.36 | 46.16 |

| | | | | | |
|------|-----------|------------|---------|---------|-------|
| N-14 | 814284.90 | 9224122.70 | 3260.30 | 3307.35 | 47.05 |
| N-29 | 814328.60 | 9224164.90 | 3259.20 | 3307.36 | 48.16 |
| N-13 | 814292.57 | 9224132.69 | 3259.09 | 3307.35 | 48.26 |
| N-16 | 814300.06 | 9224143.93 | 3259.02 | 3307.35 | 48.33 |
| N-35 | 814328.12 | 9224192.26 | 3258.81 | 3307.36 | 48.54 |
| N-30 | 814315.30 | 9224174.70 | 3258.40 | 3307.36 | 48.96 |
| N-52 | 814277.70 | 9224197.90 | 3257.40 | 3307.36 | 49.96 |
| N-50 | 814306.55 | 9224234.08 | 3257.39 | 3307.36 | 49.97 |

Tabla 35: Reporte de presiones en los nodos para el reservorio rectangular

| NODO | ESTE | NORTE | ELEVACIÓN | COTA PIEZOMETRICA | PRESIÓN (m H2O) |
|------|-----------|------------|-----------|----------------------|--------------------|
| N-39 | 814207.94 | 9224380.60 | 3277.01 | 3278.64 | 1.63 |
| N-10 | 814239.65 | 9224371.98 | 3275.82 | 3278.64 | 2.81 |
| N-9 | 814239.60 | 9224358.90 | 3274.70 | 3278.64 | 3.94 |
| N-5 | 814087.10 | 9223921.90 | 3277.20 | 3282.79 | 5.59 |
| N-11 | 814145.71 | 9224358.64 | 3272.87 | 3278.64 | 5.77 |
| N-12 | 814132.68 | 9224360.09 | 3272.53 | 3278.64 | 6.10 |
| N-36 | 814177.96 | 9224350.31 | 3271.99 | 3278.64 | 6.65 |
| N-41 | 814216.76 | 9224343.38 | 3271.87 | 3278.64 | 6.77 |
| N-6 | 814084.10 | 9223933.20 | 3274.90 | 3282.65 | 7.75 |
| N-48 | 814061.20 | 9224377.20 | 3270.80 | 3278.64 | 7.84 |
| N-31 | 814258.59 | 9224337.58 | 3270.60 | 3278.64 | 8.03 |
| N-46 | 814037.30 | 9224314.30 | 3270.20 | 3278.64 | 8.44 |
| N-3 | 813932.69 | 9224310.55 | 3270.10 | 3278.63 | 8.53 |
| N-1 | 814321.10 | 9224357.80 | 3270.10 | 3278.64 | 8.54 |
| N-2 | 814320.90 | 9224365.20 | 3270.10 | 3278.64 | 8.54 |
| N-51 | 813947.19 | 9224224.75 | 3269.94 | 3278.65 | 8.70 |
| N-13 | 814333.10 | 9224350.00 | 3269.90 | 3278.64 | 8.74 |
| N-8 | 813973.10 | 9224308.90 | 3269.80 | 3278.63 | 8.83 |
| N-29 | 814291.21 | 9224335.32 | 3269.58 | 3278.64 | 9.06 |
| N-22 | 814108.74 | 9224348.15 | 3269.20 | 3278.64 | 9.44 |
| N-26 | 814317.96 | 9224330.87 | 3268.95 | 3278.65 | 9.69 |
| N-18 | 814085.70 | 9223954.00 | 3272.70 | 3282.39 | 9.69 |
| N-35 | 813902.70 | 9224301.78 | 3268.70 | 3278.63 | 9.94 |
| N-21 | 814128.40 | 9224339.50 | 3268.20 | 3278.64 | 10.44 |
| N-7 | 813963.63 | 9224300.98 | 3268.00 | 3278.63 | 10.63 |
| N-4 | 813931.12 | 9224302.77 | 3267.92 | 3278.63 | 10.72 |
| N-32 | 814349.30 | 9224375.90 | 3267.50 | 3278.64 | 11.14 |
| N-33 | 814324.62 | 9224391.76 | 3267.10 | 3278.64 | 11.54 |
| N-47 | 814091.00 | 9224307.00 | 3263.90 | 3278.64 | 14.74 |
| N-40 | 814298.30 | 9224297.30 | 3263.50 | 3278.67 | 15.17 |
| N-23 | 814163.51 | 9224318.68 | 3262.96 | 3278.65 | 15.69 |
| N-16 | 814122.00 | 9224026.20 | 3263.70 | 3281.29 | 17.59 |
| N-17 | 814138.50 | 9224038.60 | 3262.70 | 3281.04 | 18.34 |

| | | | | | |
|------|-----------|------------|---------|---------|-------|
| N-45 | 814165.28 | 9224078.19 | 3261.88 | 3280.47 | 18.60 |
| N-25 | 814244.10 | 9224297.03 | 3259.73 | 3278.70 | 18.96 |
| N-30 | 814187.40 | 9224305.20 | 3259.60 | 3278.66 | 19.06 |
| N-34 | 814093.70 | 9224013.40 | 3262.30 | 3281.66 | 19.36 |
| N-14 | 814139.20 | 9224281.10 | 3258.10 | 3278.65 | 20.55 |
| N-37 | 814095.30 | 9224258.60 | 3256.90 | 3278.65 | 21.75 |
| N-15 | 814129.70 | 9224268.20 | 3256.60 | 3278.65 | 22.05 |
| N-20 | 814215.30 | 9224289.10 | 3256.40 | 3278.68 | 22.28 |
| N-44 | 814271.21 | 9224253.45 | 3256.30 | 3278.71 | 22.41 |
| N-50 | 814022.10 | 9224250.20 | 3256.10 | 3278.65 | 22.55 |
| N-19 | 814233.22 | 9224277.65 | 3255.87 | 3278.70 | 22.82 |
| N-42 | 814249.10 | 9224215.30 | 3254.70 | 3278.81 | 24.11 |
| N-49 | 814203.80 | 9224137.40 | 3254.50 | 3279.68 | 25.18 |
| N-43 | 814212.79 | 9224237.49 | 3253.33 | 3278.71 | 25.38 |
| N-38 | 814171.10 | 9224262.30 | 3253.00 | 3278.67 | 25.67 |

Tabla 36: Reporte de resultados de caudales en la red de distribución para el reservorio circular

| NODO INICIAL | NODO FINAL | LONGITUD (m) | MATERIAL | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (mm) | VELOCIDAD (m/s) |
|--------------|------------|--------------|----------|--------------|---------------|-----------------|
| N-5 | N-6 | 10.68 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-9 | N-10 | 11.52 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-11 | N-12 | 11.68 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-13 | N-14 | 12.66 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-12 | N-15 | 13.12 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-17 | N-18 | 14.2 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-21 | N-11 | 15.08 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-22 | N-23 | 15.27 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-26 | N-27 | 16.49 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-33 | N-22 | 20.63 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-34 | N-26 | 20.91 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-23 | N-39 | 26.35 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-25 | N-33 | 27.52 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-5 | N-34 | 30.14 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-15 | N-41 | 32.71 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-48 | N-21 | 39.02 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-39 | N-51 | 43.94 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-51 | N-48 | 62.76 | PVC | 0.0217 | 54.2 | 0.009 |
| N-16 | N-13 | 13.5 | PVC | 0.0434 | 54.2 | 0.019 |
| N-9 | N-28 | 16.75 | PVC | 0.0434 | 54.2 | 0.019 |
| N-28 | N-5 | 21.48 | PVC | 0.0434 | 54.2 | 0.019 |
| N-36 | N-50 | 41.76 | PVC | 0.0434 | 54.2 | 0.019 |
| N-35 | N-30 | 21.74 | PVC | 0.0556 | 54.2 | 0.024 |
| N-30 | N-52 | 44.19 | PVC | 0.065 | 54.2 | 0.028 |
| N-36 | N-35 | 23.42 | PVC | 0.0773 | 54.2 | 0.033 |

| | | | | | | |
|------------------|------|-------|-----|--------|------|-------|
| N-17 | N-9 | 23.23 | PVC | 0.0867 | 54.2 | 0.038 |
| N-8 | N-17 | 51.82 | PVC | 0.1301 | 54.2 | 0.056 |
| N-30 | N-16 | 34.34 | PVC | 0.1301 | 54.2 | 0.056 |
| N-49 | N-36 | 41.08 | PVC | 0.164 | 54.2 | 0.071 |
| N-29 | N-30 | 16.54 | PVC | 0.1829 | 54.2 | 0.079 |
| N-53 | N-49 | 64.62 | PVC | 0.1857 | 54.2 | 0.08 |
| N-43 | N-29 | 38.65 | PVC | 0.2046 | 54.2 | 0.089 |
| N-20 | N-53 | 49.75 | PVC | 0.2073 | 54.2 | 0.09 |
| N-42 | N-43 | 34.15 | PVC | 0.2479 | 54.2 | 0.107 |
| N-19 | N-20 | 15.02 | PVC | 0.2507 | 54.2 | 0.109 |
| N-47 | N-42 | 38.71 | PVC | 0.2696 | 54.2 | 0.117 |
| N-25 | N-19 | 26.54 | PVC | 0.2724 | 54.2 | 0.118 |
| N-44 | N-47 | 57.88 | PVC | 0.2913 | 54.2 | 0.126 |
| N-31 | N-44 | 35.51 | PVC | 0.313 | 54.2 | 0.136 |
| N-24 | N-25 | 15.61 | PVC | 0.3157 | 54.2 | 0.137 |
| N-32 | N-24 | 17.4 | PVC | 0.3374 | 54.2 | 0.146 |
| N-31 | N-32 | 25.03 | PVC | 0.3591 | 54.2 | 0.156 |
| N-8 | N-31 | 17.16 | PVC | 0.6721 | 54.2 | 0.291 |
| N-7 | N-8 | 11.42 | PVC | 0.8022 | 54.2 | 0.348 |
| N-40 | N-7 | 30.25 | PVC | 0.8238 | 54.2 | 0.357 |
| N-46 | N-40 | 75.21 | PVC | 0.8455 | 54.2 | 0.366 |
| N-45 | N-46 | 35.4 | PVC | 0.8672 | 54.2 | 0.376 |
| RESERVORIO 01 | N-38 | 25.09 | PVC | 0.8889 | 54.2 | 0.385 |
| N-54 | N-45 | 73.51 | PVC | 0.8889 | 54.2 | 0.385 |
| N-38 | N-54 | 83.04 | PVC | 0.8889 | 54.2 | 0.385 |

Tabla 37: Reporte de resultados de caudales en la red de distribución para el reservorio rectangular

| NODO INICIAL | NODO FINAL | LONGITUD (m) | MATERIAL | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (mm) | VELOCIDAD (m/s) |
|--------------|------------|----------------|----------|--------------|---------------|-----------------|
| N-23 | N-14 | 45.02 | PVC | 0.007 | 54.2 | 0 |
| N-1 | N-2 | 7.4 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-3 | N-4 | 8.23 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-9 | N-10 | 13.13 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-13 | N-1 | 14.31 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-19 | N-25 | 22.55 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-32 | N-33 | 29.34 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-3 | N-35 | 31.28 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-9 | N-39 | 38.45 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-22 | N-48 | 58.37 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-37 | N-50 | 73.68 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-50 | N-51 | 80.32 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-8 | N-7 | 12.48 | PVC | 0.025 | 54.2 | 0.01 |
| N-22 | N-12 | 26.96 | PVC | 0.027 | 54.2 | 0.01 |
| N-12 | N-11 | 13.12 | PVC | 0.027 | 54.2 | 0.01 |

| | | | | | | |
|------------------|------|-------|-----|-------|------|------|
| N-22 | N-46 | 79.06 | PVC | 0.027 | 54.2 | 0.01 |
| N-36 | N-11 | 33.32 | PVC | 0.048 | 54.2 | 0.02 |
| N-41 | N-36 | 39.42 | PVC | 0.048 | 54.2 | 0.02 |
| N-31 | N-41 | 42.25 | PVC | 0.048 | 54.2 | 0.02 |
| N-31 | N-9 | 28.84 | PVC | 0.05 | 54.2 | 0.02 |
| N-8 | N-3 | 40.44 | PVC | 0.05 | 54.2 | 0.02 |
| N-13 | N-32 | 30.64 | PVC | 0.075 | 54.2 | 0.03 |
| N-46 | N-8 | 64.43 | PVC | 0.075 | 54.2 | 0.03 |
| N-15 | N-37 | 35.72 | PVC | 0.1 | 54.2 | 0.04 |
| N-47 | N-46 | 54.56 | PVC | 0.123 | 54.2 | 0.05 |
| N-14 | N-15 | 16.09 | PVC | 0.125 | 54.2 | 0.05 |
| N-26 | N-13 | 24.41 | PVC | 0.125 | 54.2 | 0.05 |
| N-21 | N-22 | 21.5 | PVC | 0.129 | 54.2 | 0.06 |
| N-29 | N-31 | 32.71 | PVC | 0.148 | 54.2 | 0.06 |
| N-14 | N-47 | 55.02 | PVC | 0.173 | 54.2 | 0.07 |
| N-26 | N-29 | 27.13 | PVC | 0.173 | 54.2 | 0.08 |
| N-23 | N-21 | 41.16 | PVC | 0.229 | 54.2 | 0.1 |
| N-44 | N-19 | 45.04 | PVC | 0.235 | 54.2 | 0.1 |
| N-43 | N-19 | 45.13 | PVC | 0.251 | 54.2 | 0.11 |
| N-30 | N-23 | 27.63 | PVC | 0.261 | 54.2 | 0.11 |
| N-20 | N-30 | 32.37 | PVC | 0.336 | 54.2 | 0.15 |
| N-38 | N-14 | 37.38 | PVC | 0.341 | 54.2 | 0.15 |
| N-40 | N-26 | 39.28 | PVC | 0.348 | 54.2 | 0.15 |
| N-44 | N-40 | 52.05 | PVC | 0.398 | 54.2 | 0.17 |
| N-43 | N-38 | 48.51 | PVC | 0.416 | 54.2 | 0.18 |
| N-19 | N-20 | 21.27 | PVC | 0.436 | 54.2 | 0.19 |
| N-42 | N-44 | 44.12 | PVC | 0.734 | 54.2 | 0.32 |
| N-42 | N-43 | 42.58 | PVC | 0.741 | 54.2 | 0.32 |
| N-49 | N-42 | 90.11 | PVC | 1.6 | 54.2 | 0.69 |
| N-45 | N-49 | 71.02 | PVC | 1.725 | 54.2 | 0.75 |
| N-17 | N-45 | 47.8 | PVC | 1.775 | 54.2 | 0.77 |
| N-5 | N-6 | 11.92 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |
| N-16 | N-17 | 20.66 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |
| N-6 | N-18 | 20.98 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |
| RESERVORIO 02 | N-5 | 25.62 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |
| N-34 | N-16 | 31.09 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |
| N-18 | N-34 | 60.83 | PVC | 1.8 | 54.2 | 0.78 |

6. CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. En la Investigación se evaluó y describió el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga, donde se verifico que las estructuras se encuentran deterioradas por el tiempo de construcción que tienen, también se verificaron fugas en algunas viviendas
2. Se evaluó el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Calconga donde se verifico problemas estructurales en la captación yaqué esta se encuentra en un proceso de deterioro, las tapas sanitarias no cuentan con candado de protección y además están oxidadas en un 90%,en la captación la cota la tubería de rebose no cuenta con dados de protección, cerco perimétrico de la captación la cota está en pésimo estado, por el contrario el cerco perimétrico de la captación Dungol si está en buenas condiciones, las líneas de conducción en unas partes no están enterradas en su totalidad. El reservorio Circular de 25m³ la caseta de cloración no cuenta con una puerta para proteger el tanque, la parte interna del reservorio no se le da mantenimiento, puesto que se observó lodos, la escalera para descender a la parte interna del reservorio se encuentra oxidada, sin embargo, la tubería de rebose y la canastilla si están en buen estado, la tapa sanitaria del reservorio no cuenta con seguridad ,no cuentan con zanja de coronación, los cercos perimétricos de los 2 reservorios si están en buen estado. El reservorio rectangular de 15m³ la caseta de cloración está en buen estado, la escalera para descender a la parte interna del reservorio se encuentra oxidada, sin embargo, la tubería de rebose y la canastilla si están en buen estado, la tapa sanitaria del reservorio no cuenta con seguridad, no cuentan con zanja de coronación, la tubería de rebose no cuenta con dado de protección, en la caja de válvulas se encontró sapos.

Para ambas captaciones la caseta de cloración cuenta con los elementos adecuado para el monitoreo de la cloración, las redes de distribución el 90% están en buen estado, el 10% en mal estado y en algunas viviendas no cuentan con piletas por el crecimiento de la población y el presidente de las JASS aun no les autoriza para su respectiva conexión.

3. Se realizó un análisis del sistema de abastecimiento de agua potable posterior a ello se realizaron cálculos para obtener los caudales de diseño para los 2 reservorios a partir de una demanda de agua, los datos obtenidos son los siguientes:
Reservorio Rectangular $Q_m=0.42$ l/s, $Q_{md}=0.43$ l/s, $Q_{mh}=0.95$ l/s, también se obtuvieron los coeficientes de variación diaria $K_1=1.014$ y los coeficientes de variación horaria $K_2=2.25$
Para el reservorio Circular $Q_m=0.72$ l/s, $Q_{md}=0.74$ l/s, $Q_{mh}=1.49$ l/s, también se obtuvieron los coeficientes de variación diaria $K_1=1.029$, y los coeficientes de variación horaria $K_2=2.07$
4. Se realizó el modelamiento de la red de distribución para los dos reservorios de la captación la Cota y Dungol para el área de estudio en el software waterCAD V10, en la cual se obtuvo las presiones estáticas en cada nodo obteniendo presiones desde 2.11 (m H₂O) hasta los 51.12 (m H₂O) para el reservorio circular de la captación la cota y desde 5.90(m H₂O) hasta los 30.10 (m H₂O) para el reservorio rectangular de la captación Dungol.
5. Se constató que el diámetro de la línea de aducción con los datos de los caudales máximos horarios para los dos reservorios de la captación la Cota y Dungol fueron: para el reservorio circular de 1 ½ pulg y para el reservorio rectangular 1 ½ pulg, el cual según la RNE cumplen con el rango establecido.

6.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un mejoramiento en las estructuras de la captación la Cota, la red de conducción, Implementación de un cerco perimétrico, dados de protección para los reservorios y mejoramiento de la caseta de cloración del reservorio, mejoramiento en las conexiones domiciliarias.
2. Se recomienda que las presiones obtenidas estén dentro de los parámetros establecidos en la norma técnica de diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, en caso no lo estén se recomienda instalar reductores de presión, cámaras rompe presión y el uso de materiales adecuados, también un correcto diseño en las tuberías, incluyendo el diámetro y trazado puesto que esto es crucial para evitar las caídas de presión y garantizar un flujo adecuado.
3. Se recomienda a los representantes de la JASS realizar una documentación para gestionar la renovación de la captación la Cota puesto que esta se encuentra en total deterioro.
4. Se recomienda a la junta administrativa del centro poblado gestionar conjuntamente con la autoridad del ATM del distrito de sucre realizar campañas de sensibilidad para la población con el fin de cuidar los sistemas de abastecimiento de agua y el aprovechamiento del vital elemento líquido.
5. Se recomienda a las autoridades realizar un mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas y la aplicación de un producto impermeabilizante en los reservorios que cuentan con fisuras, enterrar en su totalidad a las líneas de conducción para evitar rupturas en la tubería y ocasionar fugas de agua, también dar un mantenimiento a las cajas de control para mejorar el funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- Ampuero, R; Faysse, N; Quiroz, F. 2005. Metodología de apoyo a comités de agua potable en zonas peri-urbanas (En línea).
- Aqua España (26 de julio de 2019). Usos y beneficios de las aguas pluviales España.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales .
- Ccanto, G. (2010). Metodología de la investigación científica en ingeniería civil.
- Corimanya, M., Huamani, S., & Acosta, L. (2021). Sistema de indicadores e índices de la gestión de los prestadores de los servicios de saneamiento.
- Conza A, Páucar J. Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales.
- García, E (2009): Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima (Perú): Fondo Perú-Alemania
- Gonzales, A. (2019). Evaluación de la línea de conducción de la red de agua potable de la ciudad de Jaén.
- Hernández, A. (2019). Mejoramiento, ampliación y rediseño del sistema de agua potable en el caserío de Corisorgona Alto, provincia Cajamarca - Cajamarca, Agosto 2019
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta Ed). Mac Graw Hill.
- Herrera, M. (2019). Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Huancapampa, distrito Recuay, provincia de Recuay, región de Áncash, agosto.
- Medina, L. (2022). Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, cantón Pastaza, provincia de Pastaza.
- Mejía, A. (2019). Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, región Áncash; y su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2019
- Mejia, F. (2019). “Evaluacion y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de pariacoto, provincia de Huaraz, region Áncash; y su incidencia en la condicion sanitaria de la poblacion-2019”
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Norma Técnica de Diseño.
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (Segunda). Colegio de Ingenieros del Perú.
- Pibaque, M. (2019). “Análisis del déficit y consumo de agua potable en la ciudad de Jipijapa”

Revistas

- ANA. (2009). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú Ica.
- CARE-PERÚ. (2001). Agua potable en zonas rurales, operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento.
- CENEPRED. (2018). Guía para la evaluación del riesgo en el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario.
- DRVCS - Cajamarca. (2010). Compendio sistema de información regional de Agua y Saneamiento.
- JURADO, Anna, MARC WALTHER, M and DIAZ CRUZ, Silvia. 2015. Occurrence fate and envirometal risk assessment of the organic microcontaminants included in the Watch List. [Online] 2015. [Cited: Octubre 08, 2020.]
- MINSA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Dirección General de Salud Ambiental Del Ministerio de Salud.
- MVCS. (2014). Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable.
- MVCS. (2018). Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento rural.
- OPS [Organización Panamericana de la Salud]. Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores [en línea]. Lima: Organización Panamericana de la Salud, 2005.
- VERÓNICA (2012 – 2013) Red de Abastecimiento- proyecto de remodelación de la red de agua del barrio de la Geltrú.
- SANIPES. (2020). Organismo nacional de sanidad pesquera y acuícola programa interlaboratorio, Enumeracion de coliformes termotolerantes.



Dr. Ing° Gaspar V. Méndez Cruz
ASESOR



Bach. ORNAN BAYADOLID FLORES BARBA
TESISTA

ANEXOS

ANEXOS N°:01

Cálculo de los caudales para el reservorio Circular

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|---|----------------|--|
| FECHA | | 01/06/2024 | | | | | |
| DIA | | SABADO | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura-lectura | volumen <i>m</i>³ | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.10 | 0.10 | 15.90 | 0.80 | 1.59 | 0.44 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.12 | 0.02 | 15.90 | 0.78 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.23 | 0.21 | 15.90 | 0.59 | 3.34 | 0.93 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.25 | 0.04 | 15.90 | 0.76 | 0.64 | 0.18 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.19 | 0.15 | 15.90 | 0.65 | 2.39 | 0.66 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.18 | 0.03 | 15.90 | 0.77 | 0.48 | 0.13 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.21 | 0.18 | 15.90 | 0.62 | 2.86 | 0.80 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.35 | 0.17 | 15.90 | 0.63 | 2.70 | 0.75 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.24 | 0.07 | 15.90 | 0.73 | 1.11 | 0.31 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.20 | 0.13 | 15.90 | 0.67 | 2.07 | 0.57 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------------------|--|
| FECHA | | 02/06/2024 | | | | | |
| DIA | | DOMINGO | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura-lectura | volumen | <i>m</i>³ Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.14 | 0.14 | 15.90 | 1.20 | 2.23 | 0.62 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.16 | 0.02 | 15.90 | 1.18 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.18 | 0.16 | 15.90 | 1.04 | 2.54 | 0.71 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.21 | 0.05 | 15.90 | 1.15 | 0.80 | 0.22 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.17 | 0.12 | 15.90 | 1.08 | 1.91 | 0.53 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.19 | 0.07 | 15.90 | 1.13 | 1.11 | 0.31 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.16 | 15.90 | 1.04 | 2.54 | 0.71 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.34 | 0.18 | 15.90 | 1.02 | 2.86 | 0.80 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.28 | 0.10 | 15.90 | 1.10 | 1.59 | 0.44 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.24 | 0.14 | 15.90 | 1.06 | 2.23 | 0.62 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 03/06/2024 | | | | | |
| DIA | | LUNES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura- lectura | volumen m³ | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.08 | 0.08 | 15.90 | 0.90 | 1.27 | 0.35 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.10 | 0.02 | 15.90 | 0.80 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.16 | 0.08 | 15.90 | 0.74 | 1.27 | 0.35 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.21 | 0.13 | 15.90 | 0.69 | 2.07 | 0.57 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.17 | 0.09 | 15.90 | 0.73 | 1.43 | 0.40 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.19 | 0.11 | 15.90 | 0.71 | 1.75 | 0.49 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.15 | 15.90 | 0.67 | 2.39 | 0.66 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.27 | 0.19 | 15.90 | 0.63 | 3.02 | 0.84 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.21 | 0.13 | 15.90 | 0.69 | 2.07 | 0.57 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.19 | 0.11 | 15.90 | 0.71 | 1.75 | 0.49 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 04/06/2024 | | | | | |
| DIA | | MARTES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura- lectura | volumen m³ | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.15 | 0.15 | 15.90 | 1.10 | 2.39 | 0.66 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.17 | 0.02 | 15.90 | 1.08 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.15 | 0.13 | 15.90 | 0.97 | 2.07 | 0.57 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.17 | 0.04 | 15.90 | 1.06 | 0.64 | 0.18 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.19 | 0.15 | 15.90 | 0.95 | 2.39 | 0.66 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.21 | 0.06 | 15.90 | 1.04 | 0.95 | 0.27 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.17 | 15.90 | 0.93 | 2.70 | 0.75 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.27 | 0.10 | 15.90 | 1.00 | 1.59 | 0.44 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.24 | 0.14 | 15.90 | 0.96 | 2.23 | 0.62 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.16 | 0.02 | 15.90 | 1.08 | 0.32 | 0.09 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 05/06/2024 | | | | | |
| DIA | | MIERCOLES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura- lectura | volumen m³ | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.12 | 0.12 | 15.90 | 0.90 | 1.91 | 0.53 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.14 | 0.02 | 15.90 | 0.76 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.21 | 0.19 | 15.90 | 0.69 | 3.02 | 0.84 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.23 | 0.04 | 15.90 | 0.67 | 0.64 | 0.18 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.18 | 0.14 | 15.90 | 0.72 | 2.23 | 0.62 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.16 | 0.02 | 15.90 | 0.74 | 0.32 | 0.09 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.21 | 15.90 | 0.67 | 3.34 | 0.93 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.26 | 0.05 | 15.90 | 0.64 | 0.80 | 0.22 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.24 | 0.19 | 15.90 | 0.66 | 3.02 | 0.84 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.22 | 0.03 | 15.90 | 0.68 | 0.48 | 0.13 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 06/06/2024 | | | | | |
| DIA | | JUEVES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura- lectura | volumen m^3 | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.07 | 0.07 | 15.90 | 0.80 | 1.11 | 0.31 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.10 | 0.03 | 15.90 | 0.70 | 0.48 | 0.13 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.13 | 0.10 | 15.90 | 0.67 | 1.59 | 0.44 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.16 | 0.06 | 15.90 | 0.64 | 0.95 | 0.27 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.12 | 0.06 | 15.90 | 0.68 | 0.95 | 0.27 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.14 | 0.08 | 15.90 | 0.66 | 1.27 | 0.35 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.22 | 0.14 | 15.90 | 0.58 | 2.23 | 0.62 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.28 | 0.14 | 15.90 | 0.52 | 2.23 | 0.62 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.25 | 0.11 | 15.90 | 0.55 | 1.75 | 0.49 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.28 | 0.17 | 15.90 | 0.52 | 2.70 | 0.75 | |

| RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 07/06/2024 | | | | | |
| DIA | | VIERNES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Área del reservorio | Altura- lectura | volumen m^3 | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.13 | 0.13 | 15.90 | 0.70 | 2.07 | 0.57 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.15 | 0.02 | 15.90 | 0.55 | 0.32 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.18 | 0.16 | 15.90 | 0.52 | 2.54 | 0.71 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.19 | 0.03 | 15.90 | 0.51 | 0.48 | 0.13 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.12 | 0.09 | 15.90 | 0.58 | 1.43 | 0.40 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.16 | 0.07 | 15.90 | 0.54 | 1.11 | 0.31 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.16 | 15.90 | 0.47 | 2.54 | 0.71 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.27 | 0.11 | 15.90 | 0.43 | 1.75 | 0.49 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.25 | 0.14 | 15.90 | 0.45 | 2.23 | 0.62 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.21 | 0.07 | 15.90 | 0.49 | 1.11 | 0.31 | |

ANEXOS N°:02

Cálculo de los caudales para el reservorio Rectangular

| FECHA | | 01/06/2024 | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------|--|
| DIA | | SABADO | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen m^3 | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.07 | 0.07 | 3.75 | 0.80 | 0.26 | 0.07 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.13 | 0.06 | 3.75 | 0.74 | 0.23 | 0.06 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.15 | 0.09 | 3.75 | 0.71 | 0.34 | 0.09 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.18 | 0.09 | 3.75 | 0.71 | 0.34 | 0.09 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.21 | 0.12 | 3.75 | 0.68 | 0.45 | 0.13 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.18 | 0.06 | 3.75 | 0.74 | 0.23 | 0.06 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.16 | 0.10 | 3.75 | 0.70 | 0.38 | 0.10 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.21 | 0.11 | 3.75 | 0.69 | 0.41 | 0.11 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.19 | 0.08 | 3.75 | 0.72 | 0.30 | 0.08 | |
| 15:00 - 16:00 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | |

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------|--|
| FECHA | | 03/06/2024 | | | | | |
| DIA | | LUNES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen m^3 | Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.09 | 0.08 | 3.75 | 0.90 | 0.30 | 0.08 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.11 | 0.03 | 3.75 | 0.79 | 0.11 | 0.03 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.14 | 0.06 | 3.75 | 0.76 | 0.23 | 0.06 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.19 | 0.11 | 3.75 | 0.71 | 0.41 | 0.11 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.17 | 0.09 | 3.75 | 0.73 | 0.34 | 0.09 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.20 | 0.12 | 3.75 | 0.70 | 0.45 | 0.13 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.15 | 3.75 | 0.67 | 0.56 | 0.16 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.26 | 0.18 | 3.75 | 0.64 | 0.68 | 0.19 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.29 | 0.21 | 3.75 | 0.61 | 0.79 | 0.22 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.32 | 0.24 | 3.75 | 0.58 | 0.90 | 0.25 | |

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| FECHA | | 04/06/2024 | | | | | |
| DIA | | MARTES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen | m^3 | Qh(l/s) |
| 6:00 - 7:00 | 0.13 | 0.13 | 3.75 | 1.10 | 0.49 | | 0.14 |
| 7:00 - 8:00 | 0.15 | 0.02 | 3.75 | 1.08 | 0.08 | | 0.02 |
| 8:00 - 9:00 | 0.13 | 0.11 | 3.75 | 0.99 | 0.41 | | 0.11 |
| 9:00 - 10:00 | 0.15 | 0.04 | 3.75 | 1.06 | 0.15 | | 0.04 |
| 10:00- 11:00 | 0.12 | 0.08 | 3.75 | 1.02 | 0.30 | | 0.08 |
| 11:00- 12:00 | 0.17 | 0.09 | 3.75 | 1.01 | 0.34 | | 0.09 |
| 12:00- 13:00 | 0.21 | 0.12 | 3.75 | 0.98 | 0.45 | | 0.13 |
| 13:00- 14:00 | 0.24 | 0.12 | 3.75 | 0.98 | 0.45 | | 0.13 |
| 14:00- 15:00 | 0.27 | 0.15 | 3.75 | 0.95 | 0.56 | | 0.16 |
| 15:00- 16:00 | 0.30 | 0.15 | 3.75 | 0.95 | 0.56 | | 0.16 |

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| FECHA | | 05/06/2024 | | | | | |
| DIA | | MIERCOLES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen | m^3 | Qh(l/s) |
| 6:00 - 7:00 | 0.10 | 0.10 | 3.75 | 0.90 | 0.38 | | 0.10 |
| 7:00 - 8:00 | 0.12 | 0.02 | 3.75 | 0.78 | 0.08 | | 0.02 |
| 8:00 - 9:00 | 0.16 | 0.14 | 3.75 | 0.74 | 0.53 | | 0.15 |
| 9:00- 10:00 | 0.15 | 0.01 | 3.75 | 0.75 | 0.04 | | 0.01 |
| 10:00- 11:00 | 0.17 | 0.16 | 3.75 | 0.73 | 0.60 | | 0.17 |
| 11:00- 12:00 | 0.20 | 0.04 | 3.75 | 0.70 | 0.15 | | 0.04 |
| 12:00- 13:00 | 0.22 | 0.18 | 3.75 | 0.68 | 0.68 | | 0.19 |
| 13:00- 14:00 | 0.20 | 0.02 | 3.75 | 0.70 | 0.08 | | 0.02 |
| 14:00- 15:00 | 0.18 | 0.16 | 3.75 | 0.72 | 0.60 | | 0.17 |
| 15:00- 16:00 | 0.18 | 0.02 | 3.75 | 0.72 | 0.08 | | 0.02 |

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|--|
| FECHA | | 06/06/2024 | | | | | |
| DIA | | JUEVES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen | m^3 Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.09 | 0.09 | 3.75 | 0.80 | 0.34 | 0.09 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.12 | 0.03 | 3.75 | 0.68 | 0.11 | 0.03 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.13 | 0.10 | 3.75 | 0.67 | 0.38 | 0.10 | |
| 9:00- 10:00 | 0.16 | 0.06 | 3.75 | 0.64 | 0.23 | 0.06 | |
| 10:00- 11:00 | 0.13 | 0.07 | 3.75 | 0.67 | 0.26 | 0.07 | |
| 11:00- 12:00 | 0.17 | 0.10 | 3.75 | 0.63 | 0.38 | 0.10 | |
| 12:00- 13:00 | 0.23 | 0.13 | 3.75 | 0.57 | 0.49 | 0.14 | |
| 13:00- 14:00 | 0.18 | 0.05 | 3.75 | 0.62 | 0.19 | 0.05 | |
| 14:00- 15:00 | 0.13 | 0.08 | 3.75 | 0.67 | 0.30 | 0.08 | |
| 15:00- 16:00 | 0.10 | 0.02 | 3.75 | 0.70 | 0.08 | 0.02 | |

| RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|--|
| FECHA | | 07/06/2024 | | | | | |
| DIA | | VIERNES | | | | | |
| HORARIO | lectura(m) | diferencia(m) | Area del reservorio | Altura-lectura | volumen | m^3 Qh(l/s) | |
| 6:00 - 7:00 | 0.11 | 0.11 | 3.75 | 0.70 | 0.41 | 0.11 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.14 | 0.03 | 3.75 | 0.56 | 0.11 | 0.03 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.16 | 0.13 | 3.75 | 0.54 | 0.49 | 0.14 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.14 | 0.01 | 3.75 | 0.56 | 0.04 | 0.01 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.15 | 0.14 | 3.75 | 0.55 | 0.53 | 0.15 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.19 | 0.05 | 3.75 | 0.51 | 0.19 | 0.05 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.23 | 0.18 | 3.75 | 0.47 | 0.68 | 0.19 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.25 | 0.07 | 3.75 | 0.45 | 0.26 | 0.07 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.21 | 0.14 | 3.75 | 0.49 | 0.53 | 0.15 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.19 | 0.05 | 3.75 | 0.51 | 0.19 | 0.05 | |

ANEXOS N°:03

Cálculo de los caudales Horarios para el reservorio Circular

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVORIO CIRCULAR | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | |
| 6:00 - 7:00 | 0.44 | 0.62 | 0.35 | 0.66 | 0.53 | 0.31 | 0.57 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.93 | 0.71 | 0.35 | 0.57 | 0.84 | 0.44 | 0.71 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.18 | 0.22 | 0.57 | 0.18 | 0.18 | 0.27 | 0.13 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.66 | 0.53 | 0.40 | 0.66 | 0.62 | 0.27 | 0.40 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.13 | 0.31 | 0.49 | 0.27 | 0.09 | 0.35 | 0.31 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.80 | 0.71 | 0.66 | 0.75 | 0.93 | 0.62 | 0.71 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.75 | 0.80 | 0.84 | 0.44 | 0.22 | 0.62 | 0.49 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.31 | 0.44 | 0.57 | 0.62 | 0.84 | 0.49 | 0.62 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.57 | 0.62 | 0.49 | 0.09 | 0.13 | 0.75 | 0.31 | |
| Consumo diario <i>m³</i> | 4.86 | 5.04 | 4.82 | 4.33 | 4.46 | 4.24 | 4.33 | |
| cons.max. horario <i>m³</i> | 0.93 | 0.80 | 0.84 | 0.75 | 0.93 | 0.75 | 0.71 | |
| Q.Medio horario | 0.49 | 0.50 | 0.48 | 0.43 | 0.45 | 0.42 | 0.43 | |
| Q.Medio horario (l/s) | 0.13 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | |

Cálculo de los caudales Horarios para el reservorio Rectangular

| CAUDAL PROMEDIO GENERADO EN EL RESERVORIO RECTANGULAR | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| HORARIO | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | |
| 6:00 - 7:00 | 0.31 | 0.44 | 0.35 | 0.57 | 0.44 | 0.40 | 0.49 | |
| 7:00 - 8:00 | 0.27 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.13 | |
| 8:00 - 9:00 | 0.40 | 0.57 | 0.27 | 0.49 | 0.62 | 0.44 | 0.57 | |
| 9:00 - 10:00 | 0.40 | 0.04 | 0.49 | 0.18 | 0.04 | 0.27 | 0.04 | |
| 10:00 - 11:00 | 0.53 | 0.66 | 0.40 | 0.35 | 0.71 | 0.31 | 0.62 | |
| 11:00 - 12:00 | 0.27 | 0.09 | 0.53 | 0.40 | 0.18 | 0.44 | 0.22 | |
| 12:00 - 13:00 | 0.44 | 0.75 | 0.66 | 0.53 | 0.80 | 0.57 | 0.80 | |
| 13:00 - 14:00 | 0.49 | 0.27 | 0.80 | 0.53 | 0.09 | 0.22 | 0.31 | |
| 14:00 - 15:00 | 0.35 | 0.62 | 0.93 | 0.66 | 0.71 | 0.35 | 0.62 | |
| 15:00 - 16:00 | 0.60 | 0.09 | 1.06 | 0.66 | 0.09 | 0.09 | 0.22 | |
| Consumo diario <i>m³</i> | 4.05 | 3.62 | 5.61 | 4.46 | 3.76 | 3.22 | 4.02 | |
| cons.max. horario <i>m³</i> | 0.60 | 0.75 | 1.06 | 0.66 | 0.80 | 0.57 | 0.80 | |
| Q. Medio horario | 0.40 | 0.36 | 0.56 | 0.45 | 0.38 | 0.32 | 0.40 | |
| Q.Medio horario (l/s) | 0.11 | 0.10 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | |

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1: *datos de concreto en mal estado de la captación la cota*



Fotografía 2: *deterioro estructural de la captación la cota*



Fotografía 3: *reservorio de las captaciones la cota*



Fotografía 4: *aforo en el reservorio de la captación la cota*



Fotografía 5: *caseta de cloración del reservorio de la captación la cota*



Fotografía 6: tubería de rebose sin dados de protección de la captación Dungol



Fotografía 7: aforo en el reservorio de la captación Dungol



Fotografía 8: tubería de línea de conducción de la captación el Dungol sin enterrar



Fotografía 9: cámara de control con fugas de agua del reservorio de la captación Dungol



Fotografía 10: toma de lectura de la presión dinámica haciendo uso del manómetro



Fotografía 11: toma de lectura de la presión dinámica haciendo uso del manómetro

