

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por

Bach. **MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS**

Asesor

Dr. Ing° **Gaspar Virilo Méndez Cruz**

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Manuela Yhulisa Quiliche Rojas
DNI: 71123257
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- 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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA.
- Fecha de evaluación:** 20/11/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 22%
- Código Documento: Oide:** 3117:407707458
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: Cajamarca, 20 de noviembre de 2024



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

DNI: 26631950



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 20/11/2024 21:33:57-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la luz que guía mi camino.

A mis padres, por su apoyo moral e incondicional durante este proceso.

A mi hermanita, por contar con su apoyo y compañía en campo, durante la recolección de información.

A mi amigo Víctor, por el apoyo brindando durante la recopilación de información y realización de ensayos.

A mi asesor el Dr. Ing. Gaspar Méndez Cruz, por aceptar serlo y por resolver mis dudas durante el desarrollo de la investigación, así como por su apoyo en brindarme facilidades para realizar los ensayos.

A mis amigos de la Universidad Nacional de Cajamarca, con quienes compartimos en las aulas, por las experiencias suscitadas y por el apoyo en el crecimiento educativo.

DEDICATORIA

A MI MADRE,

Por brindarme la vida, por cuidarme desde pequeña y por nunca dejarme sola pese a las circunstancias. Por ser la luz, motivo y razón de mi existencia y por siempre estar a mi lado como una madre, amiga y compañera.

A MI PADRE,

Por su sacrificio y esfuerzo para brindarme una educación, por inculcarme valores, ponerme reglas que me han permitido llegar al día de hoy cumpliendo una de mis metas.

A MI HERMANITA ANTONELA,

Cuanto anhele tener una hermanita y Diosito me regalo tu compañía y es así que desde que existes en mi vida, la has llenado de alegrías.

A MI ABUELITA SALUSTINA,

Reciente fue tu partida y siempre fue, es y será tu presencia en mi vida. Me acogiste desde pequeña y brindaste mucho cariño abuelita.

A MI ABUELITA MANUELA,

No tuve la oportunidad de conocerte, aun así, llevo tu nombre y desde el cielo has cuidado a mi papito y de nosotras.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización del problema.....	1
1.1.2. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Justificación de la investigación.....	2
1.4. Alcances o delimitación de la investigación.....	3
1.5. Limitaciones.....	3
1.6. Objetivos.....	3
1.6.1. Objetivo general.....	3
1.6.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes Teóricos.....	5
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Valoración de servicio de agua potable en el ámbito rural.....	7
2.2.2. Acceso al servicio de saneamiento en el ámbito rural.....	8
2.2.3. Criterios de un sistema de agua potable.....	9
2.2.3.1. Fuentes de Abastecimiento.....	9
2.2.3.2. Calidad de agua.....	10
2.2.3.3. Cantidad de agua.....	10
2.2.4. Parámetros de un sistema de agua potable.....	11
2.2.4.1. Consumo de Agua.....	11
2.2.4.2. Variaciones de Consumo.....	11
2.2.5. Tipos De Sistemas De Agua Potable.....	13
2.2.5.1. Sistema De Agua Potable Por Gravedad.....	13
2.2.5.2. Sistema De Agua Potable Por Bombeo.....	13
2.2.6. Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.....	13

2.2.6.1.	Captación de manantial de ladera	14
2.2.6.2.	Línea de Conducción	18
2.2.6.3.	Reservorio de concreto	20
2.2.6.4.	Línea de Aducción	23
2.2.6.5.	Red de Distribución.....	24
2.2.6.6.	Análisis Hidráulico – EPANET 2.0.....	27
2.2.6.7.	Conexiones Domiciliarias.....	29
2.2.7.	Sistema de desinfección por cloración mediante goteo autocompensante .	29
2.2.8.	Resistencia Estructural del Concreto In Situ – ACI 228	30
2.2.8.1.	Ensayo de Esclerometría - NTP 339-181:2013	30
2.2.9.	Operación y Mantenimiento de un sistema de agua potable	31
2.3.	Definición de términos básicos	32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		35
3.1.	Caracterización de la zona de estudio	35
3.1.1.	Demarcación Política	35
3.1.2.	Ubicación Geográfica	37
3.1.3.	Clima.....	37
3.1.4.	Topografía.....	38
3.1.5.	Vías de acceso.....	38
3.1.6.	Población	38
3.1.7.	Características Urbanísticas	39
3.2.	Época de estudio.....	39
3.3.	Tipo, nivel, diseño y método de investigación.....	40
3.4.	Población de estudio	40
3.5.	Muestra	40
3.6.	Unidad de análisis	40
3.7.	Procedimiento	40
3.7.1.	Describir el sistema de agua potable de la localidad de Llacanora,2024	40
3.7.2.	Determinar la demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente	41
3.7.3.	Evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora,2024	41
3.7.4.	Estimar la resistencia estructural de la captación y el reservorio mediante el ensayo de esclerometría.....	43
3.7.5.	Identificar el plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora,2024.....	44

3.7.6. Proponer alternativas de mejora al actual funcionamiento del sistema de agua potable	44
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.9. Análisis e interpretación de datos	45
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
4.1. Descripción del sistema de agua potable de la localidad de Llacanora	46
4.1.1. Captaciones	46
4.1.1.1. Captación I.....	47
4.1.1.2. Captación II.....	48
4.1.1.3. Captación III.....	49
4.1.1.4. Captación IV	51
4.1.2. Línea de conducción	54
4.1.2.1. Válvulas de purga	54
4.1.3. Reservorios de almacenamiento	55
4.1.3.1. Reservorio R-01	55
4.1.3.2. Reservorio R-02.....	57
4.1.3.3. Sistema de desinfección	59
4.1.4. Líneas de Aducción.....	59
4.1.4.1. Línea de Aducción – 01	59
4.1.4.2. Línea de Aducción – 02	60
4.1.5. Redes de distribución.....	60
4.1.5.1. Red de distribución – 01	60
4.1.5.2. Red de distribución – 02	61
4.1.6. Conexiones Domiciliarias	62
4.2. Demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente	63
4.2.1. Variaciones de consumo	65
4.2.1.1. Consumo promedio Diario Anual (Caudal Promedio = Q_p)	65
4.2.1.2. Consumo Máximo Diario ($Q_{\text{máx}} \text{ Diario} = Q_{\text{md}}$)	67
4.2.1.3. Consumo Máximo Horario ($Q_{\text{max}} \text{ horario} = Q_{\text{mh}}$)	67
4.2.2. Cantidad de agua	68
4.3. Evaluación del funcionamiento hidráulico del sistema de agua potable	71
4.3.1. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las captaciones.....	71
4.3.2. Evaluación del funcionamiento hidráulico de la línea de conducción	75
4.3.3. Evaluación del funcionamiento hidráulico de los reservorios	77
4.3.4. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las líneas de aducción	77

4.3.5. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las redes de distribución	78
4.3.5.1. Evaluación hidráulica de la Red de Distribución – 01	78
4.3.5.2. Evaluación hidráulica en conexiones domiciliarias – 01	80
4.3.5.3. Evaluación hidráulica de la Red de Distribución - 02.....	81
4.3.5.4. Evaluación hidráulica en conexiones domiciliarias - 02	85
4.3.6. Calidad del recurso hídrico del sistema de agua potable.....	87
4.3.6.1. Calidad de la fuente de abastecimiento.....	87
4.3.6.2. Cloro residual libre	88
4.4. Estimar la resistencia estructural de las captaciones y reservorios mediante ensayo de esclerometría	89
4.5. Identificación del plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.....	90
4.6. Discusión de resultados	91
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1. Conclusiones.....	93
5.2. Recomendaciones.....	95
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
Bibliografía	96
Linkografía	97
PANEL FOTOGRÁFICO	100
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Organización del sector saneamiento en la prestación de los servicios.....	8
Tabla 2 Dimensiones de Tubería PVC	26
Tabla 3 Cálculo de pérdidas en tuberías (pérdidas en pies y caudal en cfs).....	28
Tabla 4 Coeficiente de rugosidad para diferentes materiales	29
Tabla 5 Coordenadas UTM - zona de estudio	37
Tabla 6 Rutas de acceso a Llacanora	38
Tabla 7 Población Intercensal 2007 – 2017.....	38
Tabla 8 Población actual de la localidad de Llacanora	39
Tabla 9 Información de servicio del sistema de agua potable.....	41
Tabla 10 Unidades de Producción de Agua.....	53
Tabla 11 Características de Línea de Conducción	54
Tabla 12 Ubicación de válvulas de purga en línea de conducción.....	54
Tabla 13 Almacenamiento (Reservorios).....	59
Tabla 14 Parámetros básicos de sistema de cloración por goteo en reservorios R-01 y R-02	59
Tabla 15 Características de Líneas de Aducción.....	60
Tabla 16 Redes de distribución existentes	61
Tabla 17 Ubicación de válvulas de control en Red de distribución 01 y 02.....	62
Tabla 18 Conexiones Domiciliarias por zona de servicio.....	63
Tabla 19 Resumen de variaciones de consumo de agua potable.....	68
Tabla 20 Caudal de las fuentes de Abastecimiento	69
Tabla 21 Demanda de agua potable/mes de la Zona de Servicio - 01.....	70
Tabla 22 Demanda de agua potable/mes de la Zona de Servicio - 02.....	70
Tabla 23 Demanda de agua potable/mes del Sistema de Agua Potable	70
Tabla 24 Brecha entre demanda y oferta de caudales del SAP.....	70
Tabla 25 Evaluación de parámetros de línea de conducción.....	76
Tabla 26 Evaluación de parámetros de Líneas de Aducción	78
Tabla 27 Características de los nudos Red - 01	78
Tabla 28 Características de las tuberías Red-01.....	79
Tabla 29 Resultados de los nudos Red de distribución 01 - EPANET 2.0	80
Tabla 30 Resultados de las tuberías Red de distribución 01 - EPANET 2.0	80
Tabla 31 Presiones medidas en las viviendas(grifos) de la Red de Distribución - 01.....	80
Tabla 32 Comparación de presiones de la Red de Distribución – 01.....	81
Tabla 33 Características de los nudos Red -02	82
Tabla 34 Características de las tuberías Red-02.....	82
Tabla 35 Resultados de los nudos Red de distribución 02 - EPANET 2.0	83
Tabla 36 Resultados de las tuberías Red de distribución 02 - EPANET 2.0	84
Tabla 37 Cálculo hidráulico de nudos en ramificaciones Red de distribución 02	84
Tabla 38 Cálculo hidráulico de ramificaciones Red de distribución 02.....	84
Tabla 39 Presiones medidas en las viviendas(grifos) de la Red de Distribución - 02.....	85
Tabla 40 Comparación de presiones de la Red de Distribución – 02.....	86
Tabla 41 Deficiencias hidráulicas en las Redes de Distribución – Propuestas de solución.....	87
Tabla 42 Comparación de resultados de calidad del agua de manantial con los valores del ECA-AGUA	88
Tabla 43 Resistencia estructural de Captaciones y Reservorios	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Principales problemas del servicio de agua potable en el ámbito rural</i>	7
Figura 2	<i>Grado de satisfacción del servicio de agua potable desagregado (%)</i>	8
Figura 3	<i>Obras de Captación de las diversas fuentes de abastecimiento</i>	9
Figura 4	<i>Variaciones de consumo diario</i>	12
Figura 5	<i>Variaciones de consumo horario</i>	12
Figura 6	<i>Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable</i>	14
Figura 7	<i>Captación de agua subterránea</i>	14
Figura 8	<i>Distribución de los orificios de pantalla frontal</i>	16
Figura 9	<i>Vista lateral de la cámara húmeda</i>	17
Figura 10	<i>Línea de conducción y estructuras complementarias</i>	18
Figura 11	<i>Cámara De Válvula De Purga</i>	19
Figura 12	<i>Línea de Gradiente Hidráulica de la línea de conducción</i>	19
Figura 13	<i>Reservorio</i>	20
Figura 14	<i>Reservorio de Cabecera</i>	21
Figura 15	<i>Reservorio Flotante</i>	21
Figura 16	<i>Tipos de reservorios</i>	22
Figura 17	<i>Línea de Aducción</i>	23
Figura 18	<i>Línea de Gradiente Hidráulica de la línea de conducción</i>	23
Figura 19	<i>Red de distribución</i>	24
Figura 20	<i>Red abierta o ramificada</i>	25
Figura 21	<i>Red Cerrada o Mallada</i>	25
Figura 22	<i>Criterio de continuidad en tuberías- Hardy Cross</i>	27
Figura 23	<i>Esquema de conexión domiciliaria</i>	29
Figura 24	<i>Esquema general del sistema de cloración</i>	30
Figura 25	<i>Ubicación de la zona de la investigación – Departamento de Cajamarca</i>	35
Figura 26	<i>Ubicación de la zona de la investigación – Provincia de Cajamarca</i>	36
Figura 27	<i>Ubicación de la zona de la investigación – Distrito de Cajamarca</i>	36
Figura 28	<i>Ubicación de la zona de la investigación – localidad de Llacanora</i>	37
Figura 29	<i>Ángulo de la posición perpendicular del esclerómetro</i>	43
Figura 30	<i>Esquema de los componentes del sistema de agua potable</i>	46
Figura 31	<i>Medición de los componentes de la Captación I</i>	47
Figura 32	<i>Presencia de sarro en el Interior de la Captación I</i>	47
Figura 33	<i>Visita de campo a la Captación II</i>	48
Figura 34	<i>Presencia de sarro en el Interior de la Captación II</i>	48
Figura 35	<i>Visita de campo a la Captación III</i>	49
Figura 36	<i>Cámara de reunión de caudales en la Captación II</i>	49
Figura 37	<i>Recolección de información física de la Captación III</i>	50
Figura 38	<i>Tubería de conducción descubierta entre (Captación III – Captación IV)</i>	50
Figura 39	<i>Presencia de sarro en la zona de afloramiento de la Captación III</i>	51
Figura 40	<i>Visita de campo con el operador encargado a la Captación IV</i>	51
Figura 41	<i>Interior de la cámara de protección del manantial de la Captación IV</i>	52
Figura 42	<i>Toma de medidas internas de la cámara de reunión de la Captación IV</i>	52
Figura 43	<i>Cámara seca de la Captación IV</i>	53
Figura 44	<i>Vista completa del reservorio R-01</i>	55
Figura 45	<i>Accesorios del interior del tanque de almacenamiento del reservorio R-01</i>	55
Figura 46	<i>Caseta de válvulas del reservorio R-01</i>	56

Figura 47 <i>Elementos exteriores del reservorio R-01</i>	56
Figura 48 <i>Vista completa del reservorio R-02</i>	57
Figura 49 <i>Accesorios del interior del tanque de almacenamiento del reservorio R-02</i>	58
Figura 50 <i>Caseta de válvulas del reservorio R-02</i>	58
Figura 51 <i>Representación Gráfica del estado actual de las tuberías de Redes de Distribución</i>	62
Figura 52 <i>Dimensiones del Reservorio R – 01</i>	64
Figura 53 <i>Dimensiones del Reservorio R – 02</i>	64
Figura 54 <i>Procedimiento de cálculo de consumo diario de la zona de servicio – 01</i>	65
Figura 55 <i>Procedimiento de cálculo de consumo diario de la zona de servicio – 02</i>	65
Figura 56 <i>Esquema de recolección de caudales en las Captaciones</i>	69
Figura 57 <i>Dimensiones interiores de la cámara de reunión de caudales Captación III</i> ... 71	
Figura 58 <i>Dimensiones interiores de la cámara de reunión de caudales Captación IV</i> ... 73	
Figura 59 <i>Esquema de línea de conducción</i>	76
Figura 60 <i>Red de distribución 01 en EPANET 2.0</i>	79
Figura 61 <i>Red de distribución 02 en EPANET 2.0</i>	83
Figura 62 <i>Superficie preparada para la aplicación del ensayo de Esclerometría</i>	89

Definición de Palabras Clave

Sistema de agua potable

Un sistema de agua potable es aquel que permite que llegue el agua desde las fuentes naturales, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida. Este conjunto de obras o tecnologías (captación, conducción, almacenamiento y desinfección, aducción, red de distribución y manejo seguro) están destinadas a conducir, tratar, almacenar y distribuir las aguas desde su fuente hasta los hogares de los usuarios, satisfaciendo así las necesidades de la población (Barreto Dillon, 2019).

Demanda de agua potable

Corresponde a la cantidad o volumen de agua, que los ciudadanos o los usuarios necesitan recibir de la correspondiente entidad suministradora para cubrir sus necesidades de consumo (RAE, 2019).

Presión de agua

En las tuberías la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua, donde el sistema de agua utiliza la gravedad para elevar la presión del agua (Thangam, A. 2023; Tixe, S. 2004).

Resistencia a la compresión

Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) (Cemex, 2019).

Operación y mantenimiento

La operación de un sistema de agua potable en el conjunto de actividades que se realizan de manera cotidiana para poner en funcionamiento parte o todo el sistema, mientras que el mantenimiento son las actividades permanentes que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que pueden producirse durante el funcionamiento de sus componentes (USAID, 2016).

RESUMEN

En la localidad de Llacanora, el suministro del recurso hídrico se abastece a partir de un sistema de agua potable por gravedad cuya distribución se realiza independientemente a dos zonas de servicio que se ven afectadas por el desabastecimiento de agua y presiones bajas en época de estiaje; despertando el interés de la presente investigación de nivel descriptivo, método cualitativo - cuantitativo y diseño de estudio no experimental transversal y longitudinal. Se inició con la recopilación de información de las estructuras, seguido de recolección de datos de nivel de consumo (alturas) en reservorios por un intervalo de 2 meses, aforamiento en captaciones y pruebas de esclerometría; y con el apoyo del operador encargado se identificó la frecuencia de actividades que realiza como parte de la operación y mantenimiento. Acorde al procedimiento mencionado se determinó que el sistema cuenta con 04 captaciones, 01 línea de conducción, 02 reservorios (R-01 y R-02), 02 líneas de aducción y 02 redes de distribución; cuya infraestructura del sistema se encuentra en regular estado de conservación física (cámara de válvulas de control y/o purga la mayoría inoperativas por la falta de mantenimiento, alta presencia de sarro en captaciones cuya limpieza es quincenal). Demanda de agua potable de 6.231 ltrs/seg que supera el caudal de oferta de 2.307 ltrs/seg de los manantiales de ladera. Hidráulicamente las 04 captaciones, la línea de conducción, las 02 líneas de aducción son aceptables de acuerdo a las especificaciones del MVCS, sin embargo los reservorios (R-01=21 m³ y R-02=60 m³) no cumplen con la capacidad para brindar un suministro continuo las 24 horas; en las redes de distribución se evidencian en algunos nudos presiones muy bajas (1.53 m.c.a) y en algunos tramos velocidades inferiores a 0.60 m/s (mínima que establece el MVCS), donde también es notoria la baja concentración de cloro residual libre en las viviendas (grifos) y la concentración de coliformes totales superior a los ECA-Agua; estructuralmente el reservorio R-02 y la captación IV presentan resistencias a la compresión superior al 85% de la resistencia de diseño, porcentaje que establece como mínimo el RNE.

Palabras Clave: Sistema de agua potable, demanda de agua potable, presión de agua, resistencia a la compresión, operación y mantenimiento.

ABSTRACT

In the town of Llacanora, the water supply is provided by a gravity-fed drinking water system whose distribution is carried out independently to two service areas that are affected by water shortages and low pressures during the dry season; arousing the interest of this research of descriptive level, qualitative-quantitative method and non-experimental transversal and longitudinal study design. The study began with the collection of information on the structures, followed by the collection of data on the level of consumption (heights) in reservoirs for an interval of 2 months, gauging in catchments and sclerometry tests; and with the support of the operator in charge, the frequency of activities carried out as part of the operation and maintenance was identified. According to the aforementioned procedure, it was determined that the system has 04 catchments, 01 pipeline, 02 reservoirs (R-01 and R-02), 02 adduction lines and 02 distribution networks; whose system infrastructure is in a regular state of physical conservation (control and/or purge valve chamber, most of them inoperative due to lack of maintenance, high presence of scale in catchments, which are cleaned every two weeks). Drinking water demand of 6,231 ltrs/sec, which exceeds the supply flow of 2,307 ltrs/sec from the hillside springs. Hydraulically, the 04 catchments, the conduction line, the 02 adduction lines are acceptable according to MVCS specifications; however, the reservoirs (R-01=21 m³ and R-02=60 m³) do not meet the capacity to provide a continuous 24-hour supply; in the distribution networks, very low pressures are evident in some nodes (1.53 m.c.a) and in some stretches, velocities lower than 0.60 m/s (minimum established by the MVCS), where the low concentration of free residual chlorine in the homes (faucets) and the concentration of total coliforms higher than the ECA-Water are also notorious; structurally, reservoir R-02 and catchment IV present compressive strengths higher than 85% of the design strength, a percentage established as a minimum by the RNE.

Key words: Drinking water system, drinking water demand, water pressure, compressive strength, operation and maintenance.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización del problema

El desarrollo y la creciente población global trae consigo desafíos que tienen un impacto directo en la salud y el bienestar de las personas (Banco Mundial, 2020). Uno de los principales desafíos es garantizar el acceso a agua potable segura y confiable. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), casi 2.2 mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a agua potable segura (United Nations - Water, 2019).

También hay desafíos específicos en algunas regiones del mundo, como los problemas de suministro de agua en el norte de África y también problemas de acceso regular al agua en algunas zonas de Latinoamérica. La urbanización rápida también representa un desafío para la gestión de los sistemas de agua potable, ya que proporcionar agua a poblaciones cada vez más amplias requiere de infraestructura y gestión adecuadas. (Banco Mundial, 2020).

Esta carencia de suministro de agua apta para el consumo humano es debido a una combinación de factores, incluyendo la pobreza, la falta de inversión en infraestructura adecuada. Es así que, la falta de acceso a agua potable puede tener graves consecuencias para la salud humana y el bienestar, y puede afectar los medios de vida y la productividad de las comunidades (United Nations Environment Programme [UNEP], 2019). Además, la contaminación del agua puede tener efectos perjudiciales en la salud, como enfermedades transmitidas por el agua y problemas de degradación ambiental (Banco Mundial, 2020)

En el Perú, según entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable y saneamiento adecuados. Además, existe un problema de contaminación del agua debido a la minería informal y la falta de regulación y control en la gestión de los sistemas de agua potable (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2022).

Otro problema asociado con los sistemas de agua potable en el Perú es la falta de inversión en infraestructuras adecuadas para el tratamiento y la distribución del agua. Gran parte de los sistemas de agua existentes son antiguos y no están actualizados, lo que conduce a la pérdida de agua debido a fugas y a una baja eficiencia en el tratamiento del agua. (EPA, 2022).

La problemática en la región de Cajamarca es variada (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2019), pero en general se puede destacar que hay un acceso limitado y deficiente a servicios de agua potable y saneamiento básico en la región. Según el

Infobarmetro de la Primera Infancia en Perú, hay más de 2 millones 370 mil viviendas que no tienen acceso a agua potable, y Cajamarca no es una excepción. (Aljher, 2021)

Además, según un informe económico y social de la región de Cajamarca, existen deficiencias en los sistemas de agua potable y alcantarillado de la región (SUNASS, 2020), lo que puede causar problemas de salud pública y ambiental en la región. Es importante mencionar que la sostenibilidad de los sistemas de agua potable rurales es un tema crítico en la región y debe ser abordado para mejorar el acceso y la calidad de los servicios de agua potable de la población (BCRP, 2019).

1.1.2. Descripción del problema

El sistema de agua potable de la localidad de Llacanora toda la vida brinda un servicio discontinuo siendo más notorio en periodos de estiaje donde el desabastecimiento de agua es un problema que más aqueja a la población, donde las viviendas de la parte alta afrontan la disminución notoria del caudal de servicio y cuya presión es muy reducida; así mismo existe una notoria antigüedad del sistema, cuya ejecución data del año 70.

No cumpliendo actualmente con el objetivo propio de un sistema, ya que no se cuenta con un estudio o conocimiento real. A raíz de ello, surge la necesidad de evaluar como son las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable para efectos de contar con información para la toma de decisiones a futuro y así garantizar un suministro de agua seguro y confiable para beber, cocinar y otros usos diarios.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el desabastecimiento de agua en periodos de estiaje, bajas presiones y bajas velocidades de flujo, el deterioro de la infraestructura por sobrepasar el tiempo de vida útil y el deficiente funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora,2024?

1.3. Justificación de la investigación

Presenta una justificación científica, en la comprobación del funcionamiento de los componentes del sistema mediante la aplicación de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, del Reglamento Nacional de Edificaciones, de los parámetros establecidos en la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento y de Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA-AGUA), donde implica contrastar la información obtenida de la recolección de datos del sistema de abastecimiento de agua potable. Además, la información por obtener de la investigación podrá generalizarse para zonas cuyos sistemas de agua potable presente características topográficas similares. Presenta una justificación técnica - práctica, por el

procedimiento propio que se lleva a cabo en la observación, medición y ejecución de pruebas específicas, para determinar si el sistema cumple con la normativa estándar nacional, además el desarrollo y la metodología aplicada es propia del objeto de estudio aportando información relevante donde los resultados a obtener será la base para planificar y resolver de manera efectiva los problemas del sistema a cargo de la Municipalidad Distrital de Llacanora en beneficio de la población usuaria. Presenta una justificación institucional y personal, ya que me permite desarrollar mis habilidades y complementar los conocimientos aprendidos en la Casa Superior de Estudios a fin con el tema abordado; surgiendo dicha investigación a partir de la cercanía a la situación de malestar o incomodidad de la población por los problemas que se suscitan por el servicio brindado por el sistema de agua potable.

1.4. Alcances o delimitación de la investigación

Dicha investigación espera llegar a los estudiantes de ingeniería civil, ingenieros profesionales y las autoridades responsables que son partícipes de las obras públicas relacionadas con el sistema de abastecimiento de agua potable.

Esta investigación se desarrollará en la localidad de Llacanora, Distrito de Llacanora, departamento de Cajamarca, durante 04 meses a lo largo del año 2024 en la que se evaluará las condiciones estructurales, hidráulicas, de operación - mantenimiento y calidad del recurso hídrico del sistema de agua potable de la localidad.

1.5. Limitaciones

Una limitación importante es que la Unidad de Gestión Municipal del Distrito de Llacanora, solo cuenta con algunos documentos técnicos del sistema, específicamente ciertos planos. Otra limitación, un tanto secundaria es el financiamiento que conllevará realizar dicha investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar cuál es el desabastecimiento de agua en periodos de estiaje, las bajas presiones y bajas velocidades de flujo, el deterioro de la infraestructura por sobrepasar el tiempo de vida útil y el deficiente funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora, 2024.

1.6.2. Objetivos específicos

- Describir el sistema de agua potable de la localidad de Llacanora, 2024.
- Determinar la demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente.
- Evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora, 2024.
- Estimar la resistencia estructural de las captaciones y reservorios mediante el ensayo de esclerometría.
- Identificar el plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora,2024.
- Proponer alternativas de mejora al actual funcionamiento del sistema de agua potable.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

Internacionales:

Suxo, R. (2022) se planteó como objetivo la evaluación integral de la infraestructura sanitaria (agua y alcantarillado) de las comunidades Amachuma Grande, Palca, Pacuani, Cebolullo, Tahuapalca y Cohoni del Municipio de Palca. En la metodología se describen las actividades realizadas para el desarrollo de la investigación; revisión bibliográfica, trabajo de campo, evaluación de la información de los sistemas y de la calidad del agua, discusión del diagnóstico con actores, evaluación de mejores opciones, el diseño hidráulico de los sistemas que lo requiera y análisis de costos. Se llegó a la conclusión que los componentes de varios sistemas de agua se encuentran en mal estado, muchos de ellos no cuentan con cerco perimetral, no cuentan con un sistema de cloración, en general los sistemas de agua funcionan con algunas deficiencias, su operación y mantenimiento no se realiza de acuerdo a un plan de gestión técnica. A pesar de esta situación, el agua que llega al consumidor en términos generales es agua segura ya que cumple lo que establece la Norma Boliviana NB 512, pero requerirá de algunas medidas urgentes como la cloración para mejorar su calidad.

Bonito, V. y Cevallos, A. (2021) tuvieron como objetivo la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable ubicado en la parroquia San Gregorio recinto Tres Vías cantón Muisne, provincia de Esmeraldas. En la metodología se explica cada procedimiento utilizado para: el levantamiento de la información, la verificación de la calidad y cantidad de agua obtenida del cuerpo hídrico y de los grifos residenciales, el estudio hidráulico del sistema de abastecimiento con el programa EPANET y la presentación de la evaluación. Se llegó a la conclusión que el agua proveniente de la fuente que abastece el sistema es apta para continuar siendo captada, pero es indispensable mejorar su calidad, ya que esta aún presenta contaminación por coliformes fecales; así mismo, el caudal proporcionado por la estación de bombeo es de 2,5 l/s el cual no satisface la demanda de agua, ya que se necesita 3,54 l/s; en relación con la conducción y la simulación hidráulica con el programa EPANET, se debe incrementar las válvulas de aire y desagüe, para prevenir daños o roturas y los depósitos de almacenamiento utilizados en el sistema de abastecimiento de agua potable son los adecuados para almacenar suficiente cantidad de agua.

Nacionales:

Lázaro, Y. (2019) se planteó como objetivo evaluar el estado del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, Satipo-2019. Los

resultados obtenidos y las conclusiones generadas del sistema de abastecimiento de agua potable se sintetizan en; las deficiencias del estado de la infraestructura y el funcionamiento del sistema de agua potable se deben a su antigüedad (alrededor de 1998), la calidad del agua del manantial “Agua Dulce” es aceptable según el análisis del agua facilitado por la posta medica del centro poblado de Marankiari, y La demanda de agua del centro poblado para satisfacer sus necesidades es de 0.266 l/s ,el cual es causado por el crecimiento de la población, siendo mayor al caudal que produce la fuente 0.171 l/s, es así que ha ocasionado el mal funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, dejando a muchos hogares sin acceso al servicio de agua potable.

Delgado, C y Falcón, J. (2019) plantearon evaluar el sistema de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo. Se determinó el índice de sostenibilidad en la operación y mantenimiento con un resultado de 2.75 puntos. Este factor indica que el sistema es medianamente sostenible y se encuentra en proceso de deterioro, debido a que no se realiza la limpieza adecuada en el canal alimentador, lo que ocasiona que exista un mayor índice de turbiedad en la captación.

Locales:

Santos, J. (2022) tuvo como objetivo evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Pimpingos, provincia de Cutervo, región Cajamarca. Determina que el sistema cuenta con un funcionamiento aceptable y estructuralmente se encuentra en regular estado en las captaciones, los reservorios y la línea de aducción. Por otro lado, se determinó que el funcionamiento hidráulico del sistema es desfavorable por el sobredimensionamiento del diámetro en las líneas de conducción, resultados inapropiados del control de calidad del agua en la planta de tratamiento, presiones de servicio muy altas y velocidades menores a 0.6 m/s en la red de distribución, según como lo establece el MVCS. Además, la resistencia a la compresión del concreto presenta un promedio del 83% de la resistencia a la compresión especificada.

Bardales, Y. (2022) se planteó evaluar el sistema de agua potable de la localidad de Jesús. Los resultados de la investigación es que la captación y la línea de conducción se encuentran en buen estado; el tiempo de vida de los reservorios R-1, R-2A y R-2B es 10,41 y 25 años respectivamente , los caudales para el Sector 1 son: $Q_m=13$ L/s, $Q_{mh}=14.31$ L/s, $Q_{md}=28.37$ L/s, y los caudales para el Sector 2: $Q_m=7.70$ L/s, $Q_{mh}=8.26$ L/s, $Q_{md}=12.56$ L/s; la red de distribución tiene un tiempo de vida aproximado de 40 años, se encontraron presiones dinámicas desde los 5.61 m hasta los 22.44 m donde el RNE recomienda una presión dinámica mínima de 10 m, en el modelamiento estático de la red

con el software WaterCAD se encontró que en el Sector 1 hay 71 nudos donde solo 12 nudos cumple y 59 nudos no cumple, para el Sector 2 hay 40 nudos donde solo 14 nudos cumple y 26 nudos no cumple con la presión estática máxima de 50 m que recomienda el RNE; la operación y mantenimiento está a cargo de la junta administrativa donde el mantenimiento de la captación, la línea de conducción y los reservorios es cada 6 meses, la operación de válvulas de los reservorios es diaria; sobre la Gestión Administrativa actual el 58% lo aprueba, el 29% lo considera regular y el 13% lo desaprueba.

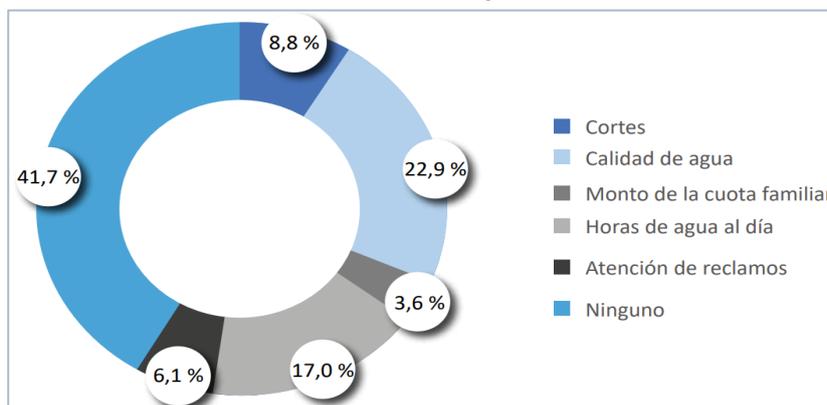
2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Valoración de servicio de agua potable en el ámbito rural

Por encargo de COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), el Instituto de Estudios Peruanos a partir de encuestas sobre la percepción de la prestación de los servicios de agua potable en 717 viviendas del ámbito rural; determina que los problemas más comunes mencionados por los hogares entrevistados en el ámbito rural son la calidad del agua (22,9 %) y la continuidad (17 %), seguidos por cortes en el servicio (8,8 %). Así mismo, es interesante notar que un 41,7 % de las viviendas no identifican problemas con respecto a su servicio de agua potable, aunque para las personas que viven en áreas rurales de la costa el principal problema es la continuidad (29,9 %) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2021).

Figura 1

Principales problemas del servicio de agua potable en el ámbito rural



Nota. Tomado de *Plan Nacional de Saneamiento 2022 – 2026* (p.181), por MVCS, 2021, Tarea Asociación Gráfica Educativa.

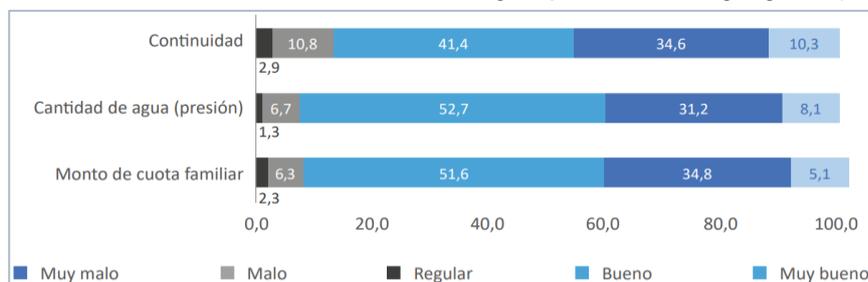
- Grado de satisfacción con el servicio de agua potable

Una gran parte de las personas en el ámbito rural están satisfechas o muy satisfechas con la continuidad del servicio de agua potable en sus viviendas (44,9 %). Solamente el 13,7 % se muestra descontento con las horas de servicio, y el 41,4 % de las viviendas lo perciben como un servicio regular. Respecto a la presión del agua se presenta

un panorama muy similar: el 39,3 % considera buena o muy buena la presión del agua en sus viviendas, mientras el 52,7 % la valoran como regular (MVCS, 2021).

Figura 2

Grado de satisfacción del servicio de agua potable desagregado (%)



Nota. Tomado de *Plan Nacional de Saneamiento 2022 – 2026* (p.182), por MVCS, 2021, Tarea Asociación Gráfica Educativa.

2.2.2. Acceso al servicio de saneamiento en el ámbito rural

Los prestadores de los servicios de saneamiento a nivel nacional son heterogéneos. De acuerdo al DL 1280, en el ámbito rural estos se clasifican en: a) Las Unidades de Gestión Municipal (UGM); b) Los Operadores Especializados (OP); y, c) Las Organizaciones Comunales (OC).

En el ámbito rural, la prestación de los servicios de saneamiento es ejercida por la municipalidad distrital correspondiente, directamente a través de una UGM, o indirectamente, a través de las OC, en este orden de prelación. Existen 27,155 entidades encargadas de la administración, operación y mantenimiento (AOM) de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en el ámbito rural. Del total de prestadores en el ámbito rural, el 92.4% son OC prestadoras de los servicios de agua y saneamiento; 2.7%, municipalidades; 3.2%, personas naturales o autoridades; y 1.8%, otros. (MVCS, 2023).

En la **tabla 1** se describe la organización del sector saneamiento en la prestación de los servicios, de acuerdo con las competencias y funciones establecidas por Ley.

Tabla 1

Organización del sector saneamiento en la prestación de los servicios

Ámbito	Responsable	Rango Poblacional (habitantes)	Prestador	Pago	Regulador	Asistencia técnica
Urbano	Municipalidad Provincial	15 001 en adelante	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (3 directores)	Tarifa	Sunass	MVCS, Gobierno Regional, Gobierno Local (Municipalidad Provincial)
	Municipalidad Distrital	2001 hasta 15 000	DIRECTA Unidad de Gestión Municipal			
	Municipalidad Provincial		INDIRECTA Operador Especializado			

Rural	Municipalidad Distrital Municipalidad Provincial	Hasta 2000	DIRECTA Unidad de Gestión Municipal	Cuota familiar	Sunass*	MVCS, Gobierno Regional Gobierno Local (Municipalidad Provincial/ Municipalidad Distrital)
			INDIRECTA Organización Comunal			

Nota. * El ATM realiza la supervisión y fiscalización a las OC, en tanto el regulador implemente progresivamente dichas funciones a nivel nacional. Adaptado de Plan Nacional de Saneamiento 2022 – 2026 (p.63), por MVCS, 2021, Tarea Asociación Gráfica Educativa.

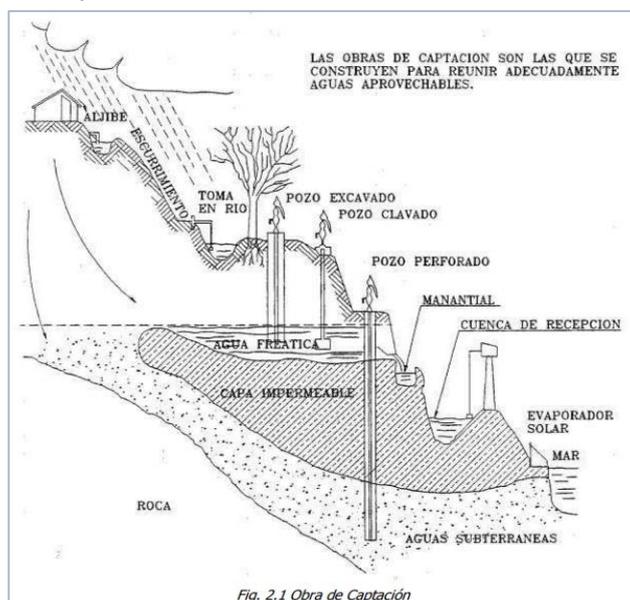
2.2.3. Criterios de un sistema de agua potable

2.2.3.1. Fuentes de Abastecimiento

Es el cuerpo de agua, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial (laguna o lago, río, canal, quebrada) o subterráneo (manantial (ladera, fondo y bofedal); pozos y galerías filtrantes y pluvial (lluvia, neblina) (MVCS, 2023).

Figura 3

Obras de Captación de las diversas fuentes de abastecimiento



Nota. Tomado de *Abastecimiento De Agua* (p.80), por P. Rodríguez, 2001, Instituto Tecnológico de Oaxaca.

- Aguas superficiales

Son aquellas aguas que provienen de canales, arroyos, ríos, lagunas y lagos. Generalmente esta fuente de agua es la que más se aprovecha en un abastecimiento de agua, siempre teniendo en cuenta los requisitos mínimos de calidad para su purificación (Moya, P.1997).

- **Aguas subterráneas**

Las capas de aguas subterráneas están formadas por las aguas de lluvia. Estas se infiltran a través de los terrenos permeables hasta llegar a un estrato impermeable; una vez retenido en dicho estrato, por acción de la gravedad esta empieza a correr y en ciertas formaciones de la corteza terrestre dichas aguas llegan a aflorar a la superficie denominándose manantiales o puquios; en cambio aquellas aguas subterráneas que no llegan a la superficie requerirán para su extracción la construcción de pozos, zanjas drenantes, galerías filtrantes, etc (Moya, P.1997).

- **Agua pluvial**

Transcurrido 10 minutos del inicio de la lluvia, las impurezas desaparecen quedando esta agua de lluvia, limpia. Este tipo de fuente de agua puede ser aprovechada para abastecer poblaciones pequeñas, almacenándose en cisternas (Moya, P.1997).

2.2.3.2. Calidad de agua

La calidad del agua de la fuente de abastecimiento, implica la clasificación de los cuerpos de agua según los estándares de calidad ambiental para el agua (ECA-AGUA), determinando si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM por el cual se establecen los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial). (MVCS, 2018).

Asimismo, en nuestro país, la calidad del agua potable se regula según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, dado por el MINSA (DS N° 031-2010-SA). (GIZ, 2017).

2.2.3.3. Cantidad de agua

Se define como el caudal de la fuente de agua en litros/segundo, para lo cual hay que realizar el aforo (medición de la cantidad de agua que sale del manantial), utilizando el método volumétrico. Si hay más de un manantial se afora a cada uno, el caudal que se considera, es la suma de todos los manantiales (DRVCS, 2010).

- **Método Volumétrico**

Consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, con el agua del manantial. La medida debe realizarse en el rebose de la cámara

húmeda. Se recomienda realizar un mínimo de 5 medidas, para promediar (DRVCS, 2010).

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

Ecuación 1. Caudal (DRVCS, 2010).

Donde:

- Q : Caudal en lts/s.
- V : Volumen del recipiente en litros.
- t : Tiempo promedio en seg.

2.2.4. Parámetros de un sistema de agua potable

2.2.4.1. Consumo de Agua

Es un factor esencial el consumo de agua, es decir, tener conocimiento de la cantidad de agua que se necesita para atender a una población. El cual incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público, se expresa en litros por día o metros cúbicos por día (l/día o m³/día) (Aguirre, F.2015; Moya, P.1997).

2.2.4.2. Variaciones de Consumo

El consumo de agua potable no es constante en una población, este varía de año en año, varía durante los meses del año, varía durante los días del mes y durante las horas del día (Moya, P.1997).

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población, por ende, para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo (Rodríguez, P. 2001).

- **Consumo promedio Diario Anual (Caudal Promedio =Q_p)**

Es el caudal medio calculado con la población de diseño, es decir, corresponde al promedio de los consumos diarios de los habitantes para el periodo de un año, se determina con la siguiente expresión (Aguirre, F. 2015).

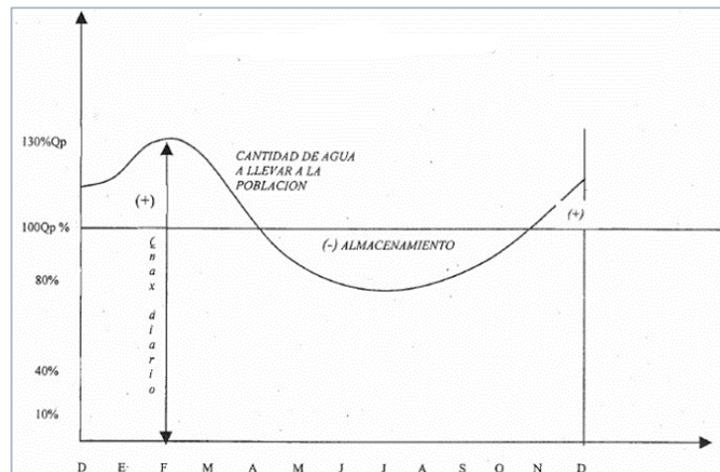
$$Q_p \left(\frac{\text{lts}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Dotación}(\text{lts}/\text{hab}/\text{día}) \times \text{Población}}{86400}$$

Ecuación 2. Caudal Promedio Diario Anual (MVCS, 2018).

- **Consumo Máximo Diario (Q_{máx} Diario=Q_{md})**

Es el caudal del día de máximo consumo de una serie de registros diarios durante un año. Se determina mediante la expresión (Aguirre, F. 2015):

Figura 4
Variaciones de consumo diario



Nota. Tomado de *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado* (p.49), por P.J. Moya, 1997.

El consumo máximo diario se relaciona con el caudal promedio, donde se considera un coeficiente de variación diaria $K_1 = 1.3$, obteniéndose así la siguiente expresión (MVCS, 2018):

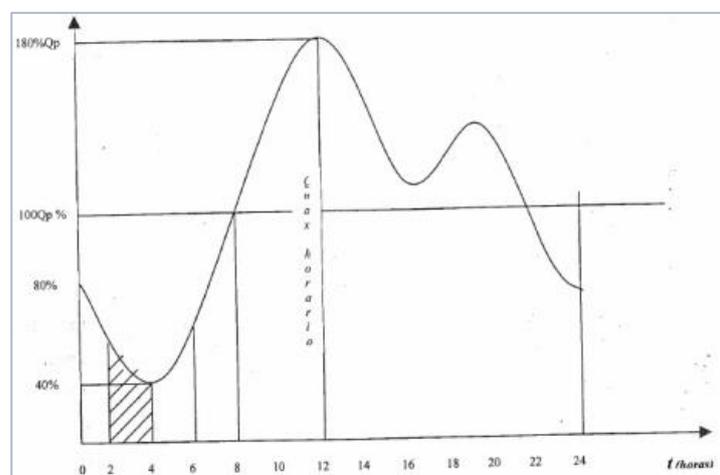
$$Q_{md}(l/s) = K_1 \times Q_p$$

Ecuación 3. Consumo máximo diario (MVCS, 2018).

- **Consumo Máximo Horario (Qmax horario = Qmh)**

El caudal máximo horario representa el caudal en la hora de máximo consumo en el día que el consumo tiene su mayor valor. Se determina mediante registros horarios durante un periodo de un año (Aguirre, F. 2015).

Figura 5
Variaciones de consumo horario



Nota. Tomado de *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado* (p.51), por P.J. Moya, 1997.

El consumo máximo horario está relacionado respecto al caudal promedio, donde se considera un coeficiente de variación horario $K_2 = 2.0$, obteniéndose así la siguiente expresión (MVCS, 2018):

$$Q_{mh}(l/s) = K_2 \times Q_p$$

Ecuación 4. *Consumo máximo horario* (MVCS, 2018)

2.2.5. Tipos De Sistemas De Agua Potable

Localizada la fuente de abastecimiento y definida la posibilidad de utilizarla, posterior a ello determinados los caudales y la calidad; se procede a definir el sistema para conducirla, ya sea por gravedad o por bombeo (Rodríguez, P. 2001).

2.2.5.1. Sistema De Agua Potable Por Gravedad

Se encuentran principalmente en zonas montañosas. Se aprovecha la topografía del terreno para llevar por gravedad el agua desde la captación, en la zona más alta, hasta las viviendas, en las zonas más bajas (CARE -Avina, 2012).

2.2.5.2. Sistema De Agua Potable Por Bombeo

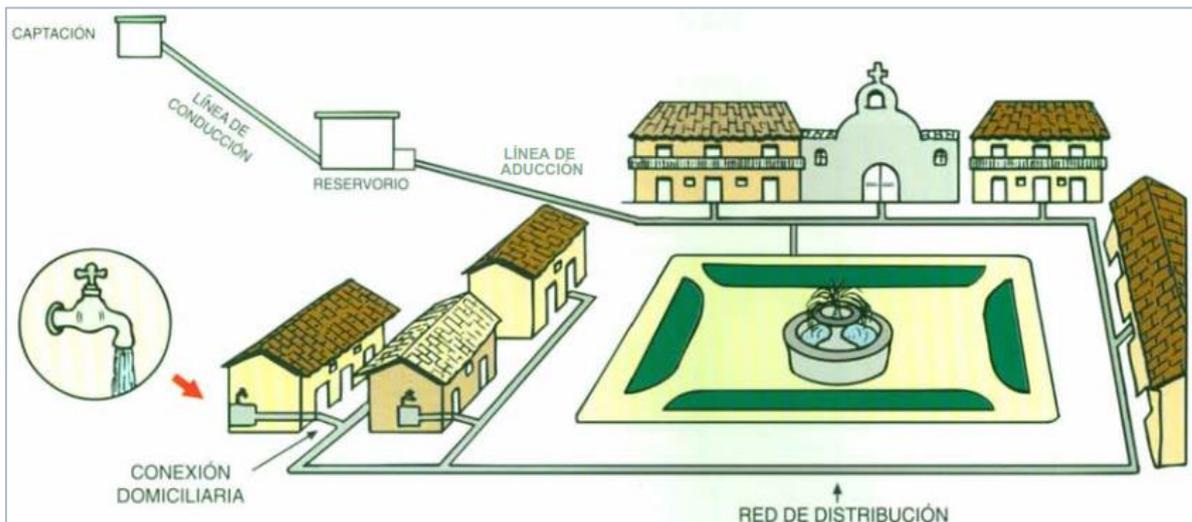
El sistema de abastecimiento por bombeo, es aquel donde la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel topográfico abajo del tanque de regularización (Rodríguez, P. 2001).

Existen a su vez dos tipos de captación por bombeo: aquellos que utilizan como fuente las aguas superficiales como ríos y lagos, y los que usan aguas subterráneas (pozos). Ambos emplean equipos de bombeo para elevar el agua desde la captación o desde la capa freática hasta la planta potabilizadora, así como tanques de almacenamiento o de reserva, generalmente situados en un sitio estratégico por su elevación con respecto al poblado o la comunidad a servir. Desde ese tanque, el agua llega a las viviendas por gravedad (CARE -Avina, 2012).

2.2.6. Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es aquel que permite que llegue el agua desde las fuentes naturales, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida. Este conjunto de obras o tecnologías (captación, conducción, almacenamiento y desinfección, aducción, red de distribución y manejo seguro) están destinadas a conducir, tratar, almacenar y distribuir las aguas desde su fuente hasta los hogares de los usuarios, satisfaciendo así las necesidades de la población (Barreto, L. 2019).

Figura 6
Componentes de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

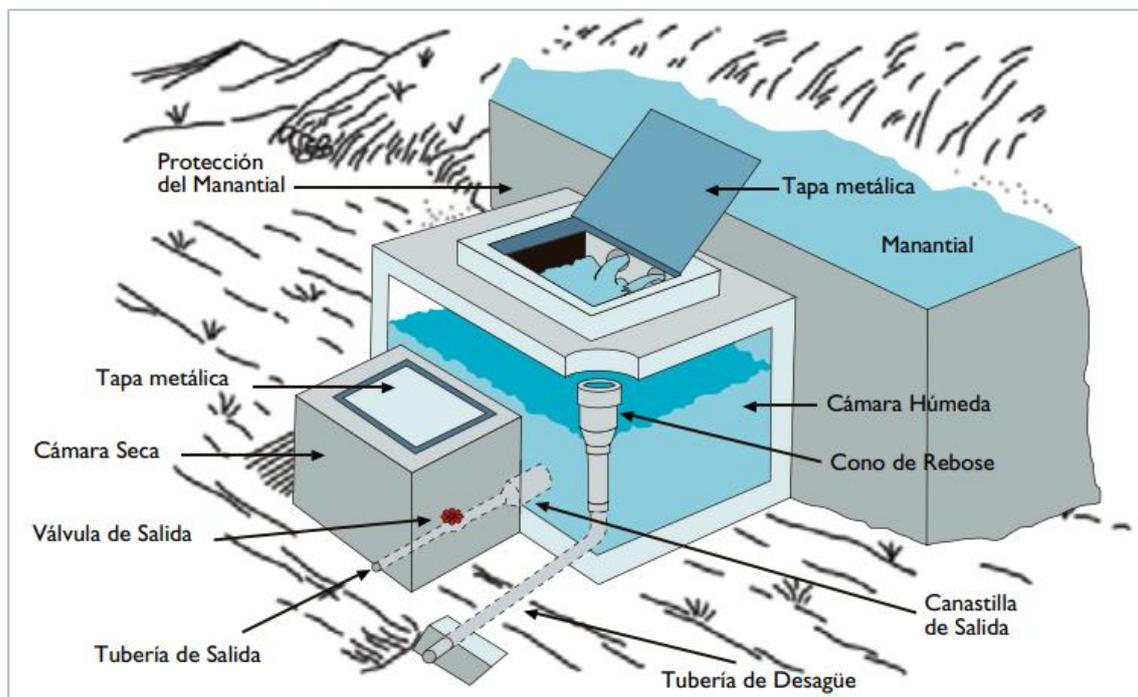


Nota. Tomado de *Agua potable en zonas rurales: Operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento* (p.22), por CARE - PERU, 2001.

2.2.6.1. Captación de manantial de ladera

Estructura que permite captar y aprovechar el afloramiento del agua en forma horizontal, que se encuentran generalmente en las laderas de las montañas, con el fin de llevar el agua a las partes bajas, donde se aprovechará para el consumo humano (DRVCS, 2010; Rodríguez, P. 2001).

Figura 7
Captación de agua subterránea



Nota. Tomado de *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (p.16), por GIZ, 2017.

Componentes Principales

- Protección del Manantial

Presenta un compartimiento de protección de la fuente el cual consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación (Agüero, R. 2004).

- Cámara húmeda

Es una estructura de concreto que sirve para recolectar el agua del manantial y regular el gasto a utilizarse; prevista de una canastilla (accesorio) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente (Agüero, R. 2004).

- Cámara seca

Es una estructura de concreto, que sirve para proteger la válvula de control (para el registro del agua de la línea de conducción) y sus accesorios, los cuales deben ser inertes al contacto con el agua natural (Agüero, R. 2004).

Caudal de Evaluación

Para la evaluación de la estructura hidráulica de la captación, es imprescindible determinar previamente el caudal máximo de la fuente (Cárdenas, M. 2016).

Determinación del ancho de la pantalla(b)

Es necesario conocer el diámetro y el número de orificios para calcular el ancho de la pantalla; y así captar el caudal máximo de la fuente desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda (Cárdenas, M. 2016).

- Diámetro de la tubería de entrada(D)

$$Q_{m\acute{a}x} = V \times A \times Cd$$

$$Q_{m\acute{a}x} = A \times Cd \times (2gh)^{1/2}$$

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Cd \times (2gh)^{1/2}} = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecuación 5. Área de la tubería de entrada de la captación (Cárdenas, M. 2016).

El valor de D será definido mediante:

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

Ecuación 6. *Diámetro de tubería de entrada de captación* (Cárdenas, M. 2016).

Donde:

$Q_{\text{máx.}}$: Gasto Máximo de la fuente (l/s).

V : Velocidad de paso (se asume 0,60 m/s, siendo igual al valor máximo recomendado).

A : Área de la tubería (m²).

C_d : Coeficiente de descarga (0,6 a 0,8).

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

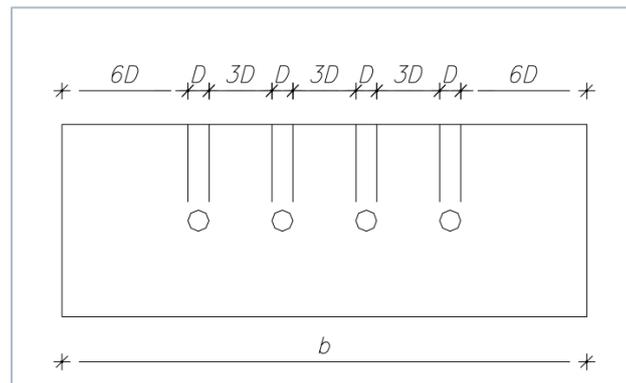
H : Carga sobre el centro del orificio (0.40m a 0.50m).

- **Número de orificios (NA)**

Se recomienda una distribución simétrica respecto al eje de la pantalla, y así permitir un caudal de ingreso homogéneo por cada orificio a la cámara húmeda.

Figura 8

Distribución de los orificios de pantalla frontal



Nota. Tomado de *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales* (p.13), por R. Agüero, 2004, Organización Panamericana de la Salud (OPS).

La siguiente formula, permite su cálculo.

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

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

Ecuación 7. *Número de orificios (NA) de una captación* (Cárdenas, M. 2016).

Conocido el diámetro del orificio(D) y el número de orificios (N_{ORIF}), se calcula el ancho de la pantalla(b) a partir de la **figura 8** mediante la siguiente ecuación:

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

$$b = 12D + D(N_{ORIF}) + 3D(N_{ORIF}) - 3D$$

$$b = 9D + 4D(N_{ORIF})$$

Ecuación 8. Ancho de la pantalla de captación (Cárdenas, M. 2016).

Donde:

b : Ancho de la pantalla (m).

D : Diámetro del orificio (m).

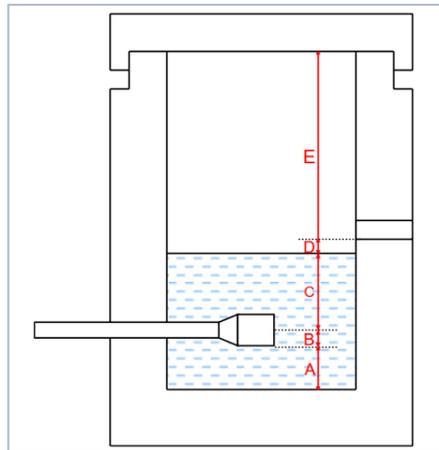
N_{ORIF} : Número de orificios.

- **Altura de la cámara húmeda(b)**

Para determinar la altura total de la cámara húmeda (H_t), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente **figura 9**:

Figura 9

Vista lateral de la cámara húmeda



Nota. Tomado de Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (p.67), por MVCS, 2018.

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

Ecuación 9. Altura de la cámara húmeda(b) (MVCS, 2018).

Donde:

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

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

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

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

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

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

Ecuación 10. *Altura de agua(C) de una captación* (MVCS, 2018).

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario (m^3/s)

A : Área de la tubería de salida (m^2)

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro; se recomienda pendientes de 1 a 1,5% (Agüero, R. 1997; MVCS. 2018) y se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$D_r = \frac{0,71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

Ecuación 11. *Dimensionamiento de tubería rebose y limpia* (Agüero, R. 1997).

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$: Gasto máximo de la fuente (l/s).

h_f : Perdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m).

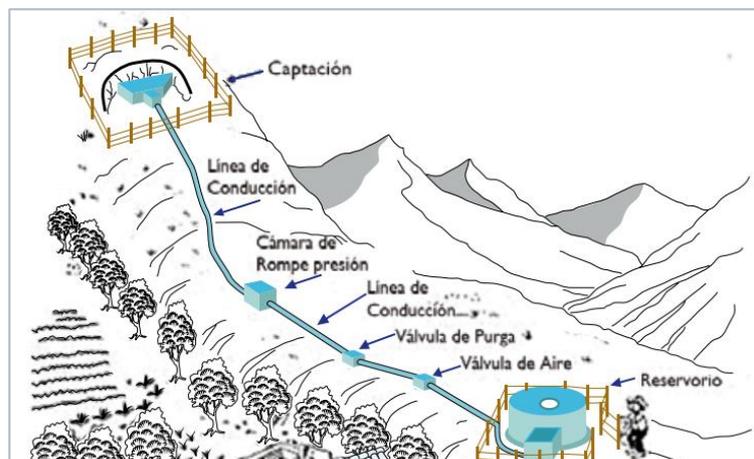
D_r : Diámetro de la tubería de rebose (pulg).

2.2.6.2. Línea de Conducción

Es el componente integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde la obra de captación (fuente de abastecimiento) hasta el tanque de almacenamiento (SAGARPA, s.f.).

Figura 10

Línea de conducción y estructuras complementarias



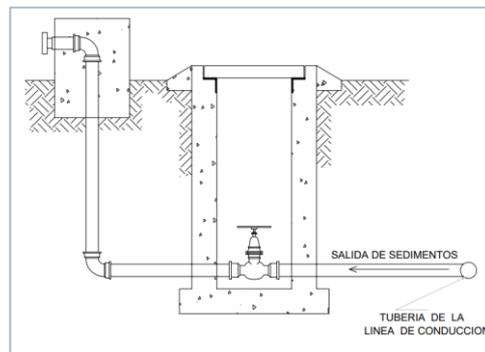
Nota. Tomado de *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (p.16), por GIZ, 2017, Gráfica Esbelia Quijano S.R.L.

Estructuras complementarias

- Cámara De Válvula De Purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (MVCS, 2018).

Figura 11
Cámara De Válvula De Purga



Nota. Tomado de *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural* (p.08), por S.Tixe, 2004, Organización Panamericana de la Salud (OPS).

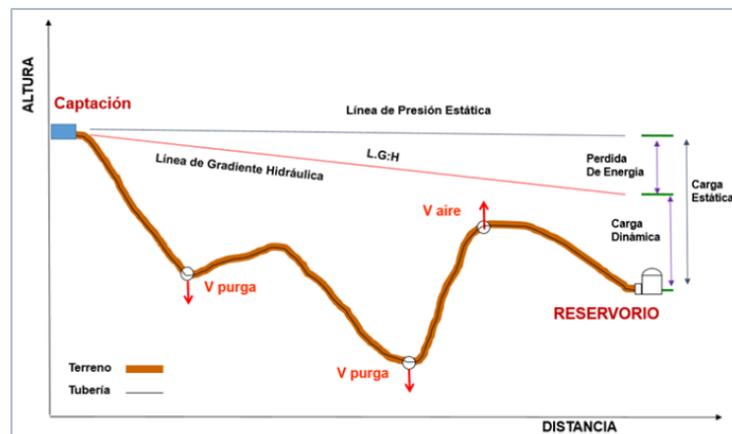
Caudal de evaluación

La línea de conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmd) (MVCS, 2018).

Carga Estática y Dinámica

La Carga Estática máxima aceptable será de 50 m y la Carga Dinámica mínima será de 1 m (Tixe, S. 2004).

Figura 12
Línea de Gradiente Hidráulica de la línea de conducción



Nota. Tomado de *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural* (p.80), por MVCS, 2018.

Velocidades admisibles

La línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

(MVCS, 2018).

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{Q_{md}}{A}$$

Ecuación 12. Velocidad del agua. (MVCS, 2018)

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario (m^3/s).

A : Área de la sección transversal de la tubería (m^2).

D : Diámetro de la tubería (m).

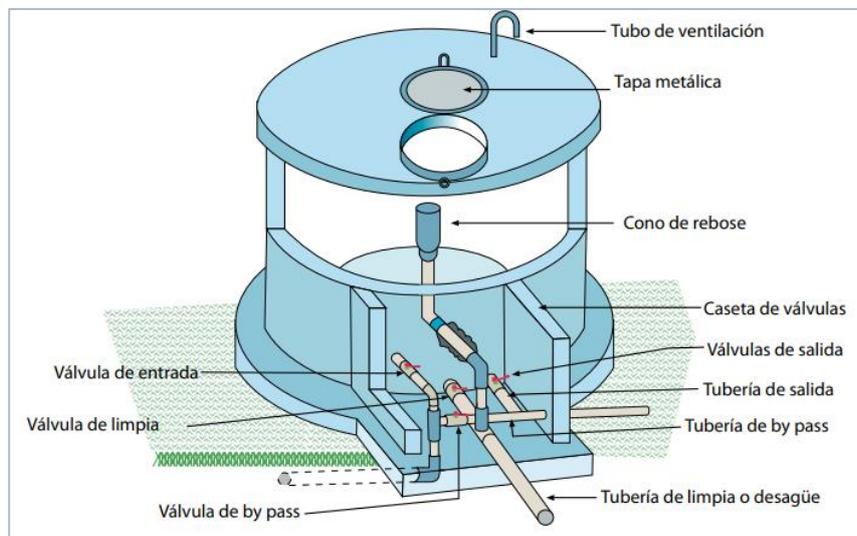
V : Velocidad del agua (m/s).

2.2.6.3. Reservoirio de concreto

Estructura denominada reservoirio de almacenamiento. Su función es almacenar una cantidad de agua suficiente para satisfacer la demanda de la población y regular las presiones en la red de distribución. Cuando no existe planta de tratamiento, aquí se realiza la desinfección directa (GIZ, 2017).

Figura 13

Reservoirio



Nota. Tomado de *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (p.18), por GIZ, 2017.

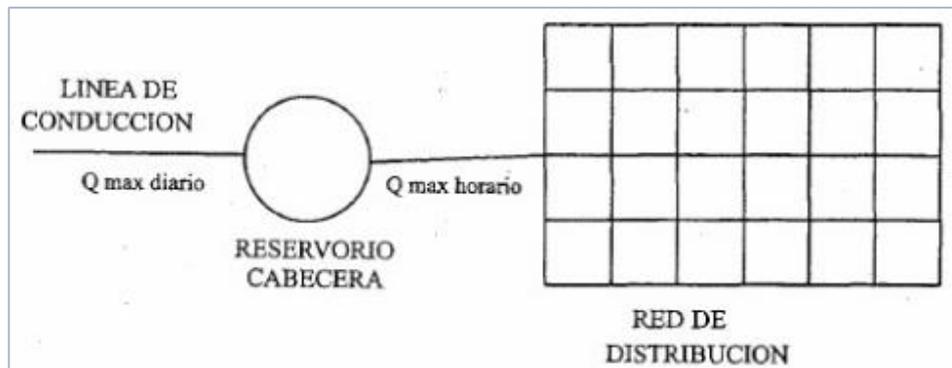
Tipos de reservorio por su Ubicación Hidráulica

- Reservorio De Cabecera:

Se denomina así al tanque de almacenamiento que se alimenta directamente desde la captación y luego abastece a la red de distribución (Moya, P.1997).

Figura 14

Reservorio de Cabecera



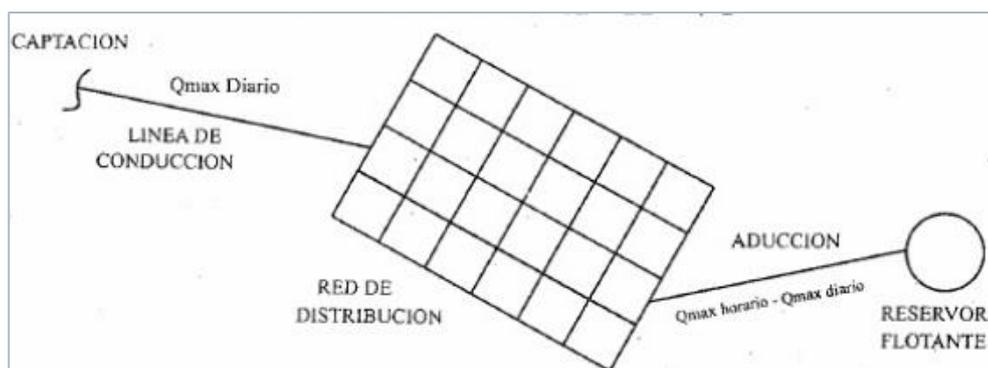
Nota. Tomado de *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado* (p.146), por P.J. Moya, 1997.

- Reservorio Flotante:

Donde el tanque de almacenamiento funciona como regulador de consumo donde el suministro va directamente a la red de distribución y de ella va al reservorio (Moya, P.1997).

Figura 15

Reservorio Flotante



Nota. Tomado de *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado* (p.146), por P.J. Moya, 1997.

Tipos de Reservorio por su Ubicación Respecto al Nivel del Terreno

- Reservorio Apoyado:

Estructura de almacenamiento que se sitúa sobre la superficie del suelo, cuando este es lo suficientemente firme y la topografía del terreno es adecuada (SAGARPA, s.f.).

- **Reservorio Elevado:**

Estructura de almacenamiento que se construyen en zonas planas con la finalidad de aumentar la carga hidráulica para incrementar la presión de servicio en la red de distribución. Puede estar soportados por columnas, torres de hormigón o metálicas y suelen tener forma cilíndrica o de paralelepípedo (Aguirre, F. 2015).

- **Reservorio Enterrado:**

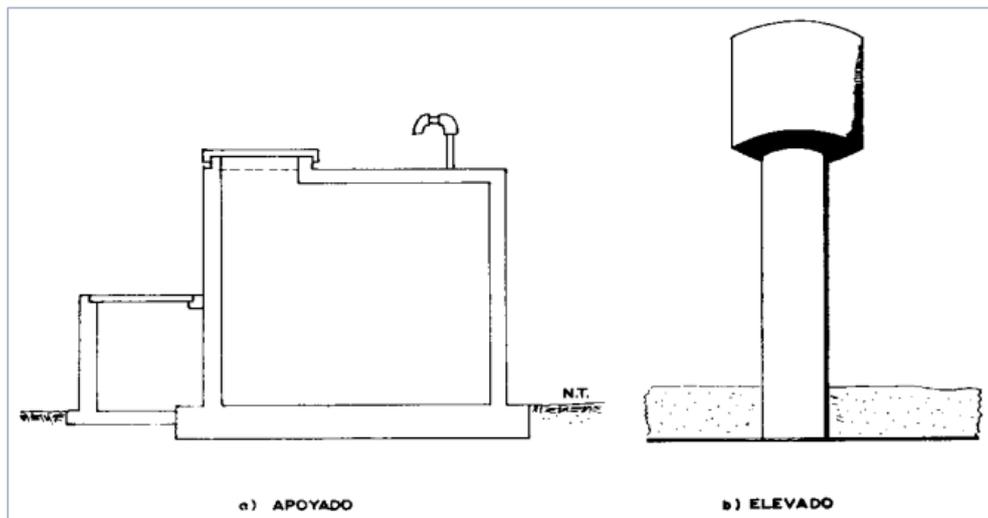
Se construyen debajo de la superficie del suelo respectivamente, pueden tener sección circular, rectangular o cuadrados (Aguirre, F. 2015).

- **Reservorio Semienterrado:**

Aquel reservorio que parte de la estructura de almacenamiento está enterrado y otra parte encima de la superficie (Moya, P.1997).

Figura 16

Tipos de reservorios



Nota. Tomado de Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (p.79), por R. Agüero, 1997.

Capacidad de almacenamiento

El volumen de equilibrio es un porcentaje del consumo medio diario (Q_p) de acuerdo al servicio continuo u discontinuo. (MVCS, 2018).

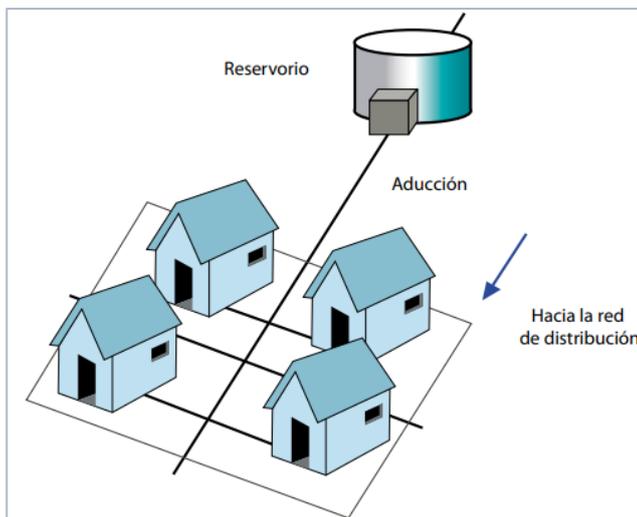
$$V = (\text{porcentaje})\% \times Q_p$$

Ecuación 13. *Volumen de almacenamiento para reservorios.* (MVCS, 2018).

2.2.6.4. Línea de Aducción

Está conformado por sistemas de tuberías, válvulas y otros componentes que en su conjunto sirven para conducir el agua potable desde el reservorio de almacenamiento hacia la red de distribución (GIZ, 2017).

Figura 17
Línea de Aducción



Nota. Tomado de *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (p.19), por GIZ, 2017.

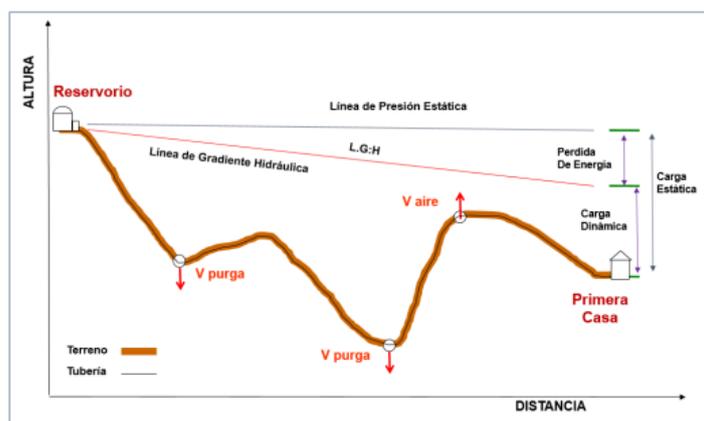
Caudal de evaluación

La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Qmh) (MVCS, 2018).

Carga Estática y Dinámica

La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m, (MVCS, 2018).

Figura 18
Línea de Gradiente Hidráulica de la línea de conducción



Nota. Tomado de *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural* (p.128), por MVCS, 2018.

Diámetros

El diámetro mínimo de la línea de aducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales (MVCS, 2018).

Velocidades admisibles

Las velocidades admitidas para la línea de conducción son:

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

(MVCS, 2018).

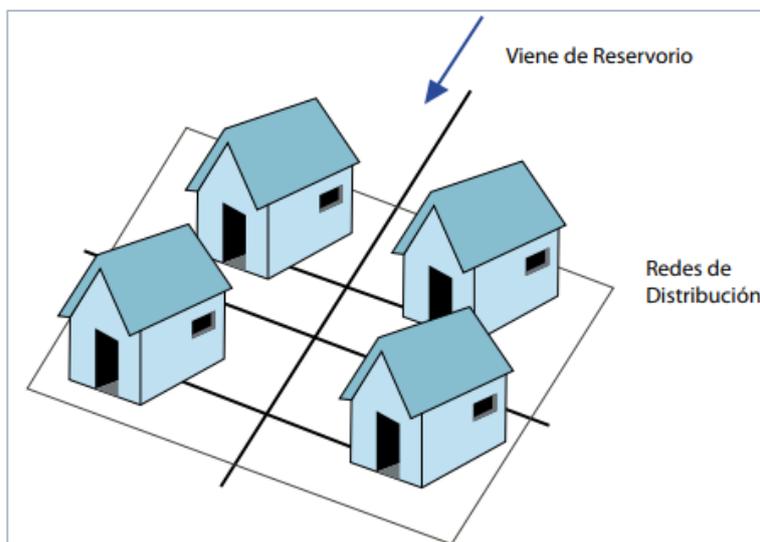
Para la verificación de velocidades se aplica la **Ecuación 12**. Velocidad del agua.

2.2.6.5. Red de Distribución

Sistema de tuberías que incluye válvulas de control, estaciones reductoras de presión y otros componentes, cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que en su conjunto distribuyen el agua potable a cada una de las viviendas de la población usuaria (Aguero Pittman, 1997; GIZ, 2017).

Figura 19

Red de distribución



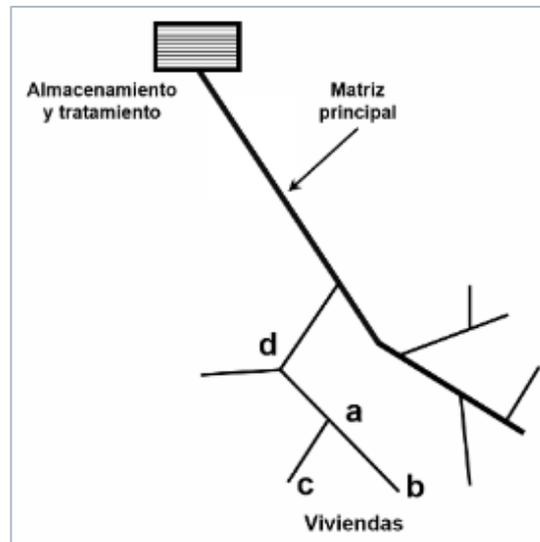
Nota. Tomado de Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural (p.19), por GIZ, 2017.

Red Abierta o Ramificada

Es la red que está compuesta por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en pequeñas mallas (puntos ciegos) que se asemeja a la espina de un pescado. Aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias, por lo general en

caminos o veredas, donde por razones topográficas no es económico ni técnico conectar los ramales y cuya desventaja está en la seguridad del sistema debido a que un desperfecto en cualquier tramo afecta a todos los tramos aguas abajo (Aguirre, F. 2015; MVCS, 2018; USAID, 2016).

Figura 20
Red abierta o ramificada

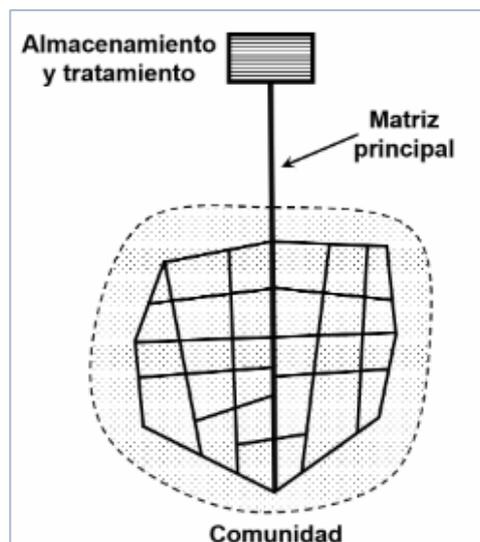


Nota. Tomado de *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad* (p.35), por USAID, 2016, RILMAC Impresores, S. de R.L. de C.V.

Red Cerrada o Mallada

Es la red que está conformada por tuberías interconectadas en forma de malla, donde el agua circula a través de circuitos cerrados en el que no hay puntos muertos, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal (Agüero, R. 1997; USAID, 2016)

Figura 21
Red Cerrada o Mallada



Nota. Tomado de *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad* (p.35), por USAID, 2016, RILMAC Impresores, S. de R.L. de C.V.

Consideraciones Básicas

Se tiene las siguientes consideraciones de diseño en una red de distribución:

- **Caudal de evaluación**

Las redes de distribución deben evaluarse con el caudal máximo horario (Q_{mh}).

- **Velocidades admisibles**

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

- **Presiones de servicio**

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

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

(MVCS, 2018).

Diámetros de Tubería PVC

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales. Es así que debe cumplir con la norma de fabricación NTP 399.002 y cuyo campo de aplicación es de línea de agua potable (MVCS, 2018).

Tabla 2
Dimensiones de Tubería PVC

DIMENSIONES DE TUBERÍAS DE PVC			
DIÁMETRO NOMINAL D _n (pulg)	DIÁMETRO EXTERIOR D _e (mm)	ESPESOR e (mm)	DIÁMETRO INTERIOR D _i (mm)
CLASE 7.5 PN = 105 psi			
1 ½"	48,0	1,8	44,4
2"	60,0	2,2	55,6
3"	88,5	3,2	82,1
CLASE 10 PN = 150 psi			
2"	60,0	2,9	54,2
3"	88,5	4,2	80,1
4"	114,0	5,4	103,2

Nota. Adaptado de *Tubos a presión NTP 399.002* (p.01), por Nicoll, 2014.

2.2.6.6. Análisis Hidráulico – EPANET 2.0

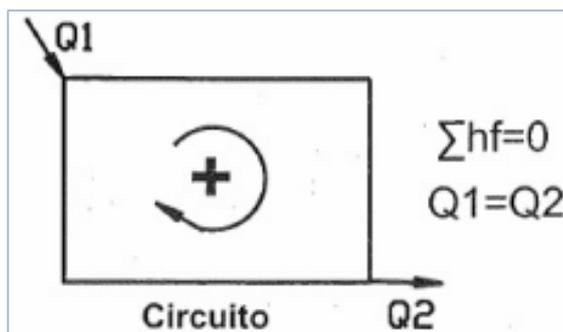
EPANET es un programa de ordenador que permite realizar simulaciones del comportamiento hidráulico. La interfaz de usuario bajo Windows de EPANET proporciona un editor gráfico que simplifica el proceso de trazar el esquema de la red y definir las propiedades de sus componentes. Ofrece además distintas opciones para interpretar y analizar los resultados de un análisis, como son el trazado de curvas de evolución, de perfiles longitudinales o de mapas de isolíneas, la confección de tablas tabuladas con filtros, y la preparación de informes específicos orientados a la calibración, la evaluación del consumo energético o la valoración de las sustancias reactivas (EPA, 2017).

Modelo de simulación Hidráulica

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula presiones en nudos y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos y demandas de agua; a partir del cálculo simultáneo de la conservación del caudal en cada nudo y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso, conocido como “equilibrado hidráulico de la red”, requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el “Algoritmo del Gradiente” con este propósito. La resolución del método del Gradiente comienza con un valor estimado inicial de caudales en cada tubería que no tiene por qué satisfacer las ecuaciones de continuidad (EPA, 2017).

Figura 22

Criterio de continuidad en tuberías- Hardy Cross



Nota. Tomado de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (p.161), por P.J. Moya, 1997.

Componentes físicos

- **Nudos**

Puntos en la red donde se unen dos tuberías o por donde entra o sale el agua de la red. La información básica que se requiere para los nudos es: cota y demanda de agua. Los resultados que se obtienen de las conexiones a lo largo de toda la simulación son: Altura piezométrica, presión (EPA, 2017).

- **Depósito (Reservorios)**

La principal característica es su altura piezométrica, que es igual a la altura por encima del nivel del mar si no se encuentra bajo presión (EPA, 2017).

- **Tuberías**

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son: nudos de entrada y salida, diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad (para determinar pérdidas), estado (abierta, cerrada o con válvula). Los principales valores que podemos obtener son: caudal, velocidad, pérdidas.

Las pérdidas de carga debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando tres métodos diferentes.

- Método de Hazen – Williams
- Método de Darcy- Hazen-Williams

Método de Chezy-Manning.

El método de Hazen – Williams es el más utilizado y no se puede usar con otro líquido que no sea agua (EPA, 2017).

Tabla 3

Cálculo de pérdidas en tuberías (pérdidas en pies y caudal en cfs)

<i>Formula</i>	<i>Coefficiente de Resistencia (A)</i>	<i>Exponente de Caudal (B)</i>
Hazen-Williams	$4.727 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0252 f(\epsilon, d, q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$4.66 n^2 d^{-5.33} L$	2

Notas: C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
 ϵ = coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (ft)
 f = factor de fricción (depende de ϵ , d, y q)
 n = coeficiente de rugosidad de Manning
 d = diámetro de la tubería (ft)
 L = longitud de la tubería (ft)
 q = caudal (cfs)

Nota. Tomado de EPANET 2 Manual de Usuario (p.28), por EPA, 2017.

Tabla 4
Coeficiente de rugosidad para diferentes materiales

Material	Hazen-Williams C (adimensional)
Hierro Colado	130 – 140
Hormigón o Revestido de Hormigón	120 – 140
Hierro galvanizado	120
Plástico	140 – 150
Acero	140 – 150
Arcilla Vitrificada	110

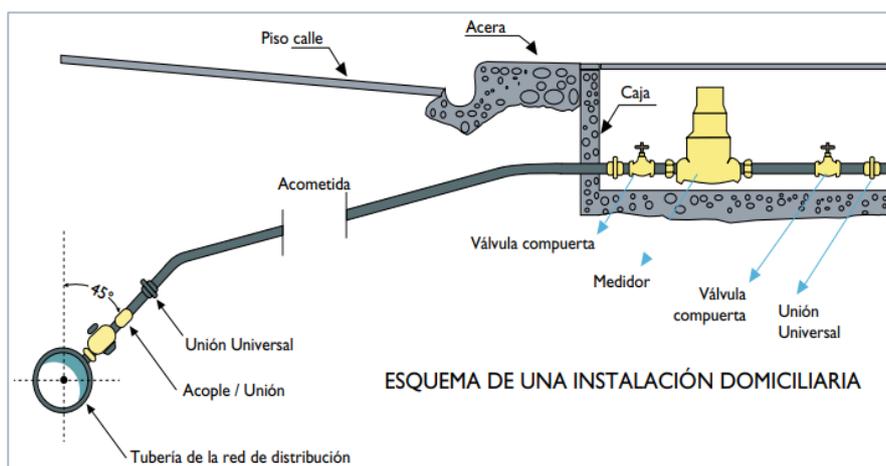
Nota. Adaptado de *EPANET 2 Manual de Usuario* (p.28), por EPA, 2017.

2.2.6.7. Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda, ubicado generalmente en la vereda de la vivienda abastecida, brindando el acceso al servicio de agua potable. Está conformada por los elementos de toma, medición y caja de protección (GIZ, 2017; USAID, 2016).

Figura 23

Esquema de conexión domiciliaria

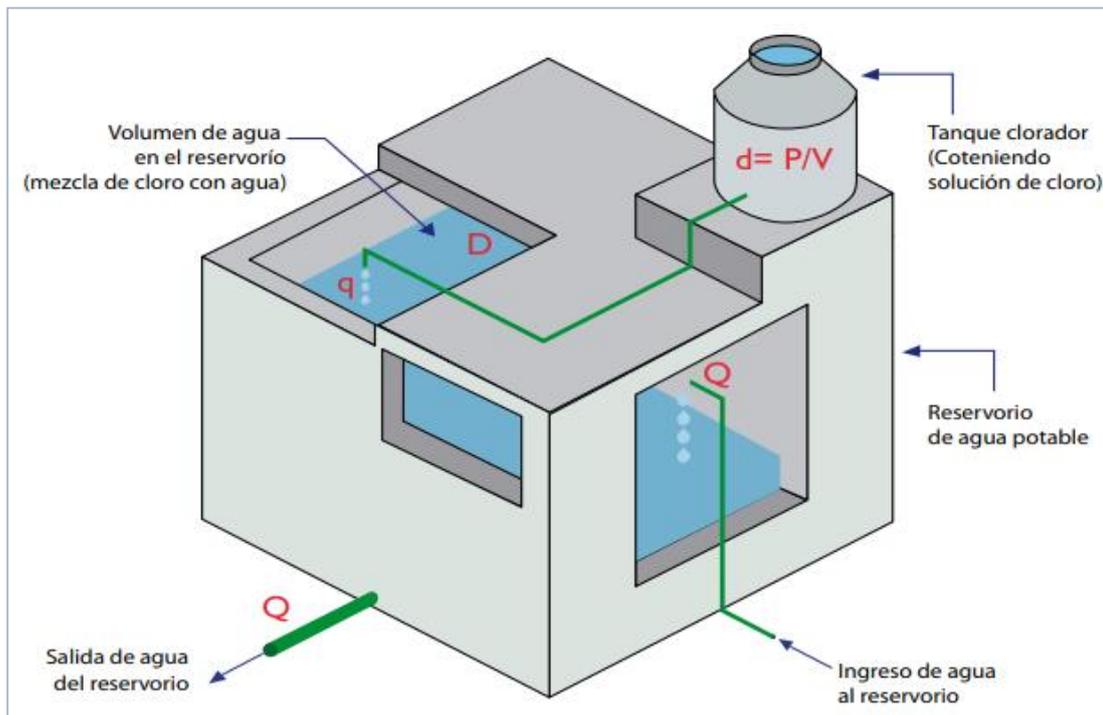


Nota. Tomado de *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (p.20), por GIZ, 2017.

2.2.7. Sistema de desinfección por cloración mediante goteo autocompensante

La cloración por goteo autocompensante es un proceso que permite desinfectar el agua potable mediante la dosificación constante de una solución clorada en pequeñas cantidades (en forma de gotas o chorro) en la cámara de cloración o directamente en el reservorio. El objetivo es lograr la desinfección eficiente del agua y asegurar la presencia de cloro residual libre establecido en la norma vigente (GIZ, 2017).

Figura 24
Esquema general del sistema de cloración



Nota. Tomado de Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural (p.38), por GIZ, 2017.

2.2.8. Resistencia Estructural del Concreto In Situ – ACI 228

Las pruebas in situ se realizan típicamente en hormigón dentro de una estructura, utilizando métodos que han sido estandarizados por ASTM. Específicamente, se establece los siguientes métodos que pueden usarse:

- Número de rebote (ASTM C 805)
- Resistencia a la penetración (ASTM C 803 / C 803M)
- Prueba de extracción (ASTM C 900)
- Número de ruptura (ASTM C 1150)
- Velocidad de pulso ultrasónico (ASTM C 597)
- Método de madurez (ASTM C 1074)
- Cilindros moldeados en el lugar (ASTM C 873)

(ACI 228.1R-03, 2003).

2.2.8.1. Ensayo de Esclerometría - NTP 339-181:2013

Este ensayo permite determinar la resistencia de un elemento de concreto a partir del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido (Vallejos, J. 2018).

2.2.9. Operación y Mantenimiento de un sistema de agua potable

La operación y mantenimiento de un sistema de agua potable se refiere a las actividades y procesos necesarios para garantizar que el sistema de suministro de agua potable esté funcionando de manera adecuada y cumpla con los estándares de seguridad y calidad establecidos. Esto implica no sólo mantener la infraestructura física del sistema, sino también asegurar que los procesos y protocolos de tratamiento del agua sean adecuados y que la calidad del agua producida sea segura para el consumo humano (Espada, V. 2021).

2.3. Definición de términos básicos

Ámbito rural del Perú

Abarca las localidades o centros poblados cuya población es menor de 2.000 habitantes, donde las intervenciones en proyectos de saneamiento se realizan de acuerdo a las opciones tecnológicas contempladas en la R.M. N° 192-2018-VIVIENDA (MVCS, 2023).

Opciones Tecnológicas

Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección (MVCS, 2018)

Recurso hídrico

El recurso hídrico es un recurso disponible o potencialmente disponible, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable (Ingeniería y Proyectos Ltda, 2021).

Afloramiento

Punto o zona por donde fluye el manantial hacia la superficie, es decir, naciente de la fuente de agua. (Agüero Pittman, 2004; USAID, 2016).

Agua apta para consumo humano

Agua apta para consumo humano se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua que cumplen con los estándares y regulaciones establecidos por las autoridades sanitarias para garantizar que el agua es segura para el consumo humano (Aconsa, 2021).

Caudal

El caudal es el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica. Suele medirse en m³/s, lo cual genera un valor anual medido en m³, que puede emplearse para su planificación (Peña, D. 2020).

Demanda de agua

La demanda de agua corresponde a la cantidad o volumen de agua, que los ciudadanos o los usuarios necesitan recibir de la correspondiente entidad suministradora para cubrir sus necesidades de consumo (RAE, 2019).

Captación

Es una obra necesaria para captar el agua de la fuente a utilizar, que permite la recepción del agua de un manantial de ladera, río, riachuelo, lago o laguna, o de aguas subterráneas, que luego será distribuido a la población (Barreto, L. 2019).

Cámara de reunión de caudales

Estructura de concreto armado instalada para reunir los caudales de dos (02) captaciones. (MVCS, 2018).

Línea de Conducción

Conformado por tuberías, estaciones reductoras de presión, válvulas de aire y otras estructuras que tienen como función conducir el agua captada desde la fuente de abastecimiento hacia la unidad de desinfección del agua – reservorio (GIZ, 2017).

Reservorio

Es una estructura destinada a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo y uso humano. Funciona como almacenamiento que permite suministrar el caudal de máximo horario a la red de distribución, manteniendo la presión adecuada (Barreto, L. 2019).

Línea de Aducción

La línea de aducción es la tubería, así como los accesorios, dispositivos y válvulas que conducen el agua desde el reservorio hasta la red de distribución de agua potable (Zelaya, N. 2021, diapositiva 2).

Red de distribución

Es el conjunto de estructuras y elementos encargados de entregar el agua a los usuarios en su domicilio. Se incluyen válvulas, tuberías, tomas domiciliarias y medidores (Barreto, L. 2019).

Diámetro interior de tubería

Diámetro interior del tubo, real o útil, medido en una sección cualquiera. Es el diámetro del diseño hidráulico (MVCS, 2018).

Presión del agua

En las tuberías la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua, donde el sistema de agua utiliza la gravedad para elevar la presión del agua (Thangam, A. 2023; Tixe, S. 2004).

Control de calidad del agua potable

Proceso permanente y sistemático de comprobación, mediante programas establecidos de muestreo y otros procedimientos, que realiza cada empresa de servicios para verificar que el agua distribuida se ajuste a las exigencias de las normas respectivas (SUNASS, 2004).

Cloración

Aplicación de cloro (gas licuado) o compuestos de cloro (hipocloritos) al agua cruda con el propósito de desinfectarla (SUNASS, 2004).

Cloro residual libre

Cloro libre que queda disponible después de haber efectuado la desinfección del agua, es decir, la destrucción o inactivación de los microorganismos presentes. (GIZ, 2017).

Resistencia estructural del concreto

La resistencia estructural del concreto se refiere a la resistencia a la compresión simple, es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) (Cemex, 2019).

Prueba de esclerometría

La prueba de esclerometría es un método no destructivo (COTECNO, 2022). Donde se utiliza un esclerómetro el cual se emplea para la medición de la resistencia a compresión del concreto (PCE INSTRUMENTS, 2019).

Operación de un sistema de agua potable

La operación de un sistema de agua potable en el conjunto de actividades que se realizan de manera cotidiana para poner en funcionamiento parte o todo el sistema de agua potable, para que funcione en forma continua y eficiente (USAID, 2016).

Mantenimiento de un sistema de agua potable

Es el conjunto de actividades permanentes que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que pueden producirse o se producen en los equipos e instalaciones del sistema de agua potable durante el funcionamiento de sus componentes (USAID, 2016).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Caracterización de la zona de estudio

3.1.1. Demarcación Política

El desarrollo de la presente investigación se realizará en el área de influencia del sistema de agua potable en la localidad de Llacanora, a continuación, se indica la ubicación política:

- Departamento : Cajamarca
- Provincia : Cajamarca
- Distrito : Llacanora
- Localidad : Ciudad de Llacanora

Figura 25

Ubicación de la zona de la investigación – Departamento de Cajamarca.



Nota. Adaptado de Mapa Político del Perú, por INEI.

Figura 28

Ubicación de la zona de la investigación – localidad de Llacanora.



Nota. Adaptado de Mapa Político del Perú, por INEI.

3.1.2. Ubicación Geográfica

La localidad de Llacanora donde se ejecutará el trabajo de investigación limita al Norte con el caserío Shaullo Grande, por el Sur con el caserío La Banda, al Este con el caserío de las Arenas y al Oeste con el caserío Iscoconga; caseríos del distrito de Llacanora. Geográficamente se ubica a una altitud promedio de 2,620.06 m.s.n.m y se encuentra en la Región Natural Quechua.

Tabla 5

Coordenadas UTM - zona de estudio

Coordenadas UTM WGS-84 - Zona 17S	
Localidad de Llacanora	
Norte	Este
9204140.70	784143.30

En general, la localidad de Llacanora, presenta una geografía accidentada, con presencia de valles en la parte baja del distrito y peñascos en la parte alta de la cuenca.

3.1.3. Clima

El clima de esta zona, es templado con frío moderado y constantes lluvias (octubre – mayo), y la época seca, que es de frío seco intenso y con presencia de bastante viento (junio – septiembre), con una temperatura promedio que varía entre los 2° C y 18° C, la

máxima bordea los 21°C. hacia el mediodía y la mínima baja hasta menos de 0°C en las madrugadas de la época seca, mas no en la época de lluvias donde se registran temperaturas bajas de 3 a 5°C.

3.1.4. Topografía

La topografía de la zona es ondulada en su totalidad, de moderadas a elevadas pendientes en toda el área de influencia del proyecto.

3.1.5. Vías de acceso

A la zona del proyecto se llega a través de la carretera asfaltada, teniendo dos rutas:

1. Desde la Ciudad de Cajamarca – Los Baños del Inca – Llacanora, con una distancia de 13 km, un tiempo aproximado de 25 minutos.
2. Desde la Ciudad de Cajamarca – carretera al distrito de Jesús, se toma el desvío ubicado en el campo pecuario Iscoconga – Carretera a San Marcos, y se llega a Llacanora. Con una distancia de 19 km., un tiempo aproximado de 40 minutos.

Tabla 6
Rutas de acceso a Llacanora

Ruta	Tramo	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo
1	Cajamarca - Llacanora	Asfaltada	13	25 min
2	Cajamarca-Iscoconga-Llacanora	Asfaltada	19	40 min

3.1.6. Población

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), como ente rector del Sistema Estadístico Nacional, ejecutó los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, de acuerdo con los resultados obtenidos, el distrito de Llacanora concreta 5639 habitantes.

Tabla 7
Población Intercensal 2007 – 2017

Distrito de Llacanora	2007		2017		Variación Intercensal 2007 - 2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	4905	100%	5639	100%	734	15.0%	1.40%
Urbano	648	13.2%	717	12.7%	69	10.6%	1.02%
Rural	4257	86.8%	4922	87.3%	665	15.6%	1.46%

En el periodo intercensal 2007-2017, se observa que la tasa de crecimiento promedio anual en el distrito de Llacanora es positiva (1.40%), donde la población urbana censada se incrementó en 69 personas, siendo la tasa de crecimiento promedio anual de 1,02%. Mientras que, la población censada rural se incrementó en 665 personas, lo que representa una tasa creciente promedio anual de 1.46%.

Tabla 8

Población actual de la localidad de Llacanora

Localidad de Llacanora	Población Actual	N° Viviendas
	Hab.	Total
	1500	370

De acuerdo al INEI, la localidad de Llacanora, cuenta con 1500 habitantes agrupados en 370 viviendas.

3.1.7. Características Urbanísticas

Llacanora es un pintoresco pueblo, con una hermosa campiña y dos pintorescas cascadas (“Cascada Macho” y “Cascada Hembra”) en la misma quebrada, una a continuación de otra, a 20 minutos del pueblo mismo. El caudal de la quebrada descarga en el río Cajamarquino, el cual pasa por el oeste del cercado de Llacanora.

Las manzanas urbanas de la ciudad de Llacanora, tiene forma reticular o cuadrícula y rectangular con calles en su mayoría perpendiculares a distancias equidistantes y alta conectividad. En el perfil urbano de la zona monumental de la localidad de Llacanora se puede observar que las viviendas son en su mayoría de 2 pisos y los materiales que predominan en estas viviendas son 70% de adobe y otras 30% son de material noble; donde el techo predominante es de materiales como quincha, teja y madera.

Todos los equipamientos se encuentran en la zona monumental: Puesto de Salud, Coliseo Multiusos, Institución Educativa Primaria, Institución Educativa Inicial, Iglesia San Juan Bautista, Municipalidad Distrital de Llacanora y Puesto Policial; la ubicación accesible de los mismos ayuda a que los ciudadanos tengan acceso a todos los servicios.

3.2. Época de estudio

El tiempo durante la ejecución de la presente investigación, comprende desde el mes de marzo hasta agosto del año 2024, donde se presenta un clima templado con mínimas lluvias, donde las principales actividades económicas está representada por la agricultura y la ganadería y de manera insipiente el comercio, siendo las primeras las que proporcionan la mayor ocupación a la población económicamente activa, la agricultura está orientada principalmente al sustento local mientras que la ganadería está dirigida a la

producción lechera y derivados para su posterior venta en los mercados de la ciudad de Cajamarca, Los Baños del Inca y Llacanora.

3.3. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

El tipo de estudio a utilizar es orientado, ya que no resuelve un problema directo o de inmediato, pero ayuda a resolverlo. El nivel abordado es descriptivo, pues se busca describir un fenómeno(deficiencias) a través de la indagación y análisis de la realidad. El diseño del estudio será no experimental transversal y longitudinal, dado que se enfoca en observar y medir ciertos fenómenos una sola vez para luego describirla en la investigación, también observar y medir fenómenos en un periodo de tiempo sin intervenir activamente en ellos. El método corresponde al método mixto (cuantitativo - cualitativo), ya que se enfoca en medir y analizar datos numéricos; e implica la observación directa y la interpretación de los fenómenos.

3.4. Población de estudio

La población está comprendida por todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora.

3.5. Muestra

La muestra está conformada por el periodo de estiaje(disminución de caudal) del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora.

3.6. Unidad de análisis

La unidad de análisis lo entrega el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora.

3.7. Procedimiento

Se presentó una solicitud dirigida a la MDLL, por consiguiente, la entidad en mención brindó acceso a información relevante y necesaria del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora, la cual fue útil durante el transcurso de la investigación.

3.7.1. Describir el sistema de agua potable de la localidad de Llacanora,2024

La población de la localidad de Llacanora, se abastece del recurso hídrico a través de un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual consta de 293 conexiones de servicio de agua, de ellas 283 son conexiones domésticas y 10 conexiones a espacios de servicio a la población o autoridades.

Tabla 9
Información de servicio del sistema de agua potable

Localidad de Llacanora	Población Actual	N° Viviendas	Conexiones	
	Hab.	Total	Domésticas	No Domésticas
	1500	370	283	10

Considerando lo anteriormente mencionado y con previa autorización y guía del encargado del Área de Gestión Municipal (UGM), se programó una visita de campo al sistema de abastecimiento de agua potable, donde se procedió a describir la ubicación, antigüedad, dimensiones, material, características físicas actuales de cada uno los componentes identificados a continuación:

- Captaciones de manantial de ladera
- Línea de Conducción
- Reservorios de almacenamiento
- Líneas de aducción
- Redes de distribución
- Conexiones Domiciliarias

3.7.2. Determinar la demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente

Se realizó una comparación entre la cantidad actual de agua que necesita la población de la localidad de Llacanora para realizar sus actividades cotidianas con el caudal del afloramiento, de la cámara de reunión de caudales, de la captación de manantial de ladera.

Para el primer indicador, se realizó la medición de variaciones en el volumen de agua de los 2 reservorios, en intervalos de 1 hora, durante 2 meses (segunda semana de abril hasta la primera semana de junio), obteniendo una amplia base de datos entre ambos meses, permitiendo estimar un valor más aproximado de la demanda de agua potable de la población actual.

Para el segundo indicador, se realizó 5 mediciones del tiempo necesario para llenar un recipiente de volumen conocido y así obtener el caudal global ofertado por las fuentes de abastecimiento.

3.7.3. Evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora, 2024

Se realizó un levantamiento topográfico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad en estudio, además se calculó el consumo promedio diario anual,

las variaciones diarias y horarias (consumo máximo diario y consumo máximo horario, considerando un registro de consumo de agua en condiciones normales de funcionamiento del sistema); en base a los datos tomados en campo de demanda de agua potable para así evaluar los diferentes componentes del sistema de agua potable en estudio.

- **Captaciones de manantial de ladera**

De acuerdo a la Norma Técnica de Diseño Para el ámbito rural (MVCS,2018), y calculando previamente el caudal máximo de la fuente, se utilizó este último dato para reemplazar junto con otros datos en las ecuaciones de diseño hidráulico de las estructuras y accesorios de la captación de manantial de ladera de la norma en mención, obteniendo dimensiones de acuerdo con el gasto máximo actual de la fuente comparándolos con las dimensiones reales de las estructuras de la captación de manantial de ladera principal.

- **Línea de Conducción**

Teniendo en cuenta el Caudal máximo diario (Q_{md}) y el diámetro de las tuberías actuales de la línea de conducción, se analizó si la velocidad del fluido se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el MVCS,2018.

- **Reservorios de almacenamiento**

El funcionamiento hidráulico está en base a abastecer a la población de un suministro eficiente en cantidad y calidad, por ende, se realizó la evaluación del volumen de almacenamiento de cada tanque, comparando la capacidad actual de estas estructuras, con el volumen que se requiere según la demanda diaria promedio anual actual (Q_p), aplicando parámetros de capacidad que indica el MVCS,2018.

- **Líneas de aducción**

Teniendo en cuenta el Caudal máximo horario (Q_{mh}) y el diámetro de las tuberías de las líneas de aducción, se calculó la velocidad del fluido evaluando si estos resultados se encuentran o no dentro de los rangos permitidos por el MVCS,2018.

- **Red de distribución**

En base a la información topográfica, se utiliza información de los nudos (cotas y coordenadas), tramo de tuberías (material, diámetro y longitud); y el caudal máximo horario (Q_{mh}) calculado; para realizar el modelamiento del sistema en el programa EPANET 2.0.

A partir de la simulación se obtiene resultados de velocidades en tuberías y presiones en nudos que se verifican si se encuentra o no dentro del rango de valores admisibles que indica el MVCS,2018. Cabe mencionar que las presiones dinámicas

calculadas con el programa, se comparan previamente con las presiones dinámicas reales medidas en los grifos de las viviendas más próximas a cada nudo.

Así mismo se calcula las presiones estáticas en cada tramo de tubería, constatando que no sean mayor al límite admitido por el MVCS,2018.

- **Conexiones Domiciliarias**

Se realizaron la toma de presión dinámica en el punto de salida de agua de la vivienda más cercana a cada nudo.

- **Calidad del recurso hídrico**

Realizamos la toma de 01 muestra de agua en frascos estériles de la cámara de reunión de la Captación IV y se evaluó de acuerdo a la clasificación del cuerpo natural de agua y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA).

Respecto al sistema de desinfección de cloración por goteo, se realizó la verificación de la concentración de cloro residual libre en los grifos de las viviendas más alejadas de la red de distribución, de acuerdo a lo que regula el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, dado por el MINSA (DS N° 031-2010-SA).

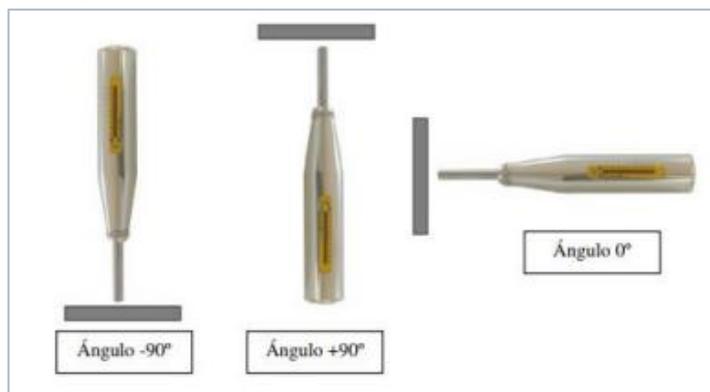
3.7.4. Estimar la resistencia estructural de la captación y el reservorio mediante el ensayo de esclerometría

Se realizó la prueba de esclerometría sobre la superficie de la estructura de las captaciones y reservorios de concreto armado autorizados, de acuerdo a la norma NTP 339-181 (2013) donde se consideró lo siguiente:

Piezas con un espesor mayor a los 10 cm, de superficie lisa y seca, con el esclerómetro en posición perpendicular a la superficie de ensayo y distanciando los puntos de ensayo un mínimo de 25 mm.

Figura 29

Ángulo de la posición perpendicular del esclerómetro.



Nota. Tomado de *Resistencia del concreto con esclerómetro* (p.26), por J.E. Vallejos Medianero, 2018.

Asimismo, considerando la información por Vallejos Medianero (2018), que indica que se debe registrar mínimo 10 lecturas y se descartan todas las lecturas que difieran en más de 6 unidades de la media; y si existen más de dos lecturas que cumplan con esta condición debe descartarse el conjunto.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, en cada estructura en campo se preparó la superficie quitando la capa de tarrajeo de un área de 0.25m x 0.25 m, y obteniendo una superficie lisa con el pulido de la piedra abrasiva. Se dibujó una cuadrícula de 4 x 4 cuadrados de 5 cm x 5cm cada uno. Una vez preparada la superficie se procedió a sostener el instrumento perpendicular a la superficie y se realizó el empuje del esclerómetro a la superficie hasta que el martillo impactó, después se oprimió el botón del costado del esclerómetro para trabar el émbolo y se procedió a registrar el número del rebote. Se realizó el mismo procedimiento para todas las superficies marcadas. Con las lecturas de índice de rebote de 12 puntos marcados se realizó los cálculos respectivos y se determinó su resistencia a la compresión.

3.7.5. Identificar el plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora,2024

Considerando el Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, USAID (2016), se elaboró un cuestionario (**anexo 13**) con preguntas respecto al tema, que se aplicó mediante el dialogo al operador encargado de las actividades de operación y mantenimiento del SAP.

3.7.6. Proponer alternativas de mejora al actual funcionamiento del sistema de agua potable

En base a los resultados obtenidos de la evaluación del sistema de agua potable de abastecimiento a la población de Llacanora, se plantearon ciertas acciones con el propósito de mejorar el funcionamiento actual del sistema.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de estudio empleadas incluyen la observación, el análisis y la encuesta, la primera de ellas consta del empleo de los sentidos para obtener información de un fenómeno, la segunda de extraer una muestra para obtener información de un fenómeno y la tercera de recopilar datos mediante preguntas específicas realizadas al sujeto encargado de manipular la variable.

Los **instrumentos** de recolección de datos son:

- Fichas de registro de observación (descripción del sistema)

- Ficha de registro de datos numéricos (evaluación hidráulica)
- Frascos estériles (evaluar la calidad del recurso hídrico)
- Esclerómetro (resistencia estructural del reservorio)
- Cuestionario (Identificar la operación y mantenimiento del sistema)

3.9. Análisis e interpretación de datos

Con los datos recolectados en campo, se realizó la descripción del sistema de abastecimiento de agua potable, así como la evaluación del funcionamiento hidráulico de cada uno de sus componentes en base a cálculos matemáticos; el análisis de las muestras de agua por el Laboratorio Regional del Agua y la determinación de la resistencia estructural mediante ábaco(esclerómetro).

También se emplearon la estadística descriptiva, por lo que, se utilizaron tablas y gráficos, que ayudaron a presentar la información hallada e interpretar los datos obtenidos, de modo que, se construyan las conclusiones finales.

Softwares

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Microsoft PowerPoint
- Autocad 2D
- Epanet 2.0

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

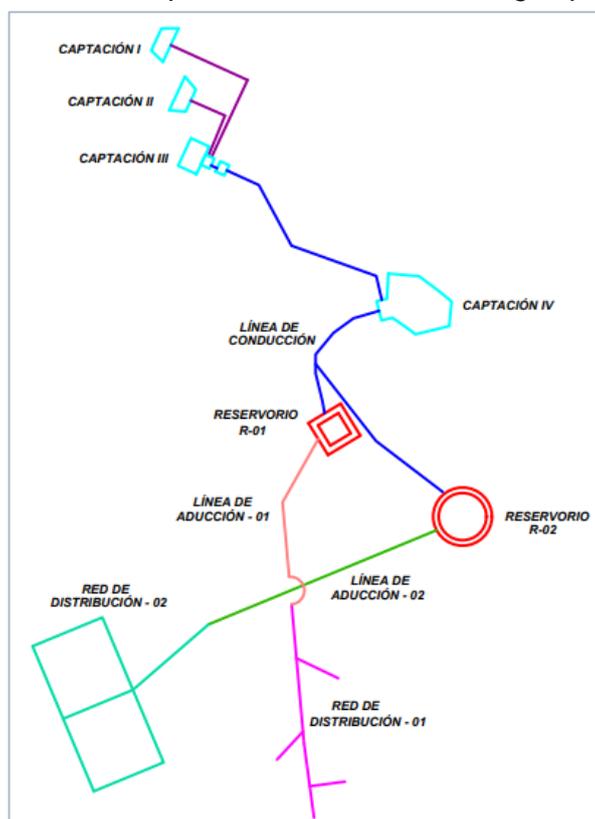
4.1. Descripción del sistema de agua potable de la localidad de Llacanora

La localidad de Llacanora presenta 370 viviendas existentes, donde el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad brinda el servicio a 293 conexiones, es decir, presenta una cobertura del servicio del 79%. La localidad de Llacanora está dividida en dos zonas de servicio que se abastecen independientemente con el agua potable de los reservorios R-01 y R-02 como se observa en la **figura 30**.

La presente investigación busca brindar información actualizada a través de la descripción y evaluación de los componentes operativos del sistema, que se muestra a continuación.

Figura 30

Esquema de los componentes del sistema de agua potable.



4.1.1. Captaciones

Las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable de la localidad, provienen de aguas subterráneas, captadas mediante 04 captaciones del tipo manantial de ladera: 03 al norte de la “Catarata Macho” y 01 al este de la misma. Las estructuras ubicadas al norte de la “Catarata Macho” las denominamos: Captación I, Captación II y Captación III; por ende, la ubicada al este se denomina Captación IV, cuya función de recolección de agua es para abastecer y satisfacer las necesidades básicas de la

población. Cabe mencionar que las dimensiones y la forma se adapta adecuadamente a la localización de la fuente y permite que el flujo de agua ingrese libremente,

El abastecimiento del sistema de agua potable inicia en las captaciones I y II, las cuales descargan en la Captación III, a partir de ahí con una tubería de salida de 2" conducen el fluido a la Captación IV.

4.1.1.1. Captación I

La estructura de la Captación I, está ubicada en las coordenadas **UTM ZONA 17 - E:784461.1915 N: 9204827.8953**, a una altitud de 2664 m.s.n.m. Corresponde a una captación de manantial del tipo ladera construida de concreto armado en el año 2022, cuyo acceso es a través del camino propio de lugar turístico "Catarata Macho".

Figura 31

Medición de los componentes de la Captación I.



La estructura está conformada por una cámara de protección del manantial semienterrado, de 1.30 m de profundidad y cuyas paredes tienen 15cm de espesor, en la parte superior la estructura presenta una tapa metálica en buen estado de 50 cm x 60 cm, ocupando el total de la captación 3.40 m³ aproximadamente, al interior presenta una tubería de rebose de \varnothing 2" PVC de 30 cm de altura y una tubería de salida de \varnothing 2" PVC que descarga el agua en la cámara de reunión de caudales de la Captación III.

Figura 32

Presencia de sarro en el Interior de la Captación I.



Superficialmente tiene un aspecto óptimo, con un muro de ladrillo revestido, este sobre un muro ciclópeo de protección a mediana altura para evitar el desborde de materiales (causado por cunetas metros arriba) sobre la estructura; respecto a la parte interna de la misma se observa sarro en 80% del enrocado debido a que la zona de afloramiento tiene minerales como parte de su geología.

4.1.1.2. Captación II

La Captación II, de concreto armado, está ubicada en las coordenadas **UTM ZONA 17 - E:784468.1728 N: 9204819.4232**, a una altitud de 2660 m.s.n.m. Corresponde a una captación de manantial del tipo ladera construida en el año 2022, cuyo acceso es a través del camino propio de lugar turístico “Catarata Macho”.

Figura 33

Visita de campo a la Captación II.



La estructura está conformada por una cámara de protección del manantial semienterrado, de 0.85 m de profundidad y cuyas paredes tienen 15cm de espesor, en la parte superior la estructura presenta una tapa metálica en buen estado de 50 cm x 60 cm, ocupando el total de la captación 1.75 m³ aproximadamente. Al interior presenta una tubería de rebose de \varnothing 2" PVC de 22 cm de altura y una tubería de salida de \varnothing 2" PVC que descarga el agua en la cámara de reunión de caudales de la Captación III.

Figura 34

Presencia de sarro en el Interior de la Captación II.



En la parte posterior - superior a la estructura presenta un muro ciclópeo o también llamado de concreto ciclópeo enrocado, de protección ante un probable deslizamiento de la ladera; respecto a la parte interna se observa sarro en el 40% del enrocado debido a que la montaña de la cual aflora el agua tiene minerales como parte de su geología.

4.1.1.3. Captación III

La estructura de la Captación III, está ubicada en las coordenadas **UTM ZONA 17 - E:784466.0437 N: 9204810.3842**, a una altitud de 2659 m.s.n.m. Corresponde a una captación de manantial del tipo ladera construida de concreto armado en el año 2022, cuyo acceso es a través del camino propio de lugar turístico "Catarata Macho".

Figura 35

Visita de campo a la Captación III.



Comprende la cámara de protección del manantial construido sobre el nivel del terreno natural, una cámara húmeda y una cámara seca a nivel del terreno natural, ocupando un volumen total de 1.66 m³.

- La cámara de protección, cuyos muros de concreto armado tienen 15 cm de espesor, una losa de 10 cm de espesor y una profundidad de 98 cm; con un acceso restringido por una tapa metálica de 0.50 m x 0.60 m, paralela a la zona de afloramiento.

Figura 36

Cámara de reunión de caudales en la Captación II



– La cámara húmeda, cumple la función de una cámara de reunión de caudales, ya que adicional a la función de recolección de agua propia del manantial de la Captación III, en ella se reúnen los caudales de la Captación I y II. Las dimensiones internas de este componente es 0.60 m x 0.67 m x 0.64 m con una tapa metálica de 0.60 x 0.50 m. Presenta en su interior 01 tubería de entrada de \varnothing 2" PVC proveniente de la cámara de protección de la Captación III, adicional a ello en la pared derecha de la cámara hay 02 tuberías de entrada de \varnothing 2" PVC correspondientes al caudal de las fuentes de las Captación I y Captación II respectivamente; así mismo una tubería de rebose y limpia de \varnothing 2" PVC de 22 cm de altura, una tubería de salida de \varnothing 2" PVC que no presenta canastilla lo cual no garantiza que no ingrese objetos extraños a la tubería.

Figura 37

Recolección de información física de la Captación III.



- La cámara seca de concreto armado, de dimensiones internas 0.70 m x 0.50 m x 0.40 m, cuyo acceso a través de una tapa metálica de 0.70 x 0.50m, contiene en su interior una válvula bola \varnothing 2" de salida y la proyección de la tubería de rebose de \varnothing 2" PVC.

Figura 38

Tubería de conducción descubierta entre (Captación III – Captación IV)



- La tubería de salida de 2" PVC de 108.98 m, que conduce el agua desde la Captación III hasta la Captación IV, está descubierta sin protección.

Figura 39

Presencia de sarro en la zona de afloramiento de la Captación III



Superficialmente tiene un aspecto óptimo; respecto a la parte interna se observa sarro en el 60% del enrocado debido a que la montaña de la cual aflora el agua tiene minerales como parte de su geología, cabe mencionar que existe una canal de riego que divide la cámara húmeda y la cámara seca de la captación, lo cual no ha impedido el buen funcionamiento de la misma.

4.1.1.4. Captación IV

La Captación IV, de concreto armado, está ubicada en las coordenadas **UTM ZONA 17 - E:784525.5841 N: 9204679.8335**, a una altitud de 2658 m.s.n.m. Corresponde a una captación de manantial del tipo ladera construida en el año 2015, cuyo acceso es a través del camino propio de lugar turístico "Catarata Macho" o por el Jr. Miguel Grau continuando por el canal de riego la Succha aguas arriba.

Figura 40

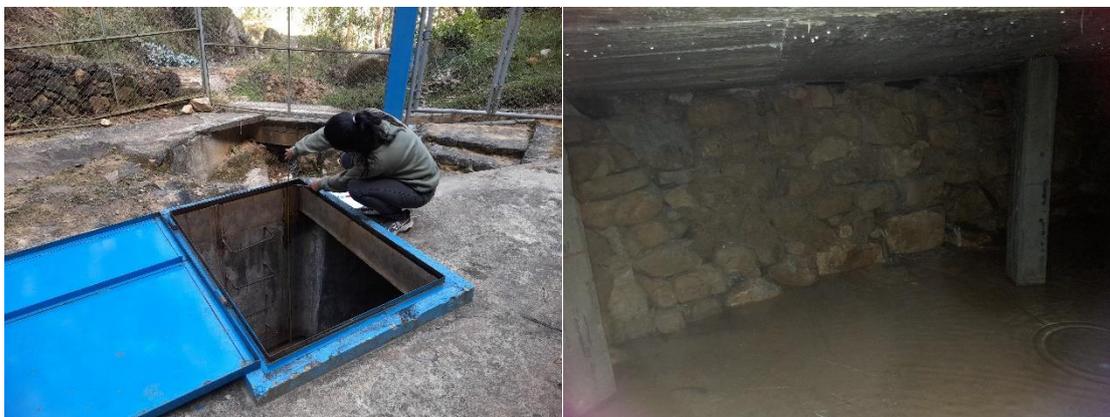
Visita de campo con el operador encargado a la Captación IV



Presenta un cerco perimétrico de acero galvanizado con malla olímpica en buen estado, cámara de protección del manantial, cámara húmeda y cámara seca al nivel del terreno natural.

Figura 41

Interior de la cámara de protección del manantial de la Captación IV



-La cámara de protección es de concreto armado (espesor de muro 15cm), un piso semipulido y un enrocado en la zona de afloramiento del lecho filtrante para protección de la misma, columnas de 0.20m x 0.20 m que cargan una losa de 20 cm de espesor por donde se puede ingresar a través de un acceso cubierto por una tapa metálica de 1.09 m x 1.43 m en buenas condiciones físicas.

Figura 42

Toma de medidas internas de la cámara de reunión de la Captación IV



-La cámara húmeda de dimensiones interiores 0.58 m x 0.67 m x 0.90 m con una tapa metálica de 0.61 x 0.62 m, cumple la función de una cámara de reunión de caudales, ya que adicional a la función de recolección de agua a través de 03 tuberías de entrada de \varnothing 3" PVC de la cámara de protección del manantial propia de la Captación IV; en ella también se reúnen los caudales de las Captaciones I, II, III a través de 01 tubería de entrada de \varnothing 2" PVC, una tubería de rebose de \varnothing 3" PVC de 70 cm de altura y un orificio

de salida de \varnothing 3" que no cuenta con canastilla lo cual no garantiza que no ingrese objetos en la tubería de conducción.

Figura 43
Cámara seca de la Captación IV



- La cámara seca de concreto armado, de dimensiones internas 0.78 m x 0.62 m x 0.75 m, cuyo acceso a través de una tapa metálica de 0.60 m x 0.62 m, contiene en su interior una válvula compuerta \varnothing 3" de salida.

Así mismo existe dentro del espacio provisto para esta estructura, 01 cámara húmeda, que recolecta el agua de filtraciones aledañas al manantial, de dimensiones interiores de 0.50 m x 0.60 m x 0.40 m, con una tapa metálica de 0.50 m x 0.60 m, cuyo caudal es utilizado para abastecer los SS.HH del lugar turístico "Catarata Macho" metros abajo. Además, en la parte posterior - superior a la cámara de protección del manantial, presenta un muro ciclópeo o también llamado de concreto ciclópeo enrocado de protección ante un probable deslizamiento de la ladera.

En términos generales tiene un estado físico regular; presenta pequeñas fisuras en la losa de protección del manantial y se recalca la presencia notoria de sarro en la tubería que conduce el agua de las Captaciones I, II y III a la cámara de reunión de caudales del manantial en mención.

Tabla 10
Unidades de Producción de Agua

Unidad de Producción	Caudal Producción	Antigüedad	Estado Físico	Estado Operativo
	Lts/seg	Años		
Manantial I	0.284	2 años	Regular	Adecuado, presenta sarro
Manantial II		2 años	Regular	
Manantial III	0.121	2 años	Regular	Adecuado
Manantial IV	1.902	9 años	Regular	
Total	2.307			

4.1.2. Línea de conducción

El sistema de agua potable cuenta con una línea de conducción, la cual se inicia en la Captación IV y abastece por gravedad a los reservorios R-01 y R-02. Esta línea de material PVC presenta diámetros diferentes durante su recorrido, se detalla en la **Tabla 11**, con una longitud total aproximada de 531 metros.

El primer tramo se inicia en la Captación IV hasta el reservorio apoyado R-01 de 21 m³ de capacidad, recorriendo una longitud de 369.95 m. El segundo tramo continúa hasta el reservorio R-02 de 60 m³, recorriendo una longitud de 161.05 m.

Tabla 11
Características de Línea de Conducción

DE	A	LONGITUD	Ø	MATERIAL	ANTIGÜEDAD	ESTADO DE CONSERVACIÓN
		m	Plg.		Años	
Captación IV	000 + 250	358.35	3	PVC C-7.5	51 años	Regular
000 + 250	000 + 413.35	55.00	3	PVC C-7.5	17 años	Regular
000 + 413.35	R-02	106.05	2	PVC C-7.5	17 años	Bueno
TOTAL		531.00				

4.1.2.1. Válvulas de purga

Existen 02 cámaras de válvula de purga en la línea de conducción debido a la topografía accidentada, ubicadas una en el tramo Captación IV – Reservorio R-01 y la otra válvula de purga en el tramo Reservorio R-01 – Reservorio R-02, con tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m y la otra con tapa de concreto de 0.50 m x 0.50 m respectivamente.

Dichas estructuras son de concreto armado y se encuentran en regulares condiciones estructurales y operativas.

Además, cada cámara de válvula de purga, está acompañado de una válvula check con el fin de evitar el retorno del agua en el sentido contrario, ya que son puntos bajos de la línea de conducción.

Tabla 12
Ubicación de válvulas de purga en línea de conducción

Cámara de Válvula de purga	Coordenadas		Progresiva	Cota	Estado de conservación	Estado operativo
	Este	Norte		m.s.n.m		
VP-01	784406.94	9204556.00	000 + 258.94	2637.59	Regular	Regular
VP-02	784467.90	9204421.90	000 + 494.95	2640.20	Regular	Regular

4.1.3. Reservorios de almacenamiento

4.1.3.1. Reservoirio R-01

Es un reservorio de concreto armado, ubicado en las coordenadas **UTM ZONA 17 - E:784423.1034 N: 9204391.2332**, a una altitud de 2647 m.s.n.m, del tipo apoyado, funciona como cabecera y fue construido hace 51 años aproximadamente.

Figura 44

Vista completa del reservorio R-01.



Tiene una capacidad de almacenamiento de 21.234 m³, es de sección cuadrangular, cuyo espesor de muro es de 0.25 m; en la losa presenta un tubo de ventilación de acero de 35 cm de altura, una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m, cuya abertura sirve de acceso para el mantenimiento, se observa dichos componentes en la **figura 47**.

Figura 45

Accesorios del interior del tanque de almacenamiento del reservorio R-01



En el interior del tanque de almacenamiento se tiene un cono de rebose de \varnothing 4" PVC con una reducción a una tubería de \varnothing 3" PVC, una tubería de ingreso de \varnothing 2" PVC, una canastilla de salida de \varnothing 4" PVC con una reducción a una tubería de \varnothing 3" PVC y una tubería de \varnothing 1/2" PVC que permite la desinfección directa por goteo del agua almacenada en el reservorio, con más detalle se observa en la **figura 45**.

Figura 46

Caseta de válvulas del reservorio R-01



La caseta de válvulas es de concreto armado, de sección cuadrangular de 1.47 m x 1.47 m y 1.852 m de profundidad, en la parte superior tiene una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m con bisagra rota (**figura 47**), estando expuesta la manipulación de válvulas por cualquier poblador; en el interior de dicha estructura se encuentra una tubería de ingreso de \varnothing 2" PVC, salida de \varnothing 2" PVC, limpia y rebose de \varnothing 3" PVC; las válvulas se encuentran operativas; dichos accesorios se observan a detalle en la **figura 46**.

Figura 47

Elementos exteriores del reservorio R-01



Carece de un cerco perimétrico estando expuesto a daños, cabe mencionar que el reservorio se encuentra dentro de una propiedad privada y no cuenta con acceso exclusivo, sino utilizando el acceso del propietario de dicha vivienda como ingreso para las actividades de operación y mantenimiento de la estructura, también no cuenta con macro medición en la salida del reservorio, este hecho no permite tener un adecuado conocimiento sobre los volúmenes de agua distribuida, no posee sistema de control de nivel de llenado del reservorio y tampoco presenta filtraciones , pero si se evidencia deterioro de oxidación en la cara interior de la tapa metálica del tanque de almacenamiento, se evidencia en la **figura 47**.

Esta unidad se encuentra en regulares condiciones de conservación y tiene como área de servicio a un sector de la localidad e Llacanora.

4.1.3.2. Reservorio R-02

El Reservorio R-2, es de concreto armado, ubicado en las **coordenadas UTM ZONA 17 - E:784493.2827 N:9204259.2409**, a una altitud de 2648 m.s.n.m, del tipo apoyado, funciona como cabecera y fue construido hace 19 años.

Figura 48

Vista completa del reservorio R-02



El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 60.51 m³ de sección circular, cuyo espesor de muro es de 0.25 m y con una tapa metálica de 0.66 m de diámetro en buen estado, pero sin seguridad (falta de candado), considerando que se encuentra expuesto al ingreso de objetos que podrían afectar la calidad del agua; cuyo fin de uso de este elemento es para inspección, operación y mantenimiento.

Figura 49

Accesorios del interior del tanque de almacenamiento del reservorio R-02



En el interior está revestido de cerámica y presenta una tubería de ingreso de $\varnothing 2''$ PVC, un cono de rebose de $\varnothing 3''$ PVC, una tubería de salida de $\varnothing 3''$ PVC que no dispone de una canastilla lo cual no garantiza que el agua potable que ingresa a la línea de aducción esté libre de sedimentos (la captación no cuenta con canastilla), además presenta una tubería de $\varnothing 1/2''$ PVC que permite la desinfección directa por goteo del agua almacenada en el reservorio; se observa con más detalle la distribución de tuberías y accesorios en la **figura 49**.

Figura 50

Caseta de válvulas del reservorio R-02



La caseta de válvulas es de concreto armado, de sección semicircular de 2,21 m de cuerda, 2,52 m de arco y 1,33 m de profundidad, en la parte superior tiene una tapa metálica de 0,60 m x 0,60 m, cuya bisagra está rota, estando expuesta las válvulas para su manipulación; con líneas de ingreso de $\varnothing 2''$ PVC (con una válvula de aire), salida de $\varnothing 3''$ PVC, limpia y rebose de $\varnothing 2''$ PVC, con sus respectivas válvulas de control operativas

excepto la válvula de salida que se encuentra inoperativa, las cuales se visualizan con más detalle en la **figura 50**.

Cuenta con un cerco perimétrico de acero galvanizado con malla olímpica, el cual sirve de protección de manipulación o contaminación de la estructura. No se cuenta con macro medición en la salida del reservorio, este hecho no permite tener un adecuado conocimiento sobre los volúmenes de agua distribuida.

Se encuentra en regulares condiciones físicas de conservación y tiene como área de servicio a un sector de la localidad de Llacanora, Es así que ambos reservorios abastecen en global a toda la localidad de Llacanora.

Tabla 13
Almacenamiento (Reservorios)

Reservorio	Tipo	Funcionamiento	Volumen	Caudal de ingreso	Antigüedad	Estado de Conservación
			(m3)	Lts/seg	Años	
R-01	Apoyado	Cabecera	21.234	0.956	51	Regular
R-02	Apoyado	Cabecera	60.510	1.273	19	Regular

4.1.3.3. Sistema de desinfección

En estas estructuras se realiza la desinfección mediante un sistema de cloración por goteo utilizando hipoclorito de calcio granulado al 70%. Los parámetros básicos de recarga de tanque clorador, el cual se realiza cada 7 días, se visualizan en la **tabla 14**.

Tabla 14
Parámetros básicos de sistema de cloración por goteo en reservorios R-01 y R-02

Parámetros	Und.	S.D.R-01	S.D.R-02
Dosis calibrada para la cloración	(ml/min)	60	48
Volumen de solución madre	(lts)	600	600
Cantidad de hipoclorito de cloro al 70%	(gr)	1000	800

4.1.4. Líneas de Aducción

El sistema de abastecimiento cuenta con dos líneas de aducción, conformadas por sistemas de tuberías de material PVC y válvulas de control, que sirven para conducir el agua potable independientemente de los Reservorios R-01 y R-02 hacia la Redes de Distribución – 01 y 02 respectivamente, se visualiza a más detalle en el plano adjunto en el **anexo 25**.

4.1.4.1. Línea de Aducción – 01

Es la línea de aducción que conduce el agua potable desde el Reservorio R-01 hacia la Red de Distribución-01, a través de una tubería de \varnothing 2" PVC cuya longitud

aproximada es de 223.76 m, con una cámara de válvula de control ubicada en la progresiva 00 + 223.76 con el fin de poder aislar este tramo en caso de reparaciones, así como para regular el caudal de ingreso a la red de distribución y para una correcta operación y mantenimiento del sistema.

Así mismo, la construcción de la línea de aducción en mención fue hace 51 años y actualmente se encuentra enterrada en todo el tendido de la tubería, cabe mencionar que existen tramos donde la tubería está a poca profundidad donde se ha suscitado reparaciones por rupturas generadas por labores agrícolas y/o ganaderas; siendo así, la línea de conducción se encuentra en estado físico regular.

4.1.4.2. Línea de Aducción – 02

El agua potable del reservorio R-2, se conduce a través de la línea de aducción – 02 hacia la Red de Distribución-02, conformada por tubería de \varnothing 3" PVC de 139.79 m aproximadamente y una cámara de válvula de control ubicada finalizando dicho componente, con el fin de aislar este tramo y realizar reparaciones si fueran necesarias, también sirve esta válvula para regular el caudal de ingreso a la red de distribución.

La línea de conducción – 02 tiene 19 años de antigüedad, en la actualidad se encuentra enterrada en su totalidad y no ah presentados hechos de ruptura en algún tramo, por ende, se determina que se encuentra en un buen estado físico.

Tabla 15
Características de Líneas de Aducción

Denominación	Diámetro	Longitud	Antigüedad	Material	Estado Físico	Estado Operativo
	Plg.	m	Años			
Línea Aducción -01	2	223.760	51	PVC C-7.5	Regular	Bueno
Línea Aducción -02	3	139.790	19	PVC C-7.5	Bueno	Bueno

4.1.5. Redes de distribución

4.1.5.1. Red de distribución – 01

Está conformada por tuberías de diámetros de 1 ½" y 2" de material PVC C-7.5 con longitudes aproximadas de 817.75 m y 560.92 m respectivamente, 02 cámaras de válvula de control con tapas metálicas de 0.50 m x 0.50 m y de 0.20m x 0.20 m accesibles para labores de mantenimiento y operación, 02 válvulas de purga en los puntos finales de la tubería principal que no cuentan con acceso para su maniobra ya que están enterradas y con 122 tomas domiciliarias.

La distribución inicia en el punto final de la línea de aducción – 01 y las tuberías que la integran van enterradas, pasan inicialmente por el costado del canal de riego “La Succha” para ya luego ingresar a la vía pública, Tiene como área de servicio a las viviendas aledañas al canal la Succha, un tramo de la Av. José Gálvez, Sector El Común y el Sector Yerba Buena.

4.1.5.2. Red de distribución – 02

La red de distribución - 02 está conformada por tuberías de diámetros de 2” y 3” de material PVC C-7.5 con longitudes aproximadas de 1617.82 m y 103.30 m respectivamente; se evidencia la existencia de 10 cámaras de válvula de control de las cuales la mayoría están deterioradas e inoperativas y 01 válvula de purga en el punto más bajo de la tubería principal que actualmente no cuenta con acceso para su maniobra ya que está enterrada. Además, cuenta con 171 tomas domiciliarias.

La distribución inicia en el punto final de la línea de aducción – 02 y las tuberías que la integran van enterradas en la vía pública. Tiene como área de servicio a las viviendas aledañas al Jr. 2 de enero, Jr. Gaspar Gallardo, Av. José Gálvez, Jr. Las Cataratas, Jr. Miguel Grau, Jr. Ramón Castilla y Jr. Toribio Casanova.

La antigüedad promedio de toda la red es de 51 años, sin embargo, recién hace 2 años se realizó la independización de cada red de distribución. Respecto al estado de conservación se indica que no han presentado roturas, lo cual es un indicador de un regular estado de físico.

Tabla 16
Redes de distribución existentes

Denominación	Diámetro	Longitud	Material	Clase	Estado	Estado
	Plg.	m			Físico	operativo
Red de distribución - 01	---	1378.667	PVC	7.5	Regular	Regular
	2"	560.917	PVC	7.5	Regular	Regular
	1 1/2"	817.750	PVC	7.5	Regular	Regular
Red de distribución - 02	---	1721.115	PVC	7.5	Regular	Regular
	3"	103.300	PVC	7.5	Regular	Regular
	2"	1617.815	PVC	7.5	Regular	Regular

Tabla 17

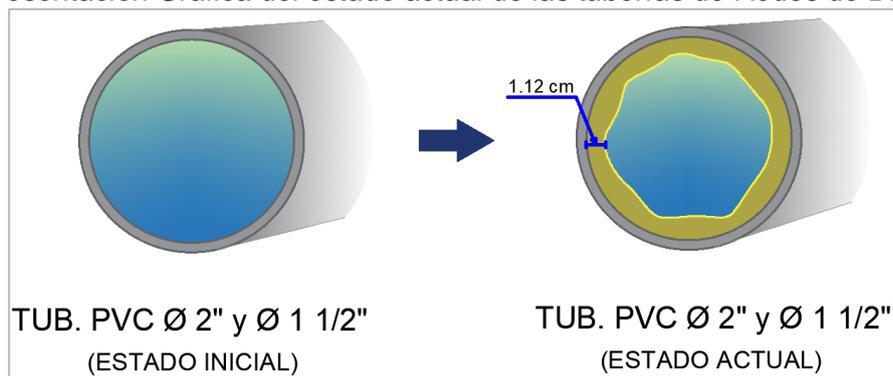
Ubicación de válvulas de control en Red de distribución 01 y 02

Cámara de Válvula de Control	Coordenadas		Cota
	Este	Norte	m.s.n.m
VC-01	784416.771	9204235.789	2622.000
VC-02	784303.539	9203790.278	2619.000
VC-03	784294.321	9203778.149	2618.500
VC-04	784401.828	9204238.939	2622.650
VC-05	784257.111	9204190.710	2627.240
VC-06	784214.005	9204161.259	2624.040
VC-07	784237.416	9204124.136	2619.280
VC-08	784040.138	9204072.742	2622.410
VC-09	784201.360	9204100.751	2617.220
VC-10	784127.334	9204055.776	2615.510
VC-11	784129.244	9204056.926	2615.830
VC-12	784103.399	9204024.163	2615.100
VC-13	784099.104	9204027.415	2615.240
VC-14	784264.536	9204081.880	2618.260

En campo se observó durante una reparación de un tramo de tubería de la red de distribución, la reducción de la sección transversal como se muestra en la representación gráfica (**figura 51**), justificando ello la falta de mantenimiento y sobre todo la antigüedad del tendido de ellas, que data de la década del 70, afectando directamente a su calidad.

Figura 51

Representación Gráfica del estado actual de las tuberías de Redes de Distribución



4.1.6. Conexiones Domiciliarias

El sistema de abastecimiento de agua en domicilios es por conexiones domiciliarias, conformados por tubería de conexión de PVC Ø 1/2" y caja domiciliaria que alberga a la válvula compuerta y al medidor de consumo, algunas inoperativas, siendo las cajas de material de concreto con tapa termoplástica.

En total existen 293 conexiones de servicio de agua, de ellas 283 son conexiones domésticas y 10 conexiones a espacios de servicio a la población o autoridades. En la **tabla 18** se presenta la conformación de las conexiones domiciliarias de cada red de distribución existente, con un total de 293 conexiones prediales.

Tabla 18
Conexiones Domiciliarias por zona de servicio

Denominación	Zonas de Servicio	Conexiones Domiciliarias	
	Vía pública	Uso doméstico	Uso no Doméstico
TOTAL		283	10
Red de distribución - 01	LADO CANAL LA SUCCHA	119	3
	SECTOR EL COMÚN	9	
	SECTOR YERBA BUENA	40	2
	JR. JOSÉ GÁLVEZ	39	1
		164	7
Red de distribución - 02	JR. DOS DE ENERO	10	
	JR, GASPAR GALLARDO	5	
	AV. JOSÉ GALVEZ	51	1
	JR. LAS CATARATAS	13	
	JR. MIGUEL GRAU	11	2
	JR. RAMON CASTILLA	48	4
	JR. TORIBIO CASANOVA	26	

Las conexiones no domésticas abarcan el Cementerio General, Jardín De Niños N°57, Palacio Municipal, I.E. N°82069 Llacanora, Depósito Municipal, Parroquia San Juan Bautista (02 conexiones), Capilla del Cementerio, Parroquia Llacanora y Vivero Municipal.

4.2. Demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente

El sistema de agua potable, a cargo de la Unidad de Gestión Municipal cierra el servicio diariamente a las 8:00 pm y se apertura las 5:00 am del día siguiente, en el transcurso de este tiempo el reservorio R – 01 alcanza su capacidad máxima de almacenamiento (21.234 m³) y el reservorio R – 02 acumula un volumen variable diariamente.

Para el cálculo de los consumos de agua de ambas zonas de interés, se desarrolló durante 2 meses mediciones de consumo diarios en diferentes horas, desde la apertura de la válvula de control 5:00 am (altura **h0**) hasta una hora variable (altura **hu**) para ambos reservorios, como se observa en la **figura 52 y 53**.

Figura 54

Procedimiento de cálculo de consumo diario de la zona de servicio – 01

MES 01	LUNES		Hora "0"	Hora "U"	Tiempo (min)	Tiempo (horas)
	Hora	Altura(cm)				
SEMANA 1	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	06:52 a. m.	112	1.867
	06:00 a. m.	122.7				
	06:13 a. m.	103.0				
	06:52 a. m.	47.1				
Volumen consumido diario			16.561 m3			

MES 02	MARTES		Hora "0"	Hora "U"	Tiempo (min)	Tiempo (horas)
	Hora	Altura(cm)				
SEMANA 2	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	06:54 a. m.	114	1.900
	06:00 a. m.	131.4				
	06:30 a. m.	90.1				
	06:54 a. m.	47.1				
Volumen consumido diario			16.561 m3			

En el caso del reservorio R – 2, el cálculo del consumo tiene dos variables: tiempo y volumen; a partir del registro de consumo de agua potable de la población usuaria en las fichas 3 y 4 (**anexo 4 y 5**), en el cual se tiene las mediciones de nivel de agua en intervalos de hora, y con el área de la superficie (28.27 m²) se calcula el volumen consumido por día y el tiempo en el cual se consumió, obteniendo consumos en m³/h diarios variables, como se visualiza a continuación.

Figura 55

Procedimiento de cálculo de consumo diario de la zona de servicio – 02

SEMANA 1		LUNES	
08/04/2024		Volumen (m3)	Tiempo (horas)
LUNES		35.513	2.517
Hora	Altura(cm)		
5:00 a. m.	154.5		
6:00 a. m.	96.2		
7:00 a. m.	47.8		
7:15 a. m.	35.5		
7:31 a. m.	28.9		
SEMANA 1 (08/04/2024 - 14/04/2024)		14.109 ←	

4.2.1. Variaciones de consumo

En la zona de estudio el consumo de agua potable no es constante, se ve influenciada por las condiciones climatológicas, costumbres locales y las actividades de los habitantes. El cálculo de las variaciones de consumo del sistema de agua potable es independiente para cada zona de servicio según los reservorios R-01 y R-02 que los abastece.

4.2.1.1. Consumo promedio Diario Anual (Caudal Promedio =Qp)

Para el Reservorio R-01, a partir de las fichas 1 y 2 (**anexo 2 y 3**), de registros de consumo diario durante 2 meses, se determina los tiempos de consumo diario variables de

16.561 m³ de volumen de agua constante, cuyo cálculo se muestra en el **anexo 14**. *Consumo promedio diario anual (Qp_{R-01}) de la Zona de Servicio – 01.*

Donde se realizó el siguiente procedimiento, se determinó el tiempo promedio diario de consumo:

$$PROM_{h(R-1)} = \frac{100.165 \text{ horas}}{56}$$

$$PROM_{h(R-1)} = 1.789 \text{ horas}$$

Entonces el consumo promedio diario anual de la zona de servicio – reservorio R-1, es:

$$Qp_{R-01} = \frac{16.561 \text{ m}^3}{1.789 \text{ horas}}$$

$$Qp_{R-01} = 9.257 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Qp_{R-01} = \mathbf{2.571 \text{ lts/seg}}$$

Para el Reservorio R-02, a partir de las fichas 3 y 4 (anexo **4 y 5**), de registros de consumo diario durante 2 meses (56 días), se determina los volúmenes diarios de consumo y sus respectivos tiempos de consumo variables, logrando calcular los caudales de consumo diarios, se muestra en el **anexo 15**. *Consumo promedio diario anual (Qp_{R-02}) de la Zona de Servicio – 02.*

Como se visualiza en el **anexo 15**, tenemos caudales de consumo diferentes cada día, es así que, para determinar el consumo promedio diario, se calcula el promedio de los consumos diarios:

$$Qp_{R-02} = PROM_{Q \text{ diario } (R-02)} = \frac{\sum Q_{\text{diarios}}}{n^\circ \text{ dias}}$$

$$Qp_{R-2} = \frac{737.895 \text{ m}^3/\text{h}}{56}$$

$$Qp_{R-2} = 13.177 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Qp_{R-02} = \mathbf{3.660 \text{ lts/seg}}$$

Es así que el consumo de toda la población de la localidad de Llacanora es:

$$Qp = 2.571 \text{ lts/seg} + 3.660 \text{ lts/seg}$$

$$Qp = \mathbf{6.231 \text{ lts/seg}}$$

4.2.1.2. Consumo Máximo Diario ($Q_{\text{máx Diario}}=Q_{\text{md}}$)

Considerando la situación del servicio del sistema de agua potable en estudio, el consumo máximo diario se determina a partir de la relación con el caudal promedio. Es así que partimos con el cálculo del coeficiente de variación diaria K_1 , para ello se registró el consumo en condiciones normales de funcionamiento del sistema en las fichas 05 y 06 (**anexo 6 y 7**), en cuyos anexos también se evidencia el cálculo de dichos coeficientes, resumiéndolos a continuación:

$$K_{1(R-01)} = 1.10 \quad \wedge \quad K_{1(R-02)} = 1.10$$

Considerando la **ecuación 3**, calculamos el consumo máximo diario de la zona de servicio -01:

$$Q_{\text{md}_{R-01}} = Q_{p_{R-01}} \times K_{1(R-01)}$$

$$Q_{\text{md}_{R-01}} = 2.571 \text{ lts/seg} \times 1.10$$

$$Q_{\text{md}_{R-01}} = \mathbf{2.828 \text{ lts/seg}}$$

De luego, el consumo máximo diario de la zona de servicio – 02, aplicando la **ecuación 3**, es:

$$Q_{\text{md}_{R-02}} = Q_{p_{R-02}} \times K_{1(R-02)}$$

$$Q_{\text{md}_{R-02}} = 3.660 \text{ lts/seg} \times 1.10$$

$$Q_{\text{md}_{R-02}} = \mathbf{4.026 \text{ lts/seg}}$$

4.2.1.3. Consumo Máximo Horario ($Q_{\text{max horario}} = Q_{\text{mh}}$)

En los **anexos 6 y 7**, se muestra el registro de consumo en condiciones normales del funcionamiento del sistema, donde también se calculó el coeficiente de variación horaria para ambos casos, aplicando ecuaciones adaptándose a las condiciones reales del sistema, mostrándose a continuación los coeficientes de variación horaria K_2 :

$$K_{2(R-01)} = 1.42 \quad \wedge \quad K_{2(R-02)} = 1.29$$

Entonces, el Consumo máximo horario de la zona de servicio – 01, abastecida por el reservorio R-01, considerando la **ecuación 4** es:

$$Q_{\text{mh}_{R-01}} = Q_{p_{R-01}} \times K_{2(R-01)}$$

$$Qmh_{R-01} = 2.571 \text{ lts/seg} \times 1.42$$

$$Qmh_{R-01} = 3.651 \text{ lts/seg}$$

Por ende, en el caso de la zona de servicio – 02, abastecida por el reservorio R – 02, el consumo máximo horario aplicando la **ecuación 4** es:

$$Qmh_{R-02} = Qp_{R-02} \times K_{2(R-02)}$$

$$Qmh_{R-02} = 3.660 \text{ lts/seg} \times 1.29$$

$$Qmh_{R-02} = 4.721 \text{ lts/seg}$$

Por consiguiente, se presenta en la **tabla 19** el resumen de resultados de cálculos en base a datos reales.

Tabla 19

Resumen de variaciones de consumo de agua potable

Zona de servicio	Qp (l/s)	K1	K2	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
R-01	2.571	1.10	1.42	2.828	3.651
R-02	3.660	1.10	1.29	4.026	4.721
TOTAL SAP	6.231			6.854	8.372

El coeficiente de variación diaria (k1), recomendado por el MVCS es 1.3; observando los resultados obtenidos mediante cálculos con medidas reales tienen valores relativamente inferiores a lo que se especifica en el MVCS. Mostrando que el consumo diario es muy poco variable durante las estaciones del año.

En el caso del coeficiente de variación horaria (k2), se establece en el RNE un rango aceptable [1.8 – 2.5], pero el MVCS recomienda considerar un valor de 2.0; se observa los resultados obtenidos a partir de medidas reales y considerando las especificaciones, se determina la relación de variación horaria entre ambas zonas de servicio donde se hace notar que en la Z.S.R-01 existe mayor variación de consumo por hora respecto a la Z.S.R-02; aún así ambas se encuentran por debajo de los valores recomendados mencionados anteriormente.

4.2.2. Cantidad de agua

Aplicando el método volumétrico, se realizó el aforo en las Captaciones en 02 oportunidades(01/mes). Por condiciones del sistema, el aforo de las fuentes de la Captación I y II se realiza en conjunto en la cámara de reunión de la Captación III, por consiguiente, se realizó el aforo de caudales en la cámara de reunión de la Captación IV;

el cálculo se muestra en el **anexo 8 y 9**. Aforo de las fuentes de abastecimiento (Captaciones), cuyos resultados se promediaron y se resumen en la **tabla 20** que se muestra a continuación:

Tabla 20
Caudal de las fuentes de Abastecimiento

Captación	Zona de aforamiento	Caudal
Id.		(lts/seg)
$Q_{C(I-II)}$	Cámara de reunión – Captación III	0.284
$Q_{C(I-II-III)}$	Cámara de reunión – Captación IV	0.405
$Q_{C(I-II-III-IV)}$	Rebose de la cámara de reunión – Captación IV	2.307

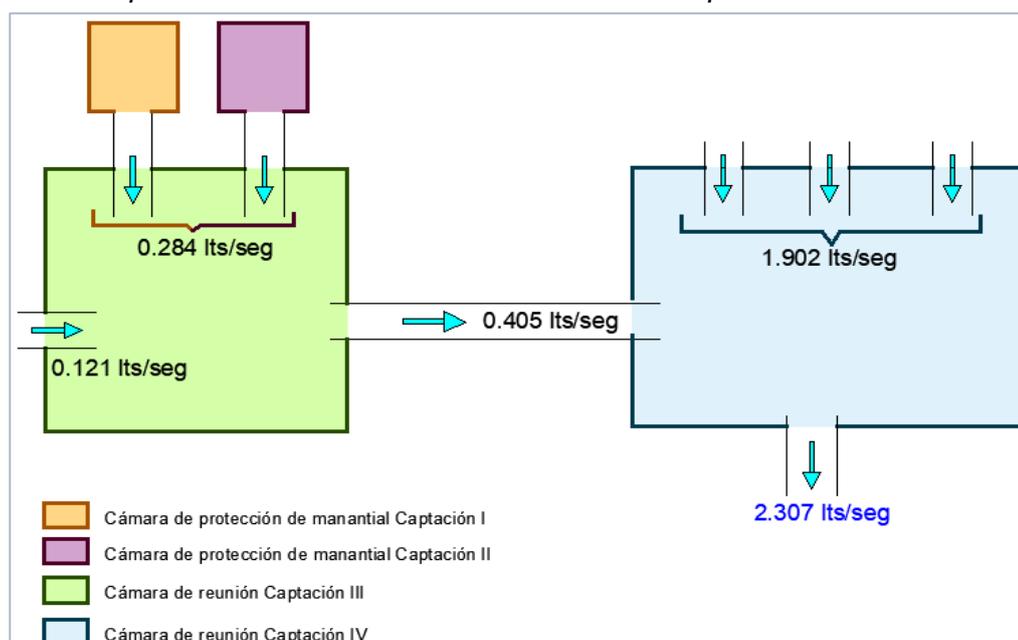
Por ende, el caudal de la fuente de la Captación III ($Q_{C(III)}$) es la diferencia del $Q_{C(I-II-III)}$ con el $Q_{C(I-II)}$ y el caudal de la fuente de la Captación IV ($Q_{C(IV)}$) se obtiene de la diferencia del $Q_{C(I-II-III-IV)}$ con el $Q_{C(I-II-III)}$, obteniendo los siguientes resultados:

$$Q_{C(III)} = 0.121 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{C(IV)} = 1.902 \text{ lts/seg}$$

En la **figura 56**, se observa un gráfico de la distribución de caudales de las fuentes de las captaciones:

Figura 56
Esquema de recolección de caudales en las Captaciones



Con los resultados obtenidos de los cálculos con datos tomados en campo representados en la **figura 56**, se tiene que el caudal total de las fuentes de abastecimiento

es 2.307 lts/seg. Comparando con la demanda de agua de la población de 6.231 lts/seg calculada previamente, existe una brecha notoria del recurso hídrico de 3.998 lts/seg.

Teniendo el registro de consumo de agua de un periodo de tiempo de 2 meses en los **anexos 2,3,4 y 5**; y considerando el aforo de captación realizada una por cada mes; se optó por realizar un cuadro comparativo de oferta y demanda de agua potable, para ello iniciamos con la demanda mensual de cada zona de servicio:

Tabla 21

Demanda de agua potable/mes de la Zona de Servicio - 01

Parámetro	ZONA DE SERVICIO - 01	
	MES 01	MES 02
T. promedio diario	1.788 horas	1.789 horas
V.consumo diario	16.561 m3	16.561 m3
Consumo promedio diario	9.262 m3/h	9.257 m3/h
	2.573 lts/seg	2.571 lts/seg

Tabla 22

Demanda de agua potable/mes de la Zona de Servicio - 02

Parámetro	ZONA DE SERVICIO - 02	
	MES 01	MES 02
Consumo promedio diario	13.057 m3/h	12.838 m3/h
	3.627 lts/seg	3.566 lts/seg

Tabla 23

Demanda de agua potable/mes del Sistema de Agua Potable

ZONA DE SERVICIO	SISTEMA DE AGUA POTABLE	
	MES 01	MES 02
Z.S. R-01	2.573 lts/seg	2.571 lts/seg
Z.S. R-02	3.627 lts/seg	3.566 lts/seg
	6.200 lts/seg	6.137 lts/seg

Y considerando el aforamiento en las fuentes de abastecimiento, ficha 7 y 8 (**anexos 8 y 9**) en ambos meses de recolección de datos (abril y mayo). Se realizó la **tabla 24**, donde se visualiza la demanda y oferta de caudales en los meses de estiaje.

Tabla 24

Brecha entre demanda y oferta de caudales del SAP

PERIODO DE TIEMPO	SISTEMA DE AGUA POTABLE		
	OFERTA	DEMANDA	Δ AGUA
MES 01 (Abril)	2.233 lts/seg	6.200 lts/seg	3.967 lts/seg
MES 02 (Mayo)	2.380 lts/seg	6.137 lts/seg	3.757 lts/seg

4.3. Evaluación del funcionamiento hidráulico del sistema de agua potable

4.3.1. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las captaciones

Captación I y II

Las captaciones I y II independientemente presentan cámara de protección de afloramiento y tubería de salida de 2" que conduce un caudal de 0.142 l/s (se estima este valor como la mitad del caudal 0.284 l/s aforado en conjunto). Por ende, el análisis hidráulico de estas estructuras se realiza en las tuberías de conducción. Entonces considerando la **tabla 20** aplicamos la **ecuación 12** a continuación:

$$V = \frac{0.000142 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi(0.0542 \text{ m})^2}{4}}$$

$$V = 0.062 \text{ m/s}$$

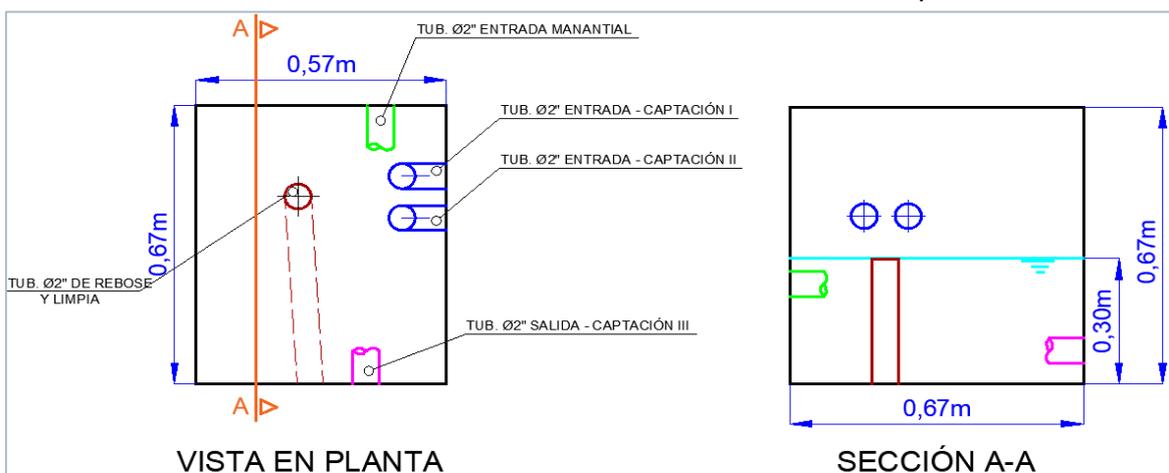
La velocidad de flujo calculada es la misma para ambas tuberías, ya que presentan las mismas características; cuyo valor es inferior a la velocidad mínima admisible de 0.60 m/s especificada por el MVCS.

Captación III

En la Captación III se evalúa el volumen de llenado de la cámara de reunión de caudales considerando el caudal de recolección 0.405 l/s, las dimensiones medidas en campo (**figura 57**) y un tiempo de retención entre 3 – 5 minutos (MVCS).

Figura 57

Dimensiones interiores de la cámara de reunión de caudales Captación III



Por ende, calculamos el volumen mínimo y máximo usando los tiempos de retención límites del rango aceptable.

$$V = Q_{m\acute{a}x} * t$$

El volumen mínimo de llenado (3 min de retención), es:

$$V_{min (C-III)} = 0.405 \text{ l/s} \times 3 \times 60 \text{ s}$$

$$V_{min (C-III)} = 72.900 \text{ l}$$

El volumen máximo de llenado (5 min de retención), es:

$$V_{m\acute{a}x (C-III)} = 0.405 \text{ l/s} \times 5 \times 60 \text{ s}$$

$$V_{m\acute{a}x (C-III)} = 121.500 \text{ l}$$

Considerando la **figura 57**, donde se gráfica las medidas obtenidas en campo de la cámara de reunión de caudales, obtenemos el volumen real de llenado.

$$V_{real (C-III)} = 0.67 \text{ m} \times 0.57 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$$

$$V_{real (C-III)} = 0.115 \text{ m}^3$$

$$V_{real (C-III)} = 114.570 \text{ l}$$

Se verifica que las dimensiones de la cámara de reunión de caudales son aceptables para el caudal de llenado actual y tiene una pequeña variación de capacidad de almacenar su volumen máximo de llenado.

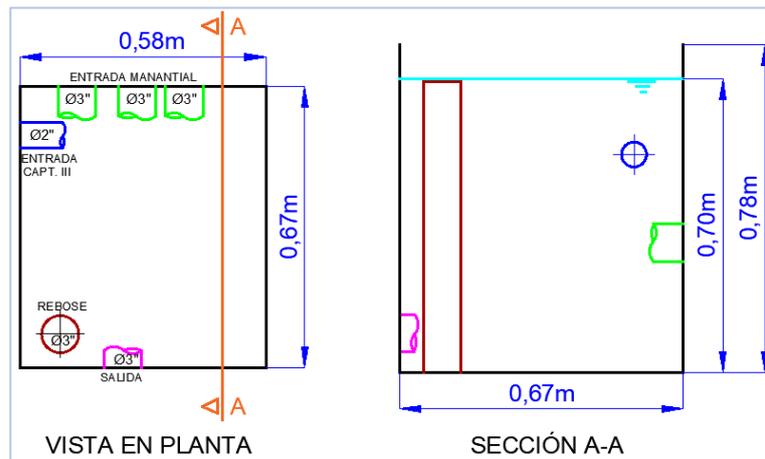
Captación IV

Capacidad de volumen de llenado

El análisis de la Captación IV, en su respectiva cámara de reunión de caudales donde se reúne todos los gastos de las captaciones existentes. Es así que considerando la **tabla 19** donde se visualiza el $Q_{md(total)} = 6.854 \text{ l/s}$ y teniendo en cuenta las especificaciones del MVCS, donde se considera un tiempo de retención entre 3 – 5 minutos de llenado calculamos el volumen mínimo y máximo usando los tiempos de retención límites del rango aceptable.

Figura 58

Dimensiones interiores de la cámara de reunión de caudales Captación IV



El volumen mínimo de llenado (3 min de retención), es:

$$V_{\text{mín}}_{(C-IV)} = 6.854 \text{ l/s} \times 3 \times 60 \text{ s}$$

$$V_{\text{mín}}_{(C-IV)} = 1233.720 \text{ l}$$

El volumen máximo de llenado (5 min de retención), es:

$$V_{\text{máx}}_{(C-IV)} = 6.854 \text{ l/s} \times 5 \times 60 \text{ s}$$

$$V_{\text{máx}}_{(C-IV)} = 2056.200 \text{ l}$$

Y con las dimensiones obtenidas en campo (**figura 58**), se calcula el volumen real de la cámara de reunión:

$$V_{\text{real}}_{(C-IV)} = 0.67 \text{ m} \times 0.58 \text{ m} \times 0.70 \text{ m}$$

$$V_{\text{real}}_{(C-IV)} = 0.272 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{real}}_{(C-IV)} = 272.020 \text{ l}$$

Los cálculos realizados, determinan que la capacidad de la cámara de reunión no es suficiente para almacenar el volumen requerido de acuerdo al consumo máximo diario de la población actual.

Evaluación del ancho de la pantalla(b)

- **Diámetro de la tubería de entrada(D)**

Considerando el caudal máximo de la fuente de 2.307 l/s, una velocidad de paso 0.60 m/s (velocidad máxima recomendable según el MVCS), un coeficiente de descarga de 0,6(valor aceptable dentro del rango 0.6-0.8 de acuerdo al MVCS); se utiliza la **ecuación 5 y 6**, obteniendo lo siguiente:

$$A = \frac{0.002307 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \times 0.60 \text{ m/s}} = 6.41 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4(6.41 \times 10^{-3} \text{ m}^2)}{\pi}} = 0.0903 \text{ m} \cong 90.329 \text{ mm}$$

Utilizando la **tabla 2** y con el diámetro calculado de 90.329 mm, se estima un diámetro comercial **de 4"**.

- **Número de orificios (NA)**

Como el diámetro calculado es elevado, se asumen un diámetro menor, de **3"**, que será utilizado en la **ecuación 7**, para determinar el número de orificios:

$$N_{ORIF} = \left(\frac{103.2}{80.1}\right)^2 + 1$$

$$N_{ORIF} = 2.66 \rightarrow NA = 3$$

Con los resultados obtenidos de cálculos con datos reales, determinamos el ancho de la pantalla utilizando la **ecuación 8**.

$$b = 9(8.85 \text{ cm}) + 4(8.85 \text{ cm})(3)$$

$$b = 185.85 \text{ cm}$$

Por lo tanto, aplicando las ecuaciones que recomienda el MVCS y sus especificaciones, determinamos que el diámetro de los orificios actuales de la cámara húmeda y la cantidad de estos (**figura 58**) son en cantidad y dimensiones adecuados al actual caudal de la fuente que circula por ellos sin embargo el ancho real de la pantalla no cumple la dimensión mínima.

Evaluación de la altura de la cámara húmeda(b)

Para calcular el dimensionamiento óptimo de la altura de la cámara húmeda, se utiliza la **ecuación 9** recomendada por el MVCS, previamente se considera lo siguiente:

- A : 10 cm (altura mínima para permitir la sedimentación de arenas).
- B : Se considera el diámetro de la tubería de salida (3"), no tiene canastilla.
- D : 5 cm (desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda).
- E : 30 cm (borde libre mínimo recomendado).
- C : 30 cm (altura mínima de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción).

$$H_t = 10.00 \text{ cm} + 4.43 \text{ cm} + 30.00 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + 30 \text{ cm}$$

$$H_t = 79.43 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta la **figura 58**, donde se observa la altura real de la cámara húmeda 78 cm y considerando el resultado de 79.43 cm, se evidencia una mínima variación entre dichos valores, determinándose aceptable la altura de la cámara húmeda.

Evaluación de diámetro de la tubería de rebose y limpia

Considerando el caudal de la fuente 2.307 l/s (**figura 56**) y una pérdida de carga unitaria de 0.015 m/m (valor recomendado por el MVCS) aplicando la **ecuación 11**, tenemos lo siguiente:

$$D_r = \frac{0,71 \times (2.307 \text{ l/s})^{0.38}}{(0.015 \text{ m/m})^{0.21}}$$

$$D_r = 2.356 \text{ plg} \cong 3" \text{ (diámetro comercial)}$$

Y considerando el Qmd(total) = 6.854 l/s (**tabla 19**) y una pérdida de carga unitaria de 0.015 m/m (valor recomendado por el MVCS) aplicando la **ecuación 11**, tenemos lo siguiente:

$$D_r = \frac{0,71 \times (6.854 \text{ l/s})^{0.38}}{(0.015 \text{ m/m})^{0.21}}$$

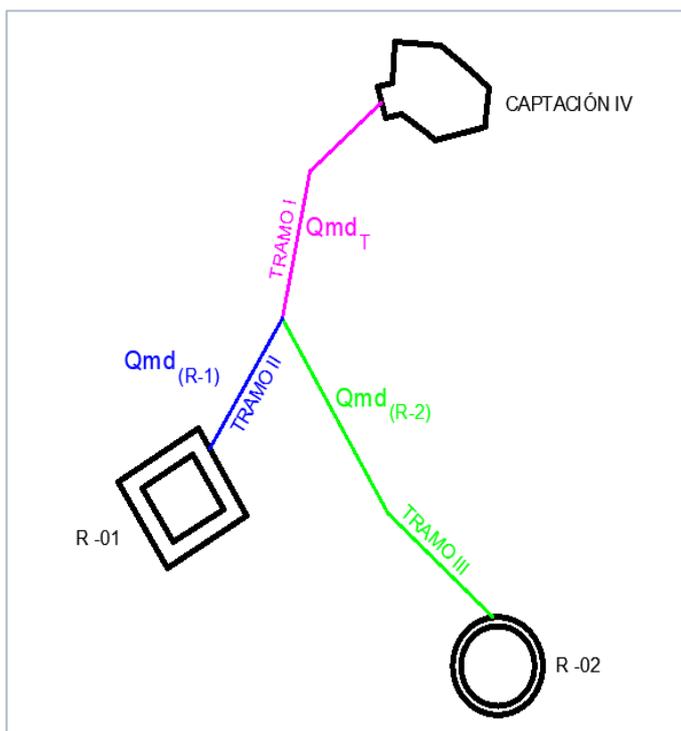
$$D_r = 3.564 \text{ plg} \cong 4" \text{ (diámetro comercial)}$$

En la **figura 58**, se observa el diámetro real de 3" de la tubería de rebose y limpia, comparando con el valor obtenido del cálculo que indica el MVCS realizar para su dimensión, se determina que el diámetro real de rebose es el adecuado para el caudal aforado de las fuentes sin embargo no es el óptimo si se llega a reunir en dicha cámara húmeda el Qmd que requiere la población hoy en día.

4.3.2. Evaluación del funcionamiento hidráulico de la línea de conducción

El sistema de agua potable en estudio, presenta el siguiente esquema de línea de conducción (**figura 59**) y los caudales máximos diarios calculados, extraídos de la **tabla 19**, son $Qmd_T = 6.854 \text{ lts/seg}$, $Qmd_{R-01} = 2.828 \text{ lts/seg}$ y $Qmd_{R-02} = 4.026 \text{ lts/seg}$ con diámetros de tubería de 3", 2" y [3" y 2"] respectivamente.

Figura 59
Esquema de línea de conducción



Se utiliza la **ecuación 12**, para el cálculo de velocidades reales en cada tramo y diámetros máximos y mínimos, en el caso del tramo III se evalúa con el diámetro más desfavorable (3").

Tabla 25
Evaluación de parámetros de línea de conducción

ID.	Und.	Tramo I	Tramo II	Tramo III
D.nominal	(plg.)	3"	2"	3"
	(mm)	82.100	55.600	82.100
D.interior	(m)	0.0821	0.0556	0.0821
Qmd	(m ³ /s)	0.006854	0.002828	0.004026
Área O	(m ²)	0.005294	0.002428	0.005294
Velocidad	(m/s)	1.295	1.165	0.760
Diametro mínimo (para 0.6 m/s)	(mm)	120.601	77.467	92.431
Diametro máximo (para 3 m/s)	(mm)	53.934	34.644	41.336

Considerando el rango de velocidades admisibles en tuberías entre [0.60 m/s– 3 m/s] hasta un valor excepcional de 5 m/s que indica el MVCS, se determina que las velocidades son aceptables en las tuberías existentes considerando los caudales máximos diarios de consumo actual, además el diámetro existente es el adecuado si circula el caudal máximo diario por la tubería de línea de conducción.

4.3.3. Evaluación del funcionamiento hidráulico de los reservorios

Teniendo en cuenta el caudal promedio diario (**tabla 19**) de cada zona de servicio abastecidas por los reservorios R-01 y R-02, a ello considerando el suministro continuo de agua de la fuente; se analiza independientemente si la capacidad actual es suficiente para almacenar el volumen de agua que requiere la población para un día de consumo continuo de 24h.

En los **anexos 18 y 20**, se calculó el porcentaje (%) del volumen de equilibrio en campo, donde se obtuvo los siguientes resultados:

$$\% V_{(R-01)} = 23.48 \% \quad \wedge \quad \% V_{(R-02)} = 24.83\%$$

Aplicando la **ecuación 13**, se obtiene los siguientes resultados para cada reservorio existente.

Reservorio R-01, tiene una capacidad actual de 21.234 m³ y su respectiva zona de servicio un Q_p = 2.571 l/s.

$$V_{(R-01)-24h/d} = 23.48 \% \times \left(\frac{2.571 * 60 * 60 * 24}{1000} \right)$$

$$V_{(R-01)-24h/d} = 52.157 \text{ m}^3$$

Reservorio R-2, tiene una capacidad actual de 60.510 m³ y su respectiva zona de servicio un Q_p = 3.660 l/s.

$$V_{(R-02)-24h/d} = 24.83\% \times \left(\frac{3.660 * 60 * 60 * 24}{1000} \right)$$

$$V_{(R-02)-24h/d} = 78.518 \text{ m}^3$$

Entonces el Reservorio R-01 no tienen la capacidad mínima de almacenamiento para un suministro continuo de 24 h de un día común de servicio, es así que las dimensiones actuales interiores no son las adecuadas, necesitando aproximadamente el doble de capacidad para cumplir con el objetivo de regulador. En el caso del Reservorio R-02 tampoco tiene la capacidad de almacenamiento mínimo, requiriendo el 29% adicional del volumen actual que se tiene en campo; siempre y cuando se cuente con un caudal de oferta mínimo del Q_p.

4.3.4. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las líneas de aducción

Cabe recalcar que el sistema de agua potable presenta línea de aducción para cada red de distribución (**figura 30**) en la descripción del sistema, donde se detalla línea de aducción-01 y línea de aducción-02. Considerando los caudales máximos horarios calculados extraídos de la **tabla 19** son $Q_{mh_{R-01}} = 3.651 \text{ lts/seg}$ y $Q_{mh_{R-02}} =$

4.721 *lts/seg* con diámetros de tubería de 2" y 3" respectivamente. Se utiliza la **ecuación 12**, para el cálculo de velocidades reales y diámetros máximo - mínimo en cada línea de aducción.

Tabla 26
Evaluación de parámetros de Líneas de Aducción

ID.	Und.	LA - 01	LA - 02
D.nominal	(<i>plg.</i>)	2"	3"
D.interior	(<i>mm</i>)	54.200	82.100
	(<i>m</i>)	0.0542	0.0821
Q_{mh}	(<i>m³/s</i>)	0.005785	0.006808
Área O	(<i>m²</i>)	0.002307	0.005294
Velocidad	(<i>m/s</i>)	2.507	1.286
Diametro mínimo (para 0.6 m/s)	(<i>mm</i>)	110.798	120.196
Diametro máximo (para 3 m/s)	(<i>mm</i>)	49.550	53.753

Se determina que las velocidades en las tuberías existentes en las líneas de aducción considerando los caudales máximos horarios de consumo actual están dentro del rango [0.60 m/s– 3 m/s] que indica el MVCS, además el diámetro existente es el adecuado si circula el caudal máximo horario por las tuberías de las líneas de aducción.

4.3.5. Evaluación del funcionamiento hidráulico de las redes de distribución

4.3.5.1. Evaluación hidráulica de la Red de Distribución – 01

El suministro de agua potable a la zona de servicio-01, se realiza mediante la red de distribución – 01, la cual presenta una estructura semejante a la espina de un pescado, es por ende una red ramificada.

Con la información del levantamiento topográfico y el $Q_{mh_{R-01}} = 3.651 \text{ lts/seg}$ se determina las características de los nudos (**tabla 27**) y de las tuberías (**tabla 28**).

Tabla 27
Características de los nudos Red - 01

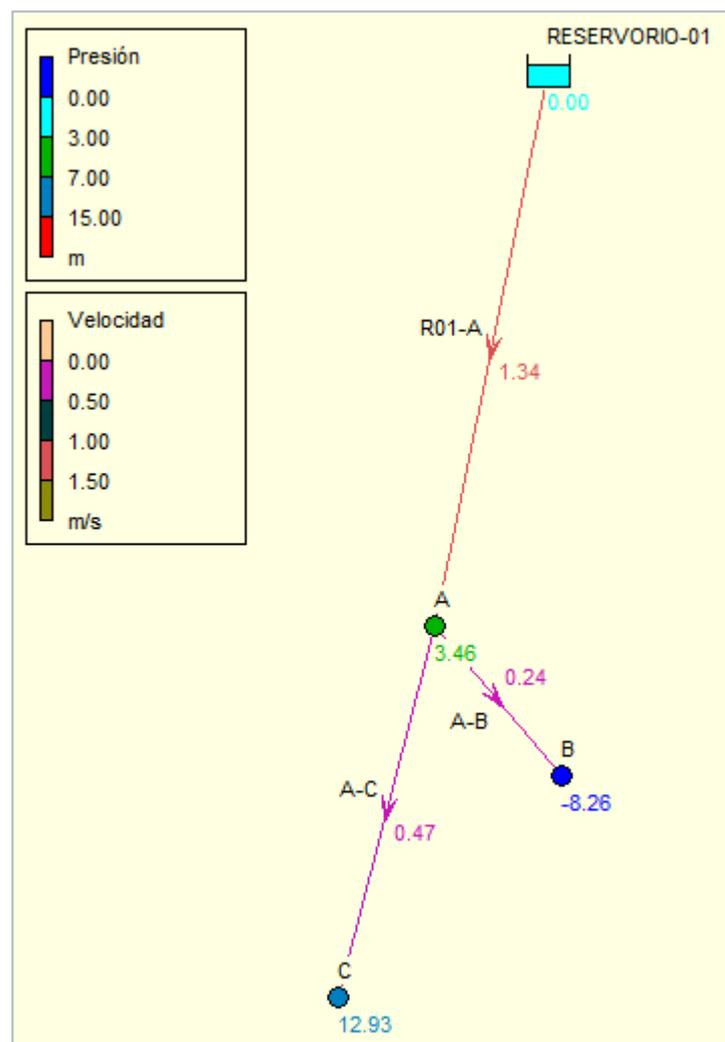
Nudo	Coordenadas		Cota (m.s.n.m)	Q.Demanda (l/s)
	X	Y		
A	784301.34	9203788.71	2618.35	2.568
B	784439.43	9203624.51	2629.53	0.365
C	784197.05	9203382.90	2605.20	0.717

Tabla 28
Características de las tuberías Red-01

Tramo de tubería	Longitud (m)	Diámetro Nominal (plg)	Coefficiente de rugosidad
R01-A	784.68	2"	150
A - B	276.02	1 1/2"	140
A - C	541.73	1 1/2"	140

A partir de la **tabla 27 y 28**, se realiza el diseño y/o creación de nuestro sistema en el programa EPANET 2.0.

Figura 60
Red de distribución 01 en EPANET 2.0



En la **figura 60** se observa la identificación de los tramos y se visualiza 02 nudos que son extremos de ramales, 01 nudo en donde se apertura las dos ramificaciones. Suficiente información que nos permite realizar un análisis hidráulico y obtener los resultados que se muestran en las **tablas 29 y 30**.

Tabla 29*Resultados de los nudos Red de distribución 01 - EPANET 2.0*

ID	Altura Piezométrica	Presión Dinámica	Presión Estática
	(m.s.n.m)	(m)	(m)
Reservorio			
R-01	2645.380	0.000	0.000
Nudo			
A	2621.81	3.46	27.03
B	2621.27	-8.26	15.85
C	2618.13	12.93	40.18

Tabla 30*Resultados de las tuberías Red de distribución 01 - EPANET 2.0*

Tramo de tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida unitaria (m/km)
R01-A	3.65	1.34	30.04
A - B	0.37	0.24	1.95
A - C	0.72	0.47	6.80

4.3.5.2. Evaluación hidráulica en conexiones domiciliarias – 01

Cabe mencionar que la red de distribución – 01 presenta 122 conexiones domiciliarias y un total de 3 nudos, es así que se optó por realizar 03 mediciones de presión en 03 viviendas próximas a cada nudo, como se visualiza en la **tabla 31**.

Tabla 31*Presiones medidas en las viviendas(grifos) de la Red de Distribución - 01*

ID.	NUDO	PRESIÓN MEDIDA	
		EN CAMPO	
		(bar)	(m.c.a)
Vivda. 01 - R-01	A	0.50	5.10
Vivda. 02 - R-01	B	0.15	1.53
Vivda. 03 - R-01	C	1.10	11.22

Considerando las presiones medidas en campo, y las obtenidas previamente mediante la simulación hidráulica, se realiza la **tabla 32** para la comparación y valoración de los resultados.

Tabla 32
Comparación de presiones de la Red de Distribución – 01

ID.	NUDO	PRESIÓN MEDIDA EN CAMPO		PRESIÓN DINÁMICA CALCULADA
		(bar)	(m.c.a)	(m.c.a)
Vivda. 01 - R-01	A	0.50	5.10	3.46
Vivda. 02 - R-01	B	0.15	1.53	-8.26
Vivda. 03 - R-01	C	1.10	11.22	12.93

Anotación: Se visualiza en el Nudo B que la presión calculada es negativa la cual difiere notoriamente con la medida en campo, se justifica que en hora punta no llega caudal suficiente hasta este nudo, y en horario de poca demanda de consumo en el nudo C es que logra incrementarse el caudal en el tramo A-B llegando a la presión de 1.53 m.c.a en el nudo B.

Considerando los resultados de velocidades en los tramos (**tabla 30**) y presiones en cada nudo (**tabla 32**), se determina lo siguiente:

- Las velocidades en cada tramo tienen un valor mínimo de 0.24 m/s y un valor máximo de 1.34 m/s; y considerando el rango de [0.6 m/s – 3 m/s] de velocidades aceptables con un valor mínimo excepcional de 0.3 m/s por el MVCS; se deduce que el 33.3%, 01 tramo, presenta una velocidad inferior a 0.3 m/s y el 66.7%, 02 tramos, presentan velocidades relativamente admisibles ya que están dentro del rango aceptable.
- Presiones estáticas entre [15.85m – 40.18m], donde el nudo más bajo no supera el máximo valor permisible de 60 m.c.a. que indica el MVCS.
- Presión dinámica de 01 nudo (1.53 m.c.a.) inferior a la mínima necesaria de 5 m.c.a. que establece el MVCS y los 02 nudos restantes presentan presiones adecuadas para su consumo. Evidenciándose que el 33.3% del total de los nudos no cumplen con la presión mínima y el otro 66.7% presentan presión aceptable.

4.3.5.3. Evaluación hidráulica de la Red de Distribución - 02

Si bien el suministro del recurso hídrico está dividido en dos zonas de servicio, donde la Red de Distribución – 02 está conformada principalmente por tuberías interconectadas formando un circuito cerrado sin embargo presenta ramales conectados a algunos de los nudos. Con la información del levantamiento topográfico y el $Qmh_{R-02} = 4.721 \text{ lts/seg}$ se determina las características de los nudos (**tabla 33**) y de las tuberías (**tabla 34**).

Tabla 33
Características de los nudos Red -02

Nudo	Coordenadas		Cota (m.s.n.m)	Q.Demanda (l/s)
	X	Y		
1	784314.45	9204178.49	2621.42	0.243
2	784298.13	9204204.47	2626.39	0.263
3	784258.14	9204189.05	2627.84	0.293
4	784215.49	9204161.85	2623.47	0.243
5	784234.56	9204128.14	2619.11	0.483
6	784198.52	9204104.64	2617.12	0.263
7	784128.66	9204057.25	2615.85	0.313
8	784039.56	9204073.19	2621.06	0.263
9	784025.46	9204085.71	2622.43	0.313
10	784101.62	9204025.49	2614.89	0.943
11	784185.54	9204025.38	2615.28	0.163
12	784231.20	9204059.83	2616.55	0.493
13	784266.55	9204083.21	2618.13	0.443

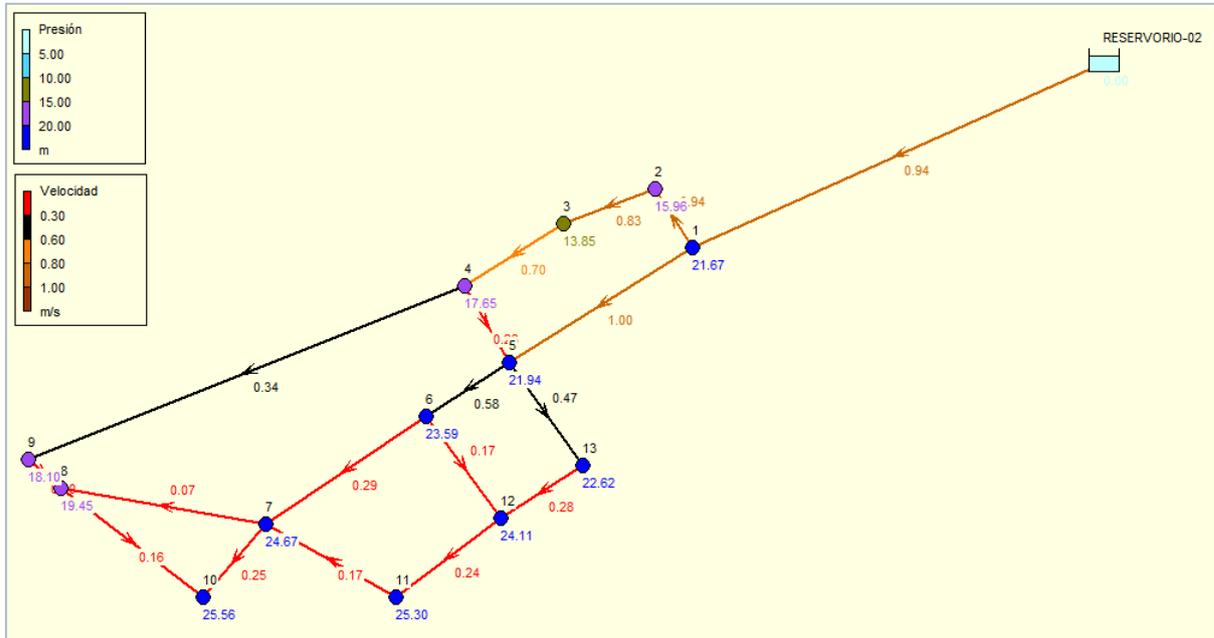
Tabla 34
Características de las tuberías Red-02

Tramo de tubería	Longitud (m)	Diámetro Nominal (plg)	Coefficiente de rugosidad
R02-1	243.09	3"	140
1 - 2	38.01	2"	140
2 - 3	42.89	2"	140
3 - 4	50.78	2"	140
4 - 5	38.98	2"	140
5 - 1	94.47	2"	140
5 - 6	43.07	2"	140
6 - 12	55.46	2"	140
12 - 13	42.40	2"	140
13 - 5	55.16	2"	140
4 - 9	204.72	2"	140
9 - 8	18.91	2"	140
8 - 7	96.88	2"	140
7 - 6	84.63	2"	140
8 - 10	78.51	2"	140
10 - 7	41.73	2"	140
7 - 11	65.25	2"	140
11 - 12	57.22	2"	140

Con los datos de las tablas **33 y 34**, se realiza el diseño y/o creación de nuestro sistema en el programa EPANET 2.0.

Figura 61

Red de distribución 02 en EPANET 2.0



En la **figura 61**, se muestra la identificación de los nudos, el sentido del flujo y la existencia de 13 nudos en el circuito cerrado y 06 nudos que son extremos de ramales.

Es así que realizado el análisis hidráulico se obtiene los resultados que se muestran en las **tablas 35 y 36**.

Tabla 35

Resultados de los nudos Red de distribución 02 - EPANET 2.0

ID	Altura Piezométrica (m.s.n.m)	Presión Dinámica (m)	Presión Estática (m)
Reservorio			
R-02	2646.05	0.000	0.000
Nudo			
1	2643.09	21.67	24.63
2	2642.35	15.96	19.66
3	2641.69	13.85	18.21
4	2641.12	17.65	22.58
5	2641.05	21.94	26.94
6	2640.71	23.59	28.93
7	2640.52	24.67	30.20
8	2640.51	19.45	24.99
9	2640.53	18.10	23.62
10	2640.45	25.56	31.16
11	2640.58	25.30	30.77
12	2640.66	24.11	29.50
13	2640.75	22.62	27.92

Tabla 36*Resultados de las tuberías Red de distribución 02 - EPANET 2.0*

Tramo de tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida unitaria (m/km)
R02-1	4.721	0.9	12.18
1 - 2	2.18	0.9	19.47
2 - 3	1.91	0.8	15.33
3 - 4	1.62	0.7	11.27
4 - 5	0.60	0.3	1.79
5 - 1	2.30	1.0	21.59
5 - 6	1.33	0.6	7.84
6 - 12	0.40	0.2	0.84
12 - 13	0.64	0.3	2.05
13 - 5	1.09	0.5	5.40
4 - 9	0.77	0.3	2.87
9 - 8	0.46	0.2	1.10
8 - 7	0.16	0.1	0.16
7 - 6	0.67	0.3	2.20
8 - 10	0.36	0.2	0.70
10 - 7	0.58	0.3	1.69
7 - 11	0.39	0.2	0.80
11 - 12	0.55	0.2	1.52

Tabla 37*Cálculo hidráulico de nudos en ramificaciones Red de distribución 02*

ID	Presión Dinámica (m)	Presión Estática (m)
R-1	9.23	18.56
R-2	2.26	12.25
R-3	15.39	26.57
R-4	13.33	27.58
R-5	19.97	31.58
R-6	20.30	31.73

Tabla 38*Cálculo hidráulico de ramificaciones Red de distribución 02*

Tramo de tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
2 - R-1	0.282	0.1
3 - R-2	0.391	0.2
13 - R-3	0.807	0.3
11 - R-4	1.936	0.8
10 - R-5	0.817	0.3
10 - R-6	0.488	0.2

4.3.5.4. Evaluación hidráulica en conexiones domiciliarias - 02

Si bien se cuenta con 171 conexiones domiciliarias y con un total de 19 nudos, de los cuales para su evaluación se realiza la medición de presión en la vivienda más próxima a cada nudo, evidenciándose dichas mediciones en la **tabla 39** a continuación:

Tabla 39

Presiones medidas en las viviendas(grifos) de la Red de Distribución - 02

ID.	NUDO	PRESIÓN MEDIDA EN CAMPO	
		(bar)	(m.c.a)
Vivda. 01 - R-02	N-01	1.75	17.85
Vivda. 02 - R-02	N-02	1.20	12.24
Vivda. 03 - R-02	N-03	1.15	11.73
Vivda. 04 - R-02	N-04	1.40	14.28
Vivda. 05 - R-02	N-05	1.85	18.87
Vivda. 06 - R-02	N-06	2.10	21.42
Vivda. 07 - R-02	N-07	2.40	24.48
Vivda. 08 - R-02	N-08	1.30	13.26
Vivda. 09 - R-02	N-09	1.25	12.75
Vivda. 10 - R-02	N-10	2.50	25.50
Vivda. 11 - R-02	N-11	2.25	22.95
Vivda. 12 - R-02	N-12	2.15	21.93
Vivda. 13 - R-02	N-13	1.85	18.87
Vivda. 14 - R-02	R-1	0.45	4.59
Vivda. 15 - R-02	R-2	0.25	2.55
Vivda. 16 - R-02	R-3	1.80	18.36
Vivda. 17 - R-02	R-4	1.90	19.38
Vivda. 18 - R-02	R-5	2.50	25.50
Vivda. 19 - R-02	R-6	2.60	26.52

Considerando las presiones medidas en campo, y las obtenidas previamente mediante cálculos hidráulicos, se realiza la **tabla 40** para la comparación y valoración de los resultados.

Tabla 40
Comparación de presiones de la Red de Distribución – 02

ID.	NUDO	PRESIÓN MEDIDA EN CAMPO		PRESIÓN DINÁMICA CALCULADA
		(bar)	(m.c.a)	(m.c.a)
Vivda. 01 - R-02	N-01	1.75	17.85	21.67
Vivda. 02 - R-02	N-02	1.20	12.24	15.96
Vivda. 03 - R-02	N-03	1.15	11.73	13.85
Vivda. 04 - R-02	N-04	1.40	14.28	17.65
Vivda. 05 - R-02	N-05	1.85	18.87	21.94
Vivda. 06 - R-02	N-06	2.10	21.42	23.59
Vivda. 07 - R-02	N-07	2.40	24.48	24.67
Vivda. 08 - R-02	N-08	1.30	13.26	19.45
Vivda. 09 - R-02	N-09	1.25	12.75	18.10
Vivda. 10 - R-02	N-10	2.50	25.50	25.56
Vivda. 11 - R-02	N-11	2.25	22.95	25.30
Vivda. 12 - R-02	N-12	2.15	21.93	24.11
Vivda. 13 - R-02	N-13	1.85	18.87	22.62
Vivda. 14 - R-02	R-1	0.45	4.59	9.23
Vivda. 15 - R-02	R-2	0.25	2.55	2.26
Vivda. 16 - R-02	R-3	1.80	18.36	15.39
Vivda. 17 - R-02	R-4	1.90	19.38	13.33
Vivda. 18 - R-02	R-5	2.50	25.50	19.97
Vivda. 19 - R-02	R-6	2.60	26.52	20.30

La población usuaria es inferior a 2000 habitantes, por ende, para la evaluación de presiones y velocidades de la **Red de Distribución -02** se aplica la Norma Técnica de Diseño del MVCS, determinándose lo siguiente:

- Presiones estáticas entre [12.25m – 31.73m] que no superan a la máxima aceptable de 60 m.c.a. que indica el MVCS.
- Presiones dinámicas de los 19 nudos en total, donde el valor mínimo real es de 2.55 m.c.a. y el máximo es de 26.52 m.c.a., de los cuales 02 nudos no cumplen la presión mínima necesaria de 5 m.c.a. que indica el MVCS. Es así que el 89% de la red de distribución – 02 si cumple con la presión mínima y el 11% de la misma red no llegan al valor mínimo necesario.
- Las velocidades en cada tramo (**tabla 36 y 38**), de las cuales se tiene un valor mínimo de 0.07 m/s y una valor máximo de 1.00 m/s; y considerando el rango de [0.6 m/s – 3 m/s] de velocidades aceptables con un valor mínimo excepcional de 0.3 m/s por el MVCS, se deduce que el 37.5% , es decir, 09 tramos presentan una velocidad inferior

al 0.3 m/s y el 62.5%, es decir, 15 tramos presentan velocidades dentro del rango aceptable considerando el mínimo excepcional.

Observando las deficiencias respecto a presiones y velocidades fuera del rango de valores aceptables, se organiza dicha información en la **tabla 41**, donde también se adjunta unas propuestas de solución para hacer frente a los resultados calculados y hechos evidenciados.

Tabla 41
Deficiencias hidráulicas en las Redes de Distribución - Propuestas de solución

ID/Red de Distribución	ID Específica	Presión Dinámica (m)	Velocidad (m/s)	Propuesta de Solución
R.D.01	Nudo B	1.53	-	En el caso del Nudo B, que presenta cota notoriamente superior al resto de nudos; se sugiere reubicar el punto de salida, pileta pública para que abastezca a las viviendas proximas en la horas de máximo consumo.
R.D.02	Ramal-01	4.59	-	Gestionar la conducción del caudal de rebose de la captación del SAP de Santa Rosa, logrando aumental el nivel de agua del reservorio permitiendo que cumpla su función de regulador de presiones y reubicando a una cota más alta la ubicación del mismo.
	Ramal-02	2.55	-	
R.D.01	Tramo A - B	-	0.24	Teniendo en cuenta la hora de apertura del servicio 5:00am, purgar estos tramos es decir abriendo los caños de las viviendas aleadañas a las 4.00 am cada 15 días.
	Tramo 6 -12	-	0.17	
	Tramo 9 - 8	-	0.20	
R.D.02	Tramo 8 - 7	-	0.07	Se evidenció la reducción de sección en las tuberías de la red de distribución y con los resultados de velocidades obtenidos, se deduce la estecha relación de causa - efecto. Es así que se sugiere la instalación de Válvulas de Purga en puntos donde su desfoge este próximo a las cunetas y/o a los buzones de desagüe.
	Tramo 8 - 10	-	0.16	
	Tramo 7 - 11	-	0.17	
	Tramo 11 - 12	-	0.24	

4.3.6. Calidad del recurso hídrico del sistema de agua potable

4.3.6.1. Calidad de la fuente de abastecimiento

En la **tabla 42** se visualiza la comparación de los resultados de los ensayos realizados del cuerpo natural de agua extraído de la cámara de reunión de caudales de la Captación IV (**anexo 22**), con los límites de concentración definidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA) (**anexo 23**).

Tabla 42

Comparación de resultados de calidad del agua de manantial con los valores del ECA-AGUA

PARÁMETRO	Unidad	Resultados de la muestra de Manantial	Límite de Concentración ECA - AGUA(*)
Físico-químicos			
Turbidez	NTU	0.43	5
pH a 25°C	Ph	5.57	6.5 - 8.5
Conductividad a 25°C	μS/cm	11.98	1500
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	<1.04	500
Microbiológicos			
Coliformes Totales	NMP/100mL	16 x 10 ³	50

(*) Categoría 1: Poblacional y recreacional - Subcategoría A1 : Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial)

Se determina que los niveles de concentración de turbiedad, conductividad y dureza total no representan un riesgo significativo para la salud de las personas, sin embargo, el cuerpo natural de agua presenta un pH inferior al rango recomendado por el ECA (para fuente subterránea: manantial) y una cuantificación de coliformes totales superior a la deseable para una simple desinfección previa a su distribución según las características de calidad del ECA.

4.3.6.2. Cloro residual libre

Se realizó medición del cloro residual libre en los grifos de las viviendas más alejadas de ambas redes de distribución, en dos ocasiones en cada punto de medición, considerando lo siguiente:

- La primera medición, entre 3 a 4 horas posterior a la recarga del tanque clorador.
- La segunda medición, un día previo a la siguiente recarga del tanque clorador.

En el **anexo 11**, donde se visualiza la recolección de datos, respecto a la cantidad de cloro libre que queda disponible posterior a la desinfección del agua en los respectivos tanques de almacenamiento de cada red de distribución.

Visualizando las concentraciones bajas de cloro residual libre de la Ficha 10. *Medición del cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.* (**anexo 11**), donde la concentración máxima es de 0.16 mg/L; a ello considerando el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, donde para una desinfección por cloración como es el caso de la presente investigación, el agua potable no deberá contener menos de 0.5 mg/L de cloro residual libre u obstante no contener menos de 0.3 mg/L, se determina que el agua suministrada por el sistema en general no cumple con la concentración mínima requerida para su consumo, de esta manera no

proporciona una óptima protección residual al agua contra contaminantes posteriores a la desinfección.

4.4. Estimar la resistencia estructural de las captaciones y reservorios mediante ensayo de esclerometría

Contando con autorización para realizar las pruebas en las captaciones I, III y IV además de los reservorios R-01 y R-02, se presenta la información conocida de dichas estructuras en el **anexo 12**.

En campo, aplicando la Norma **NTP 339.181:2013**, se procedió a realizar los ensayos en la superficie como se visualiza en la **figura 62**.

Figura 62

Superficie preparada para la aplicación del ensayo de Esclerometría



Con los datos registrados haciendo uso del ábaco del modelo del esclerómetro, se obtienen resultados de resistencia que se detallan en el **anexo 24**, cuya información se resume en la **tabla 43**, que se muestra a continuación.

Tabla 43

Resistencia estructural de Captaciones y Reservorios

Estructura	Edad del Concreto	Resistencia de Diseño	Resistencia estimada
			f'c
CAPTACIÓN I	2 años	-	110 kg/cm ²
CAPTACIÓN III	2 años	-	110 kg/cm ²
CAPTACIÓN IV	9 años	140	158 kg/cm ²
RESERVORIO R-01	51 años	-	110 kg/cm ²
RESERVORIO R-02	19 años	-	370 kg/cm ²

Las estructuras Captación I y III fueron construidas posterior a la aprobación de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural(2018), en donde la resistencia de diseño de estas estructuras no debe ser menor de 210 kg/cm², y considerando la NTP E.060 que establece que una estructura de concreto debe alcanzar una resistencia promedio mínima del 85% de f'_c de diseño, con estas consideraciones y de acuerdo a la resistencia alcanzada en campo que es un 52.38% de la considera de diseño, se determina que dichas estructuras anteriormente mencionadas no se encuentran estructuralmente adecuadas.

En el caso de la Captación IV, existe evidencia mediante planos de replanteo de la estructura, una resistencia de diseño de 140 kg/cm², y de acuerdo a la NTP E060 que establece que la resistencia promedio de la estructura debe ser mínimo el 85% de la resistencia de diseño, en este caso presenta un 112% de f'_c (158 kg/cm²), determinando que la estructura si cumple con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones y se encuentra en buen estado estructuralmente.

Respecto al Reservorio R-01, se evidencia una resistencia estimada de 110 kg/cm², la cual es muy baja para este tipo de estructura y considerando la antigüedad de 51 años, es entonces que se encuentra estructuralmente en regular estado.

Y, por último, respecto al Reservorio R-02, se evidencia una resistencia actual de la estructura de 370 kg/cm², la cual se determina aceptable ya que la calidad del concreto es superior a la resistencia mínima establecida por el MVCS (2018) de no ser inferior a 210 kg/cm² y es así que estructuralmente se encuentra en buen estado.

4.5. Identificación del plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable

Respecto a la identificación de actividades correspondientes a la operación y mantenimiento de las estructuras operativas del sistema de agua potable, se realizó un cuestionario al operador encargado, obteniendo como respuestas detalladas en el **anexo 13**.

En las captaciones I, II y III se realiza un mantenimiento quincenal, por la presencia alta de sarro en el interior, dicha actividad garantiza un funcionamiento adecuado de las estructuras mencionadas; en el caso de la Captación IV se realiza un mantenimiento periódico prolongado en la zona de afloramiento y regular en la cámara húmeda.

Respecto a las válvulas de purga en general, se encuentran inoperativas, ello se evidencia a la poca frecuencia de su operación y mantenimiento, lo mismo sucede con la mayoría de las válvulas de control de la red de distribución en general.

Concluyendo que existe un plan de operación y mantenimiento, donde las actividades planteadas se realizan periódicamente dependientemente del tipo de estructura hidráulica operativa contando con un operador destinado solo para realizar dichos trabajos.

4.6. Discusión de resultados

Como primer objetivo específico se consideró describir el sistema de agua potable, en base al estado físico y operativo. En los resultados encontrados en la presente investigación se observó que los componentes existentes se encuentran en un regular estado y cuenta con un sistema de desinfección por cloración, los cuales difieren con lo obtenido por Suxo (2022), quien determinó que los componentes de los sistemas de agua potable de Palca se encuentran en mal estado y no presenta sistema de cloración y coinciden en la carencia de cerco perimétrico en algunas estructuras.

Respecto al segundo objetivo, se consideró determinar la demanda de agua potable de la población usuaria y su relación con el caudal de la fuente, en base a mediciones de nivel de consumo de agua en los reservorios y de aforamiento en el caso del caudal de la fuente. En los resultados se observa que el caudal de la vertiente que aflora horizontalmente es de 2.307 lts/seg y la demanda de agua potable es 6.231 lts/seg, mostrando una diferencia negativa para los usuarios, brechas similares a lo alcanzado por Bonito y Cevallos (2021), quienes determinaron que el caudal proporcionado por la estación de bombeo es de 2,5 l/s el cual no satisface la demanda de agua de 3.54 lts/seg en la parroquia San Gregorio recinto Tres Vías cantón Muisne, provincia de Esmeraldas, lo mismo sucede con Lazaro(2019), quien determinó que el centro poblado de Marankiari, Satipo necesita 0.266 lts/seg para satisfacer sus necesidades siendo mayor al caudal que produce la fuente 0.171 l/s.

Por el tercer objetivo planteado, se consideró evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, en base a ecuaciones que proporciona el MVCS (2018) y estándares de calidad. En los resultados encontrados se observa el reservorio R-01 de 51 años y el R-02 de 19 años de antigüedad, caudales independientes para cada zona de servicio de $Q_{p1}=2.571$ lts/seg, $Q_{p2}=3.66$ lts/seg. $Q_{md1}=2.828$ lts/seg, $Q_{md2}=4.026$ lts/seg, $Q_{mh1}=3.651$ lts/seg, $Q_{mh2}=4.721$ lts/seg, presiones dinámica mínima de 1.53 m.c.a y máxima de 26.52 m.c.a, presiones estáticas entre [12.25 – 40.18]. Los resultados difieren con lo obtenido por Bardales (2022), quien identificó una antigüedad de 10.41 y 25 años de antigüedad en sus reservorios, y con relación a las variaciones de consumo, así mismo presenta una presión mínima de 5.61 m superior a los resultados obtenidos en la presente investigación; con una coincidencia en que la presión estática

tampoco supera el límite permisible. Y respecto a la calidad del cuerpo natural de agua, presenta concentración elevada de coliformes total para una simple desinfección, cuyo resultado coincide con lo obtenido por Bonito y Cevallos (2021), quien determinó que el agua proveniente de la fuente que abastece el sistema presenta contaminación por coliformes totales.

Ante el cuarto objetivo planteado, de evaluar la resistencia estructural de la captaciones y reservorios, mediante el ensayo de esclerometría. El resultado respecto a la estructura de concreto armado, Captación IV, presenta una resistencia del 112% respecto a la $f'c$ de diseño encontrada en planos de replanteo en la MDLL. Dicho resultado coincide en aceptación con el calculado por Santos (2022), donde la resistencia del concreto es el 83% de la $f'c$ de diseño especificada.

Y como quinto objetivo planteado se identificó el plan de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable, mediante un cuestionario al operador de la Municipalidad Distrital de Llacanora encargado de dichas labores. Cuyo resultado indica una frecuencia de actividades en estructuras visibles evitando su proceso de deterioro y limpieza adecuada en el interior de las cámaras de protección de manantiales de las captaciones por presencia notoria de sarro en su interior. Cuyos resultados divergen con lo obtenido por Delgado y Falcón (2019), quienes determinaron que el sistema de agua potable de la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, se encuentra en proceso de deterioro debido a la poca frecuencia de limpieza; y con lo obtenido por Bardales (2022), quien identifica que la operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad de Jesús, Cajamarca está a cargo de una junta administrativa.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se describió el sistema de agua potable, el cual presenta 04 captaciones operativas en estado físico regular, una línea de conducción y 02 reservorios (sistema de desinfección) en regular estado de conservación, permitiendo distribuir agua potable independientemente a dos zonas de servicio; 02 líneas de aducción en buen estado físico y operativo y 02 redes de distribución en regular estado físico y con válvulas de control en su mayoría inoperativas.
- Se determinó que la demanda de agua potable de la población usuaria es 6.231 lts/seg, la cual no es cubierta por el caudal de oferta de 2.307 lts/seg de las fuentes de abastecimiento del sistema; existiendo una deficiencia de agua de 3.998 lts/seg.
- Se evaluó hidráulicamente los componentes existentes, donde se verificó el buen funcionamiento de las captaciones, línea de conducción y líneas de aducción; un regular funcionamiento de los reservorios debido a su capacidad de almacenamiento. Respecto a las redes de distribución se presenta en algunos tramos velocidades inferiores a 0.6 m/s(mínima por el MVCS), presiones dinámicas muy bajas en algunos nudos(menores a 5 m.c.a) y donde ambas redes no superan los 60 m.c.a en presión estática. A ello se verificó que la calidad de la fuente de abastecimiento supera los ECA-Agua, y presenta concentraciones muy bajas de cloro residual libre en las viviendas.
- Se evaluó la resistencia estructural aplicando la Norma NTP 339.181:2013(ensayo de esclerometría); donde las captaciones I y III no están estructuralmente adecuadas; respecto al reservorio R-01 se encuentra estructuralmente en regular estado; Y la captación IV y el reservorio R-02 presentan una buena calidad del concreto.
- Se identificó el plan de operación y mantenimiento considerando un cuestionario, destacando la limpieza quincenal del interior de cámara de protección del manantial por la presencia de sarro y la falta de operación y mantenimiento de las válvulas de purga y control del sistema, donde se cuenta con un operador destinado solo para realizar dichos trabajos.
- Respecto a la mejora del sistema de agua potable de la localidad, considerando que se brinde un servicio de calidad, cantidad y continuidad se plantean las siguientes propuestas de alternativas de mejora: El área encargada del sistema,

evaluó la necesidad de instalar cercos perimétricos en las captaciones I - III, con el propósito de brindar seguridad y evitar el deterioro de las estructuras. Considerando que el único componente existente (cámara de protección del manantial) en las captaciones I y II, se plantea la instalación en su interior de canastillas con la finalidad de evitar el ingreso de objetos y/o partículas extrañas a la tubería de conducción; igualmente en la captación III, con la diferencia que su instalación se plantea en la tubería de salida de la cámara de reunión de caudales. Realizar actividades de reparación respecto a las tapas metálicas de las casetas de válvulas de los reservorios R-01 y R-02 con el propósito de brindar seguridad frente a manipulación de las válvulas por personas no autorizadas, así como de instalar canastilla en la tubería de salida del reservorio R-02, así mismo gestionar un acceso público al reservorio R-01, de tal forma que cuente con un acceso libre para las actividades de operación y/o mantenimiento. Realizar una inspección general de todas las válvulas de control de la red de distribución, para identificar las ineficiencias de las mismas para así realizar actividades de mantenimiento y contar con cámara de válvulas de control 100% operativas, con el propósito de brindar una solución rápida frente a problemas de rupturas y/o fugas en la red. Gestionar la conducción del caudal de rebose de la captación del SAP de Santa Apolonia, con el fin de incrementar el caudal ofertado por el sistema de agua potable en estudio y así disminuir la brecha con la demanda de agua de la población usuaria. Llevar a cabo un control frecuente o monitorio de la concentración de cloro residual libre, sugiriéndose tomar mediciones en las viviendas más alejadas de las redes de distribución de tal forma que se verifique si se está garantizando o no una protección residual al agua contra contaminantes posteriores a la desinfección en los reservorios.

5.2. Recomendaciones

- Realizar trabajos para mejorar la accesibilidad a la cámara de válvulas de purga de la red de distribución, con el fin de que estén operativas y sean de fácil acceso y/o manipulación en cuanto se requiera.
- Al personal y/o jefe de área del sistema, realizar un análisis completo de una muestra de agua con el fin de determinar los niveles de concentración de parámetros físico, químico y microbiológicos posterior a la desinfección por cloración que se realiza en los reservorios con el propósito de verificar si el sistema de desinfección aplicado es el adecuado.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- Aguero Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Asociación Servicios Educativos Rurales (Lima: SER).
- Agüero Pittman, R. (2004). *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*. Organización Panamericana de la Salud(OPS).
- Aguirre Morales, F. (2015). *Abastecimiento de agua potable para comunidades rurales*. Universidad Técnica de Machala.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Informe Económico y Social Región Cajamarca*.
- Cárdenas Alarcón, M. (22 de junio de 2016). *Diseño cámara de captación ladera*. Grupo CRIXUZ.
- CARE -Avina [Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades]. (2012). *Operación y mantenimiento de sistema de agua potable*.
- CARE -PERU. (2001). *Agua potable en zonas rurales: Operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento*.
- EPA [Agenda de Protección Ambiental de Estados Unidos]. (2017). *EPANET 2 . MANUAL DE USUARIO*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Espada Pallares, V. J. (2021). *Manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable en la comunidad Chayanta-Potosí*.
- GIZ [Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Cooperación Alemana - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit]. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Gráfica Esbelia Quijano S.R.L.
- Moya Sácciga, P. J. (1997). *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado*. Lima.
- MVCS [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*.
- MVCS [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. (2021). *Plan Nacional de Saneamiento 2022 - 2026*. Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- MVCS[Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. (2023). *Pautas sobre modificaciones en la Fase de Ejecución que no afectan la concepción técnica de los proyectos de inversión de saneamiento*.
- Rodríguez Ruiz, P. (2001). *Abastecimiento de Agua*. Instituto Tecnológico de Oaxaca.

SAGARPA [Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación]. (s.f.). *Línea de conducción por gravedad*. Unidad Técnica Especializada (UTE) COUSSA.

SUNASS [Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento]. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2020). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el Ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento*. (D. Loose, Ed.) Tarea Asociación Gráfica Educativa.

Tixe, S. (2004). *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural*. Organización Panamericana de la Salud (OPS).

United Nations - Water. (2019). *Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua*.

USAID. (2016). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad* (Manual 23 ed.). RILMAC Impresores, S. de R.L. de C.V.

Linkografía

ACI [Instituto Americano del Concreto]. (2003). *Métodos in situ para estimar la resistencia del hormigón* (228.1R-03 ed.). <https://es.scribd.com/document/491869890/espanol-ACI-228-1R-03-In-Place-Methods-to-Estimate-Concrete-Strength-MyCivil-ir-en-es>

Aconsa. (4 de abril de 2021). *Parámetros de calidad del agua de consumo humano: ¿Cuáles son y cómo se miden?* <https://aconsa-lab.com/parametros-calidad-agua-consumo-humano/>

Aljher. (05 de diciembre de 2021). *Déficit en acceso a agua potable y saneamiento*. <https://es.scribd.com/document/544835896/Articulo-de-Opinion-2>

Banco Mundial. (08 de Enero de 2020). *Haití: Proporcionar oportunidades a todos los haitianos*. <https://www.bancomundial.org/es/results/2020/01/08/haiti-providing-opportunities-for-all-haitians>

Bardales Valdez, Y. A. (2022). *Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Jesús – Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4699>

Barreto Dillon, L. (11 de febrero de 2019). *¿Sabes qué son los sistemas de abastecimiento de agua?* <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/%C2%BFsabes-qu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F>

Bonito Betancourt, V. V., & Cevallos Arias, A. (2021). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable ubicado en la parroquia San Gregorio reciente Tres Vías cantón Muisne, provincia de Esmeraldas*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22044>

- Cemex. (5 de abril de 2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi\).](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi).)
- COTECNO. (22 de noviembre de 2022). *Martillo Shmidt, martillo esclerométrico o esclerómetro.* <https://www.cotecno.cl/martillo-esclerometrico/>
- Delgado Chávarri, C., & Falcón Barboza, J. (2019). *Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5195>
- DRVCS [Dirección Regional de vivienda, Construcción y Saneamiento]. (2010). *Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento - SIRAS 2010.* MATICES'S Arte y Publicidad EIRL. <https://www.udocz.com/apuntes/27665/compendio-sistema-de-informacion-regional-en-agua-y-saneamiento-siars>
- INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. (2017). *Sistema de Consulta de Base de Datos . Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas:* <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. (2017). *Sistema de Consulta de Centros Poblados . Sistema de Información Geográfica:* <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Ingeniería y Proyectos Ltda. (30 de noviembre de 2021). *¿Qué es el Recurso Hídrico?* <https://ingproy.com/que-es-el-recurso-hidrico/>
- Lazaro Bovis, Y. J. (2019). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, Satipo-2019.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/21006>
- Nicoll. (2014). *Tubos a presión NTP 399.002.* <https://es.scribd.com/document/230185994/Tubos-Presion-Ntp-399-002>
- NTP 339.181. (2013). *Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría).* <https://es.scribd.com/document/386567213/NTP-339-181-Esclerometria-2013>
- Olivarez Vega, J. L. (2013). *Abastecimiento de Agua - Problemas Resueltos.* Universidad Nacional de Ingeniería. <https://www.udocz.com/apuntes/212757/abastecimiento-de-agua-problemas-resueltos>
- PCE INSTRUMENTS. (4 de noviembre de 2019). *Comprobador de hormigón / Esclerómetro.* https://www.pce-instruments.com/peru/instrumento-medida/medidor/comprobador-de-hormigon_n-escler_metro-kat_162776.htm

- Peña, D. (2020). *Tipos de caudales*. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. https://issuu.com/daanielape/docs/trabajo_del_caudal_y_tipos_electiva
- RAE [Real Academia Española]. (10 de marzo de 2019). Demanda de agua. *Diccionario prehispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/demanda-de-agua>
- Santos Chumacero, J. J. (2022). *Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Pimpingos, Cutervo-Cajamarca, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5461>
- Suxo Lecoña, R. L. (2022). *Evaluación integral de la infraestructura sanitaria (agua y alcantarillado) de las comunidades Amachuma Grande, Palca, Pacuani, Cebolullo, Tahuapalca y Cohoni del Municipio de Palca*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30800>
- Thangam Joy, A. (11 de Septiembre de 2023). *¿Por qué Baja la Presión del Agua?* . TAMESON: <https://tameson.es/pages/por-que-baja-la-presion-del-agua#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20del%20agua%20se,los%20edificios%20que%20necesitan%20agua.>
- United States Environmental Protection Agency. (15 de noviembre de 2022). *Acerca de los pozos de agua privados*. <https://espanol.epa.gov/espanol/acerca-de-los-pozos-de-agua-privados>
- Vallejos Medianero, J. E. (2018). *Resistencia del concreto con esclerómetro*. <https://www.udocz.com/apuntes/49001/resistencia-del-concreto-con-esclerometro>
- Zelaya Santos, N. (2021). *Líneas de aducción de sistemas de agua potable*. [Diapositiva de PowerPoint]. SCRIBD: <https://es.scribd.com/presentation/529268521/Lineas-de-Aduccion-Clases#>

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Levantamiento topográfico del SAP - Localidad de Llacanora



Fotografía 2

Levantamiento topográfico - Localidad de Llacanora



Fotografía 3

Inspección con el operario de cámara de protección del manantial de Captación III

**Fotografía 4**

Registro de medidas internas de cámara de reunión de caudales de Captación III



Fotografía 5

Presencia de fisura en Captación IV

**Fotografía 6**

Presencia de sarro en tubería de conducción tramo [Captación III -Captación IV]



Fotografía 7

Recopilación de dimensiones del Reservorio R-01

**Fotografía 8**

Recopilación de dimensiones del Reservorio R-02



Fotografía 9

Estructura base deteriorada de tapa metálica Reservoirio R 02.

**Fotografía 10**

Válvula de control de la Red de Distribución 02



Fotografía 11

Tanque clorador del sistema de desinfección en el Reservorio R-02



Fotografía 12

Datos de recarga del tanque clorador del Reservorio R-02

CONTROL DE VISITA	
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
PROVINCIA	CAJAMARCA
DISTRITO	CAJAMARCA
CENTRO POBLADO	CAJAMARCA
CAUDAL DE INGRESO AL SISTEMA (lt/seg)	1.16
DOSIS CALIBRADA PARA LA CLORACIÓN (ml/min)	2.2
VOLUMEN DE SOLUCION MADRE	8.00
CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CLORO (Kg)	1.16
Fecha	22.12.2018
CAUDAL DE INGRESO AL SISTEMA (lt/seg)	
DOSIS CALIBRADA PARA LA CLORACIÓN (ml/min)	
VOLUMEN DE SOLUCION MADRE	
CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CLORO (Kg)	
Fecha	
CAUDAL DE INGRESO AL SISTEMA (lt/seg)	
DOSIS CALIBRADA PARA LA CLORACIÓN (ml/min)	
VOLUMEN DE SOLUCION MADRE	
CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CLORO (Kg)	
Fecha	

Fotografía 13

Registro de nivel de agua en el Reservorio R-01

**Fotografía 14**

Registro de nivel de agua en el Reservorio R-02



Fotografía 15

Toma de presión en vivienda(grifo) cercano a n° nudo de Red de distribución-01

**Fotografía 16**

Toma de presión en vivienda(grifo) cercano a n° nudo de Red de distribución-02



Fotografía 17

Toma de muestra de agua – Captación IV

**Fotografía 18**

Recolección de muestra de agua en frascos esterilizados – Captación IV

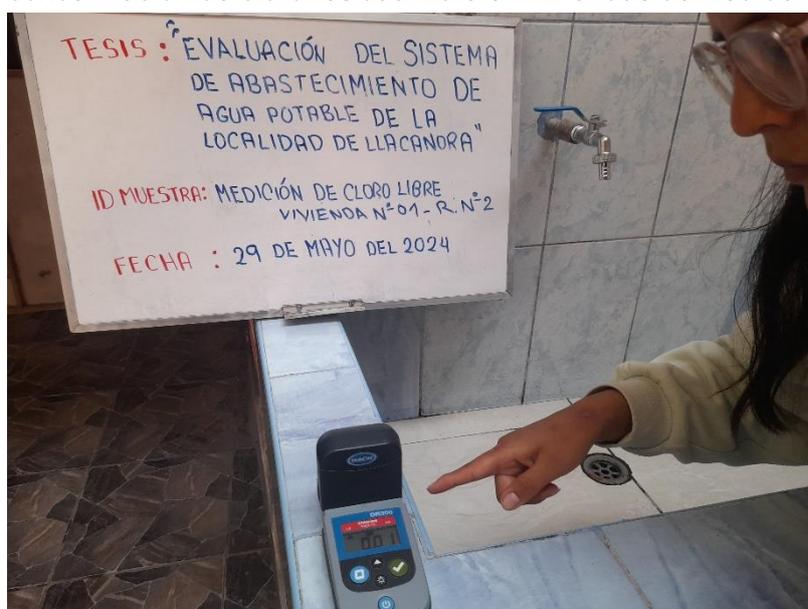


Fotografía 19

Registro de concentración de cloro residual libre en viviendas de Red de distribución-01

**Fotografía 20**

Registro de concentración de cloro residual libre en viviendas de Red de distribución-02



Fotografía 21

Retiro de la capa de tarrajeo para ensayo de esclerometría – Captación I

**Fotografía 22**

Retiro de la capa de tarrajeo para ensayo de esclerometría – Captación III



Fotografía 23

Retiro de la capa de tarrajeo para ensayo de esclerometría – Captación IV

**Fotografía 24**

Retiro de la capa de tarrajeo para ensayo de esclerometría – Reservorio R 01



Fotografía 25

Retiro de la capa de tarrajeo para ensayo de esclerometría – Reservorio R 02

**Fotografía 26**

Ensayo de esclerometría – Captación I

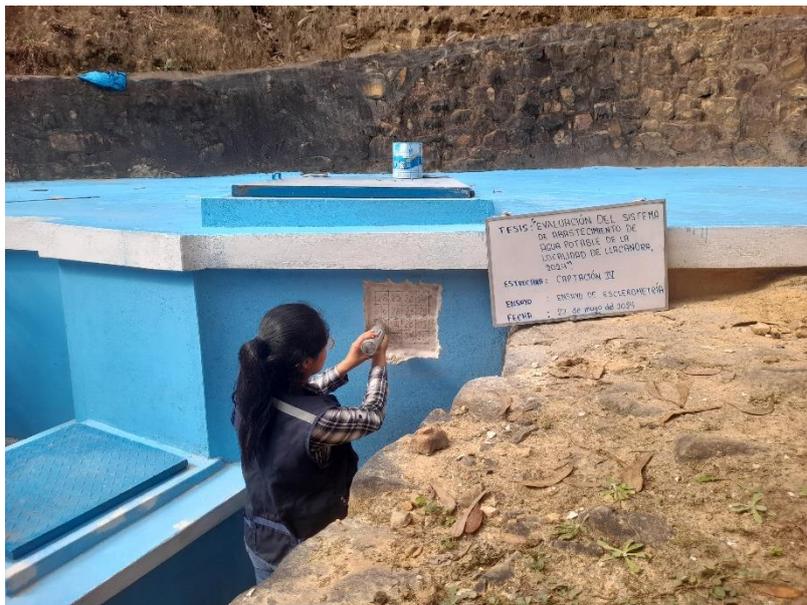


Fotografía 27

Ensayo de esclerometría – Captación III

**Fotografía 28**

Ensayo de esclerometría – Captación IV



Fotografía 29

Ensayo de esclerometría – Reservoirio R 01

**Fotografía 30**

Ensayo de esclerometría – Reservoirio R 01



ANEXOS

Anexo 1

Carta de Autorización del proyecto



Municipalidad Distrital de Llacanora
Cajamarca - Perú



Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

CARTA 001- 2024 SPBS/UGM-MDLL

A : BACH.ING. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
BACHILLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL - UNC

DE : ING. SANTOS DEL PILAR BUENO SÁNCHEZ
JEFE DE UNIDAD DE GESTIÓN MUNICIPAL

ASUNTO : RESPUESTA A LA CARTA INGRESADA EL 17 DE ENERO DEL PRESENTE AÑO, SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"

FECHA : Llacanora, 04 de abril del 2024

Por medio de la presente me dirijo a Usted para saludarla cordialmente y al mismo brindarle la respuesta a la carta presentada con fecha 17 de enero del presente año dirigida a la **MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE LLACANORA** para realizar el proyecto de investigación de tesis denominada "EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024", dando nuestra autorización y consentimiento formal a la elaboración de dicho proyecto.

Se expide este documento para el uso conveniente de la solicitante.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle muestras de especial consideración y estima.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE LLACANORA
Ing. SANTOS DEL PILAR BUENO SÁNCHEZ
Unidad de Gestión Municipal

informes@munillacanora.gob.pe

Jr. Miguel Grau N° 120 - Plaza de Armas Llacanora

www.munillacanora.gob.pe

Anexo 3

Registro de Consumo de agua potable de la Zona de Servicio – 01 (mes 02)

	FICHA 02	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"											
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS											
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz											
		ID.FICHA :	REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN USUARIA - Z.S. 01											
		ESTRUCTURA :	RESERVORIO 01 - CUADRADO											
MES :	MES N°02 (06/05/2024 - 02/06/2024)													
SEMANA 1	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)
	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0
	06:00 a. m.	128.0	06:00 a. m.	126.6	06:00 a. m.	118.1	06:00 a. m.	110.2	06:00 a. m.	113.9	06:00 a. m.	125.1	06:00 a. m.	112.1
	06:30 a. m.	88.1	06:50 a. m.	53.7	06:03 a. m.	114.7	06:05 a. m.	103.5	06:07 a. m.	102.3	06:40 a. m.	65.7	06:05 a. m.	103.5
	06:51 a. m.	47.1	06:54 a. m.	47.1	06:45 a. m.	47.1	06:30 a. m.	61.0	06:30 a. m.	63.8	06:52 a. m.	47.1	06:38 a. m.	47.1
							06:42 a. m.	47.1	06:40 a. m.	47.1				
SEMANA 2	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0
	06:00 a. m.	129.4	06:00 a. m.	131.4	06:00 a. m.	127.3	06:00 a. m.	125.8	06:00 a. m.	123.5	06:00 a. m.	113.0	06:00 a. m.	106.7
	06:30 a. m.	87.1	06:30 a. m.	90.1	06:30 a. m.	84.0	06:30 a. m.	81.7	06:30 a. m.	78.2	06:30 a. m.	62.5	06:30 a. m.	53.1
	06:53 a. m.	47.1	06:54 a. m.	47.1	06:50 a. m.	54.4	06:52 a. m.	47.1	06:40 a. m.	63.2	06:39 a. m.	47.1	06:33 a. m.	47.1
					06:55 a. m.	47.1			06:50 a. m.	47.1				
SEMANA 3	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0
	06:00 a. m.	118.3	06:00 a. m.	123.0	06:00 a. m.	125.8	06:00 a. m.	119.9	06:00 a. m.	126.7	06:00 a. m.	115.8	06:00 a. m.	108.7
	06:30 a. m.	73.4	06:30 a. m.	80.6	06:30 a. m.	85.0	06:30 a. m.	75.8	06:30 a. m.	86.0	06:30 a. m.	68.2	06:36 a. m.	47.1
	06:40 a. m.	57.8	06:52 a. m.	47.1	06:50 a. m.	56.3	06:48 a. m.	47.1	06:53 a. m.	47.1	06:43 a. m.	47.1		
	06:46 a. m.	47.1			06:56 a. m.	47.1								
SEMANA 4	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0	05:00 a. m.	214.0
	06:00 a. m.	126.6	06:00 a. m.	127.3	06:00 a. m.	124.3	06:00 a. m.	121.1	06:00 a. m.	125.8	06:00 a. m.	112.9	06:00 a. m.	106.1
	06:35 a. m.	75.6	06:30 a. m.	83.8	06:33 a. m.	74.9	06:40 a. m.	59.2	06:35 a. m.	74.4	06:30 a. m.	65.3	06:30 a. m.	50.3
	06:51 a. m.	47.1	06:55 a. m.	47.1	06:52 a. m.	47.1	06:47 a. m.	47.1	06:53 a. m.	47.1	06:41 a. m.	47.1	06:35 a. m.	47.1

Anexo 4

Registro de Consumo de agua potable de la Zona de Servicio – 02 (mes 01)

	FICHA 03	TITULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"												
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS												
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz												
		ID.FICHA :	REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN USUARIA - Z.S. 02												
		ESTRUCTURA :	RESERVORIO 02 - CIRCULAR												
		MES :	MES N°01 (08/04/2024 - 05/05/2024)												
		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
		Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)
SEMANA 1		5:00 a. m.	154.5	5:00 a. m.	148.2	5:00 a. m.	145.0	5:00 a. m.	132.0	5:00 a. m.	143.5	5:00 a. m.	145.2	5:00 a. m.	137.5
		6:00 a. m.	96.2	6:00 a. m.	101.7	06:00 a. m.	101.1	6:00 a. m.	81.0	06:00 a. m.	102.0	6:00 a. m.	102.5	6:00 a. m.	84.2
		7:00 a. m.	47.8	7:00 a. m.	64.3	07:00 a. m.	60.7	7:00 a. m.	45.7	07:00 a. m.	65.5	7:00 a. m.	67.0	7:00 a. m.	37.7
		7:15 a. m.	35.5	7:30 a. m.	43.5	07:40 a. m.	32.9	7:27 a. m.	28.9	07:40 a. m.	30.2	7:26 a. m.	48.5	7:13 a. m.	28.9
		7:31 a. m.	28.9	7:49 a. m.	28.9	07:46 a. m.	28.9			07:48 a. m.	28.9	7:59 a. m.	28.9		
SEMANA 2		05:00 a. m.	158.5	5:00 a. m.	153.0	5:00 a. m.	146.4	05:00 a. m.	149.5	05:00 a. m.	143.9	05:00 a. m.	146.8	05:00 a. m.	119.8
		06:00 a. m.	100.9	6:00 a. m.	101.7	6:00 a. m.	101.2	06:00 a. m.	98.0	06:00 a. m.	90.7	06:00 a. m.	87.2	06:00 a. m.	66.5
		06:21 a. m.	83.4	7:00 a. m.	54.4	7:00 a. m.	56.0	07:00 a. m.	55.8	07:00 a. m.	49.8	07:00 a. m.	39.6	06:50 a. m.	30.2
		07:00 a. m.	51.4	7:34 a. m.	28.9	7:30 a. m.	33.4	07:41 a. m.	28.9	07:30 a. m.	28.9	07:14 a. m.	28.9	06:51 a. m.	28.9
		07:27 a. m.	28.9			7:36 a. m.	28.9								
SEMANA 3		05:00 a. m.	143.7	5:00 a. m.	145.5	5:00 a. m.	142.9	5:00 a. m.	147.7	5:00 a. m.	148.2	5:00 a. m.	145.3	5:00 a. m.	126.1
		06:00 a. m.	85.0	6:00 a. m.	102.4	6:00 a. m.	96.0	6:00 a. m.	103.3	6:00 a. m.	101.8	6:00 a. m.	104.5	6:00 a. m.	75.6
		07:00 a. m.	38.0	7:00 a. m.	64.3	7:00 a. m.	53.0	7:00 a. m.	58.9	7:00 a. m.	55.4	7:00 a. m.	63.8	6:40 a. m.	43.4
		07:12 a. m.	28.9	7:40 a. m.	28.9	7:33 a. m.	28.9	7:40 a. m.	30.5	7:37 a. m.	28.9	7:40 a. m.	36.6	6:59 a. m.	28.9
								7:42 a. m.	28.9			7:47 a. m.	28.9		
SEMANA 4		5:00 a. m.	155.6	5:00 a. m.	153.8	5:00 a. m.	147.2	5:00 a. m.	139.3	5:00 a. m.	143.8	5:00 a. m.	143.0	5:00 a. m.	133.7
		6:00 a. m.	109.2	6:00 a. m.	102.1	6:00 a. m.	102.3	6:00 a. m.	95.9	6:00 a. m.	98.3	6:00 a. m.	92.7	6:00 a. m.	85.1
		7:00 a. m.	52.8	7:00 a. m.	56.4	7:00 a. m.	57.4	7:00 a. m.	52.5	7:00 a. m.	52.8	7:00 a. m.	42.4	7:00 a. m.	36.5
		7:20 a. m.	35.1	7:30 a. m.	32.5	7:30 a. m.	34.9	7:31 a. m.	28.9	7:37 a. m.	28.9	7:24 a. m.	28.9	7:08 a. m.	28.9
		7:31 a. m.	28.9	7:35 a. m.	28.9	7:40 a. m.	28.9								

Anexo 5

Registro de Consumo de agua potable de la Zona de Servicio – 02 (mes 02)

	FICHA 04	TITULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"												
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS												
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz												
		ID.FICHA :	REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN USUARIA - Z.S. 02												
		ESTRUCTURA :	RESERVORIO 02 - CIRCULAR												
		MES :	MES N°02 (06/05/2024 - 02/06/2024)												
		LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
		Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)	Hora	Altura(cm)
SEMANA 1	5:00 a. m.	148.0	5:00 a. m.	144.3	5:00 a. m.	145.7	5:00 a. m.	144.5	5:00 a. m.	144.0	5:00 a. m.	144.8	5:00 a. m.	140.8	
	6:00 a. m.	97.2	6:00 a. m.	97.9	6:00 a. m.	98.3	6:00 a. m.	100.1	6:00 a. m.	100.6	6:00 a. m.	96.7	6:00 a. m.	94.2	
	7:00 a. m.	50.4	7:00 a. m.	61.0	7:00 a. m.	59.0	7:00 a. m.	58.4	7:00 a. m.	57.9	7:00 a. m.	65.7	7:00 a. m.	45.3	
	7:16 a. m.	28.9	7:30 a. m.	40.9	7:35 a. m.	35.2	7:43 a. m.	28.9	7:43 a. m.	28.9	7:28 a. m.	28.9	7:17 a. m.	28.9	
			07:45 a. m.	28.9	7:44 a. m.	28.9									
SEMANA 2	5:00 a. m.	154.5	5:00 a. m.	151.3	5:00 a. m.	148.6	5:00 a. m.	145.8	5:00 a. m.	147.7	5:00 a. m.	149.0	5:00 a. m.	138.0	
	6:00 a. m.	99.9	6:00 a. m.	106.7	6:00 a. m.	105.2	6:00 a. m.	99.3	6:00 a. m.	98.4	6:00 a. m.	96.7	6:00 a. m.	78.5	
	7:00 a. m.	53.3	7:00 a. m.	58.1	7:00 a. m.	56.8	7:00 a. m.	56.5	7:00 a. m.	52.8	6:21 a. m.	78.4	7:00 a. m.	32.3	
	7:29 a. m.	28.9	7:30 a. m.	34.8	7:30 a. m.	34.2	7:30 a. m.	32.6	7:31 a. m.	28.9	7:00 a. m.	44.5	7:14 a. m.	28.9	
			7:37 a. m.	28.9	7:37 a. m.	28.9	7:36 a. m.	28.9			7:18 a. m.	28.9			
SEMANA 3	5:00 a. m.	152.2	5:00 a. m.	149.4	5:00 a. m.	149.5	5:00 a. m.	140.4	5:00 a. m.	144.0	5:00 a. m.	143.1	5:00 a. m.	139.7	
	6:00 a. m.	105.4	6:00 a. m.	100.7	6:00 a. m.	101.3	6:00 a. m.	100.7	6:00 a. m.	100.6	6:00 a. m.	94.8	6:00 a. m.	90.4	
	7:00 a. m.	53.6	7:00 a. m.	56.5	7:00 a. m.	52.2	7:00 a. m.	54.7	7:00 a. m.	56.1	7:00 a. m.	46.5	7:00 a. m.	41.2	
	7:20 a. m.	39.0	7:36 a. m.	28.9	7:39 a. m.	28.9	7:38 a. m.	28.9	7:36 a. m.	28.9	7:15 a. m.	34.5	7:15 a. m.	28.9	
	7:24 a. m.	28.9									7:22 a. m.	28.9			
SEMANA 4	5:00 a. m.	149.8	5:00 a. m.	147.0	5:00 a. m.	146.8	5:00 a. m.	144.6	5:00 a. m.	143.7	5:00 a. m.	147.0	5:00 a. m.	135.8	
	6:00 a. m.	93.2	6:00 a. m.	102.7	6:00 a. m.	94.6	6:00 a. m.	98.1	6:00 a. m.	96.1	6:00 a. m.	98.7	6:00 a. m.	86.4	
	7:00 a. m.	44.7	7:00 a. m.	60.5	7:00 a. m.	47.5	7:00 a. m.	51.5	7:00 a. m.	52.5	7:00 a. m.	50.6	7:00 a. m.	34.3	
	7:18 a. m.	28.9	7:30 a. m.	28.9	7:29 a. m.	28.9	7:30 a. m.	31.3	7:31 a. m.	28.9	7:27 a. m.	28.9	7:10 a. m.	28.9	
							7:36 a. m.	28.9							

Anexo 6

Registro de Consumo en Condiciones Normales de Funcionamiento del sistema de la Zona de Servicio – 01

Hora/Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	03/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	06/06/2024	07/06/2024	08/06/2024	09/06/2024
05:10 a. m.	113.6	104.6	112.1	95.2	110.4	88.2	104.8
06:00 a. m.	88.0	87.3	94.5	74.3	92.3	66.2	81.3
07:00 a. m.	60.9	65.0	70.8	49.8	72.9	57.0	77.4
08:00 a. m.	35.2	38.8	47.5	29.2	49.0	36.8	52.1
09:00 a. m.	28.0	27.7	27.7	28.4	27.1	27.8	27.3
10:00 a. m.	27.7	27.0	27.5	28.0	27.2	27.9	28.1
11:00 a. m.	28.2	28.2	28.4	28.1	28.1	28.0	28.4
12:00 p. m.	29.0	28.2	28.1	28.0	28.2	27.9	28.1
01:00 p. m.	31.4	29.0	28.3	28.3	28.0	28.0	28.5
02:00 p. m.	33.5	29.1	28.6	28.4	28.3	27.6	28.2
03:00 p. m.	35.3	28.5	28.5	28.1	28.4	27.7	28.4
04:00 p. m.	33.4	28.1	28.2	27.4	27.7	28.0	27.9
05:00 p. m.	34.3	28.7	28.1	28.2	27.5	28.1	28.1
06:00 p. m.	32.6	28.4	28.4	28.3	28.3	27.6	28.4
07:00 p. m.	29.5	28.3	28.1	30.2	28.5	28.3	28.3
08:00 p. m.	29.0	28.1	27.8	30.5	28.8	28.8	27.6



**FICHA
05**

TÍTULO :	“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024”
TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz
ID.FICHA :	REGISTRO DE CONSUMO EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN USUARIA - Z.S. 01
ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-01 (Cuadrangular)
PERIODO DE TIEMPO :	01 Semana (03/06/2024 - 09/06/2024)

Anexo 7

Registro de Consumo en Condiciones Normales de Funcionamiento del sistema de la Zona de Servicio – 02

	<h1 style="text-align: center;">FICHA</h1> <h1 style="text-align: center;">06</h1>		TÍTULO :	“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024”				
			TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS				
			ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz				
			ID.FICHA :	REGISTRO DE CONSUMO EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA POBLACIÓN USUARIA - Z.S. 02				
			ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-02 (Circular)				
			PERIODO DE TIEMPO :	01 Semana (03/06/2024 - 09/06/2024)				
Hora/Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
	03/06/2024	04/06/2024	05/06/2024	06/06/2024	07/06/2024	08/06/2024	09/06/2024	
05:10 a. m.	61.2	38.9	71.5	75.6	57.6	70.5	75.1	
06:00 a. m.	54.3	33.2	66.0	69.8	52.0	63.4	70.0	
07:00 a. m.	52.8	32.2	62.3	68.0	51.4	64.6	71.5	
08:00 a. m.	51.8	30.7	61.5	66.5	49.5	61.0	71.4	
09:00 a. m.	48.0	26.7	54.5	62.2	45.1	53.1	66.6	
10:00 a. m.	46.9	20.8	46.8	54.1	42.0	44.5	58.5	
11:00 a. m.	40.5	16.2	38.9	45.5	36.6	37.1	50.2	
12:00 p. m.	33.2	13.2	31.8	40.2	31.5	28.3	43.5	
01:00 p. m.	28.2	13.0	23.6	34.0	23.7	19.8	38.1	
02:00 p. m.	24.5	14.5	17.1	30.0	16.5	12.7	32.7	
03:00 p. m.	22.5	15.0	11.9	27.4	12.5	15.9	25.6	
04:00 p. m.	17.7	14.5	14.3	27.7	14.8	25.7	19.0	
05:00 p. m.	14.8	12.3	16.6	25.2	14.2	17.4	13.9	
06:00 p. m.	12.9	12.2	19.2	28.5	12.3	20.9	12.6	
07:00 p. m.	12.7	13.7	23.1	24.4	13.0	20.7	14.4	
08:00 p. m.	12.2	14.1	24.2	25.2	13.5	21.2	13.7	

Anexo 8

Primer aforo de las fuentes de abastecimiento (Captaciones)

	FICHA 07	TÍTULO :	“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024”
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz
		ID.FICHA :	CAUDAL DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO
		ESTRUCTURA :	CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA
		MÉTODO :	MÉTODO VOLUMÉTRICO
		FECHA :	20/04/2024

<p>NOMBRE DE LA FUENTES: CAPTACIÓN I y II TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Tuberías de conducción de Captación I y II que descargan en la cámara de reunión de caudales en la Captación III</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>10</td><td>34.83</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>36.23</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td><td>35.96</td></tr> <tr><td>4</td><td>10</td><td>35.87</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>35.73</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>178.62</td></tr> </tbody> </table> <p>Tiempo promedio (t) : 35.724</p> <p>Caudal (QC-I-II) : 0.280 lts/seg</p> <p>Donde:</p> <p>$Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$ Tiempo promedio(t) = $\frac{\text{Tiempo total(TT)}}{\text{N° de Mediciones}}$</p>	N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	10	34.83	2	10	36.23	3	10	35.96	4	10	35.87	5	10	35.73	TOTAL	---	178.62	<p>Fotografía del Aforamiento</p> 
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																				
1	10	34.83																				
2	10	36.23																				
3	10	35.96																				
4	10	35.87																				
5	10	35.73																				
TOTAL	---	178.62																				
<p>NOMBRE DE LA FUENTE: CAPTACIÓN I,II y III TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Tubería de conducción de la Captación III que descarga en la cámara de reunión de caudales en la Captación IV</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9.99</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>10.38</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>9.73</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>10.15</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>10.08</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>50.33</td></tr> </tbody> </table> <p>Tiempo promedio (t) : 10.066</p> <p>Caudal (QC-I,II y III) : 0.397 lts/seg</p> <p>Donde:</p> <p>$Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$ Tiempo promedio(t) = $\frac{\text{Tiempo total(TT)}}{\text{N° de Mediciones}}$</p>	N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	4	9.99	2	4	10.38	3	4	9.73	4	4	10.15	5	4	10.08	TOTAL	---	50.33	<p>Fotografía del Aforamiento</p> 
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																				
1	4	9.99																				
2	4	10.38																				
3	4	9.73																				
4	4	10.15																				
5	4	10.08																				
TOTAL	---	50.33																				
<p>NOMBRE DE LA FUENTE: CAPTACIÓN IV TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Rebose de la cámara reunión de caudales de la Captación IV</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>9.18</td></tr> <tr><td>2</td><td>20</td><td>9.02</td></tr> <tr><td>3</td><td>20</td><td>8.84</td></tr> <tr><td>4</td><td>20</td><td>9.37</td></tr> <tr><td>5</td><td>20</td><td>8.38</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>44.79</td></tr> </tbody> </table> <p>Tiempo promedio (t) : 8.958</p> <p>Caudal (QC-IV) : 2.233 lts/seg</p> <p>Donde:</p> <p>$Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$ Tiempo promedio(t) = $\frac{\text{Tiempo total(TT)}}{\text{N° de Mediciones}}$</p>	N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	20	9.18	2	20	9.02	3	20	8.84	4	20	9.37	5	20	8.38	TOTAL	---	44.79	<p>Fotografía del Aforamiento</p> 
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																				
1	20	9.18																				
2	20	9.02																				
3	20	8.84																				
4	20	9.37																				
5	20	8.38																				
TOTAL	---	44.79																				

Anexo 9

Segundo aforo de las fuentes de abastecimiento (Captaciones)

		FICHA 08		TITULO :	“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024”																					
				TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS																					
				ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz																					
				ID.FICHA :	CAUDAL DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO																					
				ESTRUCTURA :	CAPTACIÓN DE MANANTIAL DE LADERA																					
				MÉTODO :	MÉTODO VOLUMÉTRICO																					
		FECHA :	23/05/2024																							
NOMBRE DE LA FUENTES: CAPTACIÓN I y II TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Tuberías de conducción de Captación I y II que descargan en la cámara de reunión de caudales en la Captación III				Fotografía del Aforamiento																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>10</td><td>33.75</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>35.15</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td><td>34.93</td></tr> <tr><td>4</td><td>10</td><td>34.84</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>34.7</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>173.37</td></tr> </tbody> </table>				N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	10	33.75	2	10	35.15	3	10	34.93	4	10	34.84	5	10	34.7	TOTAL	---	173.37		
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																								
1	10	33.75																								
2	10	35.15																								
3	10	34.93																								
4	10	34.84																								
5	10	34.7																								
TOTAL	---	173.37																								
Tiempo promedio (t) : <input type="text" value="34.674"/>																										
Caudal (Qc-I-II) : <input type="text" value="0.288 lts/seg"/>																										
Donde: $Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$				$\text{Tiempo promedio}(t) = \frac{\text{Tiempo total}(TT)}{\text{N}^\circ \text{ de Mediciones}}$																						
NOMBRE DE LA FUENTE: CAPTACIÓN I, II y III TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Tubería de conducción de la Captación III que descarga en la cámara de reunión de caudales en la Captación IV				Fotografía del Aforamiento																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4</td><td>9.29</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>10.22</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>9.03</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>9.99</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>9.92</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>48.45</td></tr> </tbody> </table>				N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	4	9.29	2	4	10.22	3	4	9.03	4	4	9.99	5	4	9.92	TOTAL	---	48.45		
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																								
1	4	9.29																								
2	4	10.22																								
3	4	9.03																								
4	4	9.99																								
5	4	9.92																								
TOTAL	---	48.45																								
Tiempo promedio (t) : <input type="text" value="9.690"/>																										
Caudal (Qc-I,II y III) : <input type="text" value="0.413 lts/seg"/>																										
Donde: $Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$				$\text{Tiempo promedio}(t) = \frac{\text{Tiempo total}(TT)}{\text{N}^\circ \text{ de Mediciones}}$																						
NOMBRE DE LA FUENTE: CAPTACIÓN IV TIPO DE FUENTE: Manantial de Ladera UBICACIÓN: Rebose de la cámara reunión de caudales de la Captación IV				Fotografía del Aforamiento																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>9.07</td></tr> <tr><td>2</td><td>20</td><td>8.91</td></tr> <tr><td>3</td><td>20</td><td>7.62</td></tr> <tr><td>4</td><td>20</td><td>9.26</td></tr> <tr><td>5</td><td>20</td><td>7.16</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>42.02</td></tr> </tbody> </table>				N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	20	9.07	2	20	8.91	3	20	7.62	4	20	9.26	5	20	7.16	TOTAL	---	42.02		
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																								
1	20	9.07																								
2	20	8.91																								
3	20	7.62																								
4	20	9.26																								
5	20	7.16																								
TOTAL	---	42.02																								
Tiempo promedio (t) : <input type="text" value="8.404"/>																										
Caudal (Qc-IV) : <input type="text" value="2.380 lts/seg"/>																										
Donde: $Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$				$\text{Tiempo promedio}(t) = \frac{\text{Tiempo total}(TT)}{\text{N}^\circ \text{ de Mediciones}}$																						

Anexo 10

Aforo de caudal de ingreso a los Reservorios

	FICHA 09	TÍTULO :	“EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024”
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz
		ID.FICHA :	CAUDAL DE INGRESO A LOS RESERVORIOS
		ESTRUCTURA :	RESERVORIOS R-01 Y R-02
		MÉTODO :	MÉTODO VOLUMÉTRICO
		FECHA :	18/05/2024

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: RESERVORIO R-01		Fotografía referencial 																					
TIPO DE ESTRUCTURA: RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>298.62</td><td>294.75</td></tr> <tr><td>2</td><td>298.62</td><td>300.34</td></tr> <tr><td>3</td><td>298.62</td><td>333.75</td></tr> <tr><td>4</td><td>298.62</td><td>338.13</td></tr> <tr><td>5</td><td>298.62</td><td>294.05</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>1561.02</td></tr> </tbody> </table>	N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	298.62	294.75	2	298.62	300.34	3	298.62	333.75	4	298.62	338.13	5	298.62	294.05	TOTAL	---	1561.02		
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																					
1	298.62	294.75																					
2	298.62	300.34																					
3	298.62	333.75																					
4	298.62	338.13																					
5	298.62	294.05																					
TOTAL	---	1561.02																					
Tiempo promedio (t) :	312.204																						
Caudal Ingreso (QR_01) :	0.956 lts/seg																						
Donde: $Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$ $\text{Tiempo promedio}(t) = \frac{\text{Tiempo total}(TT)}{\text{N}^\circ \text{ de Mediciones}}$																							

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: RESERVORIO R-02		Fotografía referencial 																					
TIPO DE ESTRUCTURA: RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Medición</th> <th>Volumen (litros)</th> <th>Tiempo (segundos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>424.11</td><td>321.21</td></tr> <tr><td>2</td><td>424.11</td><td>330.28</td></tr> <tr><td>3</td><td>424.11</td><td>344.41</td></tr> <tr><td>4</td><td>424.11</td><td>345.09</td></tr> <tr><td>5</td><td>424.11</td><td>324.23</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>---</td><td>1665.22</td></tr> </tbody> </table>	N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	1	424.11	321.21	2	424.11	330.28	3	424.11	344.41	4	424.11	345.09	5	424.11	324.23	TOTAL	---	1665.22		
N° de Medición	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)																					
1	424.11	321.21																					
2	424.11	330.28																					
3	424.11	344.41																					
4	424.11	345.09																					
5	424.11	324.23																					
TOTAL	---	1665.22																					
Tiempo promedio (t) :	333.044																						
Caudal Ingreso (QR-02) :	1.273 lts/seg																						
Donde: $Q = \frac{V \text{ (volumen)}}{t \text{ (tiempo)}}$ $\text{Tiempo promedio}(t) = \frac{\text{Tiempo total}(TT)}{\text{N}^\circ \text{ de Mediciones}}$																							

Anexo 11

Medición del cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano

		FICHA 10		TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"		
				TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS		
				ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz		
				ID.FICHA :	MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO		
				INSTRUMENTO :	COLORÍMETRO DR300 DE CLORO LIBRE		
<p>Horas de recarga del tanque clorador 28/05/2024 (Reservorio R-01) : 11:05 am</p>							
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra(*)	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Descripción	Cloro residual (mg/L)	
1	Red de distribución-01	grifo/viv.(1ra viv)	28/05/2024	2:30 pm	Día de Recarga del tanque clorador	0.08	
2	Red de distribución-01	grifo/viv.(2da viv)	28/05/2024	2:45 pm		0.00	
3	Red de distribución-01	grifo/viv.(3ra viv)	28/05/2024	3:05 pm		E-04	
<p>Horas de recarga del tanque clorador 03/05/2024 (Reservorio R-01) : 11:05 am</p>							
1	Red de distribución-01	grifo/viv.(1ra viv)	03/05/2024	5:45 pm	Día previo a la siguiente recarga del tanque clorador	0.16	
2	Red de distribución-01	grifo/viv.(2da viv)	03/05/2024	6:00 pm		0.08	
3	Red de distribución-01	grifo/viv.(3ra viv)	03/05/2024	6:10 pm		0.06	
<p>(*) Grifo de viviendas más alejadas de la red de distribución.</p>							
N°	Ubicación del punto de muestreo	Punto de toma de la muestra(*)	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Descripción	Cloro residual (mg/L)	
<p>Horas de recarga del tanque clorador 29/05/2024 (Reservorio R-02) : 10:30 am</p>							
1	Red de distribución-02	grifo/viv.(1ra viv)	29/05/2024	2:25 pm	Día de Recarga del tanque clorador	0.01	
2	Red de distribución-02	grifo/viv.(2da viv)	29/05/2024	2:38 pm		E-04	
3	Red de distribución-02	grifo/viv.(3ra viv)	29/05/2024	2:50 pm		0.01	
<p>Horas de recarga del tanque clorador 04/05/2024 (Reservorio R-02) : 10:30 am</p>							
1	Red de distribución-02	grifo/viv.(1ra viv)	04/05/2024	5:31 pm	Día previo a la siguiente recarga del tanque clorador	0.10	
2	Red de distribución-02	grifo/viv.(2da viv)	04/05/2024	5:41 pm		0.10	
3	Red de distribución-02	grifo/viv.(3ra viv)	04/05/2024	6:10 pm		0.05	
<p>(*) Grifo de viviendas más alejadas de la red de distribución.</p>							

Anexo 12

Información general de estructuras - Ensayo de Esclerometría

 FICHA 11		TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"				
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS				
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz				
		ID. :	INFORMACIÓN GENERAL DE ESTRUCTURAS - ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA				
		CAPTACIÓN I	CAPTACIÓN III	CAPTACIÓN IV	RESERVORIO R-01	RESERVORIO R-02	
10.1.1	Información general						
10.1.1.1	Fecha de ensayo	22/05/2024 - 2:35 pm	22/05/2024 - 2:45 pm	22/05/2024 - 3:04 pm	22/05/2024 - 3:20 pm	22/05/2024 - 3:35 pm	
10.1.1.2	Temperatura del aire y tiempo de ensayo	...	...	...	...	...
10.1.1.3	Edad del concreto(año de ejecución)	Construido -año 2022	Construido -año 2022	Construido -año 2015	Construido -año 1973	Construido -año 2005	
10.1.1.4	Identificación de la ubicación de la estructura (UTM ZONA 17)	E:784461.19 N: 9204827.89	E:784466.04 N: 9204810.38	E:784525.58 N: 9204679.83	E:784423.10 N: 9204391.23	E:784493.28 N: 9204259.24	
		Espesor Estr.15 cm	Espesor Estr.15 cm	Espesor Estr.15 cm	Espesor Estr.25 cm	Espesor Estr.25 cm	
10.1.2	Información acerca del concreto						
10.1.2.1	Identificación de la mezcla y el tipo de agregado grueso	...	...	...	...	...
10.1.2.2	Especificación de la resistencia del concreto.	...	...	140 kg/cm2	...	...
10.1.3	Descripción del área de ensayo						
10.1.3.1	Características de la superficie (acabada a la plancha, frotachada, enrasado, textura del encofrado).	textura del encofrado	textura del encofrado	textura del encofrado	textura del encofrado	textura del encofrado	
10.1.3.2	Si es aplicable, el tipo de material de encofrado usado para el área de ensayo.	Madera	Madera	Madera	Madera	Madera	
10.1.3.3	Si la superficie se pulió y la profundidad de pulido.	Si	Si	Si	Si	Si	
10.1.3.4	Si es aplicable, la condición de curado.	...	...	...	...	...
10.1.3.5	Condiciones de humedad superficial (húmeda o seca)	Superficialmente húmeda	Seca	Seca	Seca	Seca	
							

Anexo 13

Cuestionario de Identificación de actividades de operación y mantenimiento del sistema

	FICHA 12	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024"
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz
		ID.FICHA :	CUESTIONARIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
		FECHA :	13/04/2024

Localidad: Llacanora **Distrito:** Llacanora **Provincia :** Cajamarca **Departament:** Cajamarca

1. ¿Quién es responsable de la administración del servicio de agua? Marque con una X

- Municipalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	- Autoridades	<input type="checkbox"/>
- Núcleo ejecutor / Comité	<input type="checkbox"/>	- Nadie	<input type="checkbox"/>
- Junta Administradora	<input type="checkbox"/>	- EPS	<input type="checkbox"/>
- JASS reconocida	<input type="checkbox"/>		

2. ¿Existe un plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI, y se cumple	<input checked="" type="checkbox"/>	- SI, pero no se cumple	<input type="checkbox"/>
- SI, se cumple a veces	<input type="checkbox"/>	- NO existe	<input type="checkbox"/>

3. ¿Quiénes participan en la ejecución del plan de mantenimiento? Marque con una X

- Usuarios	<input type="checkbox"/>	Operador externo	<input type="checkbox"/>
Operadores de la Municipalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

4. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza externa de las captaciones?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

5. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza interna de la protección del manantial?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input checked="" type="checkbox"/>

6. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza interna de la cámara húmeda de las captaciones?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Quincenal	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input type="checkbox"/>

7. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza interna de la cámara seca de las captaciones?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

8. ¿Cada que tiempo se realiza la desinfección a la cámara húmeda (donde se almacena el agua)?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

9. ¿Cada que tiempo se realiza la desinfección de las tuberías de la línea de conducción?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

	FICHA 12	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"
		TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS
		ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz
		ID.FICHA :	CUESTIONARIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
		FECHA :	13/04/2024

10. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza externa de los reservorios?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza interna de los tanques de los reservorios?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

12. ¿Cada que tiempo se realiza la desinfección de los tanques de almacenamiento de los reservorios?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input checked="" type="checkbox"/>

13. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza y revisión de la caseta de válvulas de los reservorios?. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input checked="" type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

14. ¿Cada que tiempo se realiza la operación de válvulas de control de las líneas de aducción?. Marcar con una X

- Diaria	<input checked="" type="checkbox"/>	- Mensual	<input type="checkbox"/>
- Semanal	<input type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

15. ¿Cada qué tiempo cloran el agua? Marcar con una X. Marcar con una X

- Diaria	<input type="checkbox"/>	- Mensual	<input type="checkbox"/>
- Semanal	<input checked="" type="checkbox"/>	- Semestral	<input type="checkbox"/>

16. ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería? Marque con una X

- Operador de la MDLL	<input checked="" type="checkbox"/>	- Los usuarios	<input type="checkbox"/>
- Los directivos	<input type="checkbox"/>	- Nadie	<input type="checkbox"/>

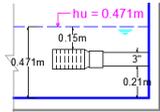
17. ¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento? Marque con una X

- SI	<input checked="" type="checkbox"/>	- Algunas	<input type="checkbox"/>
- NO	<input type="checkbox"/>	- Son del operador	<input type="checkbox"/>

Anexo 14

Consumo promedio diario anual (Q_{pR-01}) de la Zona de Servicio - 01

	TÍTULO :		"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"			
	TESISTA :		BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS			
	ASESOR :		Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz			
	ID.HOJA DE CÁLCULO :		CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL(Q_p) DE LA ZONA DE SERVICIO - 01			
	ESTRUCTURA :		RESERVORIO R-01			

		Medidas (m)			Volumen (m3)
		Hora	Áncho	Largo		Altura
to	3.150	3.150	2.140	21.234	
tu	3.150	3.150	0.471	4.673	
to ⇒ tu	3.150	3.150	1.669	16.561	

Entonces: * V(cte) = 16.561 m3 * [to ⇒ tu] :variable

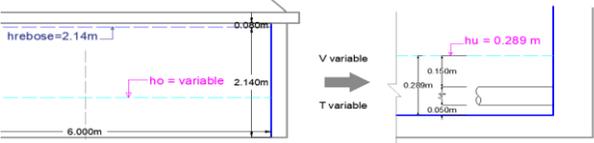
Hora "0"	Hora "U"	Tiempo(min)	Tiempo(horas)
LUNES 08/04/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
MARTES 09/04/2024	05:00 a. m. - 06:55 a. m.	115	1.917
MIÉRCOLES 10/04/2024	05:00 a. m. - 06:49 a. m.	109	1.817
JUEVES 11/04/2024	05:00 a. m. - 06:42 a. m.	102	1.700
VIERNES 12/04/2024	05:00 a. m. - 06:46 a. m.	106	1.767
SÁBADO 13/04/2024	05:00 a. m. - 06:50 a. m.	110	1.833
DOMINGO 14/04/2024	05:00 a. m. - 06:40 a. m.	100	1.667
LUNES 15/04/2024	05:00 a. m. - 06:53 a. m.	113	1.883
MARTES 16/04/2024	05:00 a. m. - 06:50 a. m.	110	1.833
MIÉRCOLES 17/04/2024	05:00 a. m. - 06:53 a. m.	113	1.883
JUEVES 18/04/2024	05:00 a. m. - 06:51 a. m.	111	1.850
VIERNES 19/04/2024	05:00 a. m. - 07:02 a. m.	122	2.033
SÁBADO 20/04/2024	05:00 a. m. - 06:44 a. m.	104	1.733
DOMINGO 21/04/2024	05:00 a. m. - 06:32 a. m.	92	1.533
LUNES 22/04/2024	05:00 a. m. - 06:42 a. m.	102	1.700
MARTES 23/04/2024	05:00 a. m. - 06:48 a. m.	108	1.800
MIÉRCOLES 24/04/2024	05:00 a. m. - 06:51 a. m.	111	1.850
JUEVES 25/04/2024	05:00 a. m. - 06:41 a. m.	101	1.683
VIERNES 26/04/2024	05:00 a. m. - 06:44 a. m.	104	1.733
SÁBADO 27/04/2024	05:00 a. m. - 06:47 a. m.	107	1.783
DOMINGO 28/04/2024	05:00 a. m. - 06:36 a. m.	96	1.600
LUNES 29/04/2024	05:00 a. m. - 06:47 a. m.	107	1.783
MARTES 30/04/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
MIÉRCOLES 01/05/2024	05:00 a. m. - 06:55 a. m.	115	1.917
JUEVES 02/05/2024	05:00 a. m. - 06:51 a. m.	111	1.850
VIERNES 03/05/2024	05:00 a. m. - 06:56 a. m.	116	1.933
SÁBADO 04/05/2024	05:00 a. m. - 06:41 a. m.	101	1.683
DOMINGO 05/05/2024	05:00 a. m. - 06:34 a. m.	94	1.567
LUNES 06/05/2024	05:00 a. m. - 06:51 a. m.	111	1.850
MARTES 07/05/2024	05:00 a. m. - 06:54 a. m.	114	1.900
MIÉRCOLES 08/05/2024	05:00 a. m. - 06:45 a. m.	105	1.750
JUEVES 09/05/2024	05:00 a. m. - 06:42 a. m.	102	1.700
VIERNES 10/05/2024	05:00 a. m. - 06:40 a. m.	100	1.667
SÁBADO 11/05/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
DOMINGO 12/05/2024	05:00 a. m. - 06:38 a. m.	98	1.633
LUNES 13/05/2024	05:00 a. m. - 06:53 a. m.	113	1.883
MARTES 14/05/2024	05:00 a. m. - 06:54 a. m.	114	1.900
MIÉRCOLES 15/05/2024	05:00 a. m. - 06:55 a. m.	115	1.917
JUEVES 16/05/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
VIERNES 17/05/2024	05:00 a. m. - 06:50 a. m.	110	1.833
SÁBADO 18/05/2024	05:00 a. m. - 06:39 a. m.	99	1.650
DOMINGO 19/05/2024	05:00 a. m. - 06:33 a. m.	93	1.550
LUNES 20/05/2024	05:00 a. m. - 06:46 a. m.	106	1.767
MARTES 21/05/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
MIÉRCOLES 22/05/2024	05:00 a. m. - 06:56 a. m.	116	1.933
JUEVES 23/05/2024	05:00 a. m. - 06:48 a. m.	108	1.800
VIERNES 24/05/2024	05:00 a. m. - 06:53 a. m.	113	1.883
SÁBADO 25/05/2024	05:00 a. m. - 06:43 a. m.	103	1.717
DOMINGO 26/05/2024	05:00 a. m. - 06:36 a. m.	96	1.600
LUNES 27/05/2024	05:00 a. m. - 06:51 a. m.	111	1.850
MARTES 28/05/2024	05:00 a. m. - 06:55 a. m.	115	1.917
MIÉRCOLES 29/05/2024	05:00 a. m. - 06:52 a. m.	112	1.867
JUEVES 30/05/2024	05:00 a. m. - 06:47 a. m.	107	1.783
VIERNES 31/05/2024	05:00 a. m. - 06:53 a. m.	113	1.883
SÁBADO 01/06/2024	05:00 a. m. - 06:41 a. m.	101	1.683
DOMINGO 02/06/2024	05:00 a. m. - 06:35 a. m.	95	1.583

MES 01 - MES 02	Tiempo promedio diario	1.789 horas
	Volumen consumido diario	16.561 m3
	Consumo Promedio Diario Anual (Qp)	9.257 m3/h 2.571 lts/seg

Anexo 15

Consumo promedio diario anual (Qp_{R-02}) de la Zona de Servicio – 02

	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"											
	TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS											
	ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz											
	ID.HOJA DE CÁLCULO :	CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL(Qp) DE LA ZONA DE SERVICIO - 02											
	ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-02											



Volumen inicial = variable
HORA INICIAL (to)

Volumen final = 8.17 m3
HORA FINAL (tu)

Hora	Medidas(m)		Volumen (m3)
	Radio	Altura	
to	3.000	var.	var.
tu	3.000	0.289	8.17
to ⇒ tu	3.000	var.	var.

Entonces:
* V : variable *[to ⇒ tu] :variable

Consumo diario en m3/h (ho ⇒ hu)															
LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO			
Volumen (m3)	Tiempo (horas)	Volumen (m3)	Tiempo (min)												
MES 01															
SEMANA 1 (08/04/2024 - 14/04/2024)		35.513	2.517	33.731	2.817	32.827	2.767	29.151	2.450	32.402	2.800	32.883	2.983	30.706	2.217
		14.109		11.974		11.864		11.898		11.572		11.023		13.850	
SEMANA 2 (15/04/2024 - 21/04/2024)		36.644	2.450	35.088	2.567	33.222	2.600	34.099	2.683	32.515	2.500	33.335	2.233	25.701	1.850
		14.957		13.669		12.778		12.709		13.006		14.928		13.892	
SEMANA 3 (22/04/2024 - 28/04/2024)		32.459	2.200	32.968	2.667	32.233	2.550	33.590	2.700	33.731	2.617	32.911	2.783	27.483	1.983
		14.754		12.361		12.640		12.441		12.889		11.826		13.859	
SEMANA 4 (29/04/2024 - 05/05/2024)		35.824	2.517	35.315	2.583	33.449	2.667	31.215	2.517	32.487	2.617	32.261	2.400	29.632	2.133
		14.233		13.672		12.542		12.402		12.414		13.442		13.892	
MES 02															
SEMANA 1 (06/05/2024 - 12/05/2024)		33.675	2.267	32.629	2.750	33.024	2.733	32.685	2.717	32.544	2.717	32.770	2.467	31.639	2.283
		14.854		11.865		12.083		12.030		11.978		13.283		13.859	
SEMANA 2 (13/05/2024 - 19/05/2024)		35.513	2.483	34.608	2.617	33.844	2.617	33.053	2.600	33.590	2.517	33.957	2.300	30.847	2.233
		14.302		13.224		12.932		12.713		13.345		14.764		13.814	
SEMANA 3 (20/05/2024 - 26/05/2024)		34.862	2.400	34.071	2.600	34.099	2.650	31.526	2.633	32.544	2.600	32.289	2.367	31.328	2.250
		14.526		13.104		12.868		11.973		12.517		13.641		13.924	
SEMANA 4 (27/05/2024 - 02/06/2024)		34.184	2.300	33.392	2.500	33.335	2.483	32.713	2.600	32.459	2.517	33.392	2.450	30.225	2.167
		14.863		13.357		13.425		12.582		12.896		13.629		13.948	

Consumo Promedio Diario Anual (Qp)	13.177 m3/h
	3.660 lts/seg

Anexo 16

Cálculo de Coeficientes de variación de consumo - Z.S.01

	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"													
	TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS													
	ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz													
	ID.FICHA :	CONSUMOS HORARIOS DIARIOS DE LA ZONA DE SERVICIO - 01 EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO													
	ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-01 (Cuadrangular)													
	PERIODO DE TIEMPO :	01 Semana (03/06/2024 - 09/06/2024)													

RESERVORIO R-01 	Medidas(m)		Área en planta	
	Ancho	Largo	(m2)	
	3.15	3.15	9.923	
	Aporte al R-01		Qi(R-01)	0.956 lts/seg
		Vol/hora	3.443 m3	

V. consumo = Vaporte + A. planta (Ho - H_{o+1})

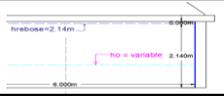
INTERVALO HORARIO	Consumo horario en m3 [tn ⇨ tn+1]													
	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	03/06/2024		04/06/2024		05/06/2024		06/06/2024		07/06/2024		08/06/2024		09/06/2024	
	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.	Δagua	Vol. Cons.
	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)
05:10 a. m. - 06:00 a. m.	25.60	5.98	17.30	5.16	17.60	5.19	20.90	5.52	18.10	5.24	22.00	5.63	23.50	5.78
06:00 a. m. - 07:00 a. m.	27.10	6.13	22.30	5.66	23.70	5.80	24.50	5.87	19.40	5.37	9.20	4.36	3.90	3.83
07:00 a. m. - 08:00 a. m.	25.70	5.99	26.20	6.04	23.30	5.76	20.60	5.49	23.90	5.81	20.20	5.45	25.30	5.95
08:00 a. m. - 09:00 a. m.	7.20	4.16	11.10	4.54	19.80	5.41	0.80	3.52	21.90	5.62	9.00	4.34	24.80	5.90
09:00 a. m. - 10:00 a. m.	0.30	3.47	0.70	3.51	0.20	3.46	0.40	3.48	-0.10	3.43	-0.10	3.43	-0.80	3.36
10:00 a. m. - 11:00 a. m.	-0.50	3.39	-1.20	3.32	-0.90	3.35	-0.10	3.43	-0.90	3.35	-0.10	3.43	-0.30	3.41
11:00 a. m. - 12:00 p. m.	-0.80	3.36	0.00	3.44	0.30	3.47	0.10	3.45	-0.10	3.43	0.10	3.45	0.30	3.47
12:00 p. m. - 01:00 p. m.	-2.40	3.21	-0.80	3.36	-0.20	3.42	-0.30	3.41	0.20	3.46	-0.10	3.43	-0.40	3.40
01:00 p. m. - 02:00 p. m.	-2.10	3.23	-0.10	3.43	-0.30	3.41	-0.10	3.43	-0.30	3.41	0.40	3.48	0.30	3.47
02:00 p. m. - 03:00 p. m.	-1.80	3.26	0.60	3.50	0.10	3.45	0.30	3.47	-0.10	3.43	-0.10	3.43	-0.20	3.42
03:00 p. m. - 04:00 p. m.	1.90	3.63	0.40	3.48	0.30	3.47	0.70	3.51	0.70	3.51	-0.30	3.41	0.50	3.49
04:00 p. m. - 05:00 p. m.	-0.90	3.35	-0.60	3.38	0.10	3.45	-0.80	3.36	0.20	3.46	-0.10	3.43	-0.20	3.42
05:00 p. m. - 06:00 p. m.	1.70	3.61	0.30	3.47	-0.30	3.41	-0.10	3.43	-0.80	3.36	0.50	3.49	-0.30	3.41
06:00 p. m. - 07:00 p. m.	3.10	3.75	0.10	3.45	0.30	3.47	-1.90	3.25	-0.20	3.42	-0.70	3.37	0.10	3.45
07:00 p. m. - 08:00 p. m.	0.50	3.49	0.20	3.46	0.30	3.47	-0.30	3.41	-0.30	3.41	-0.50	3.39	0.70	3.51

VOLUMEN DIARIO DE CONSUMO (m3)	60.05	59.24	60.02	58.07	59.75	57.54	59.31
VOLUMEN MAXIMO HORARIO/DÍA DE CONSUMO	6.13	6.04	5.80	5.87	5.81	5.63	5.95

MAYOR VOLUMEN DE CONSUMO DIARIO (m3)	60.05	PROMEDIO DE VOLUMEN DE CONSUMO DIARIO (m3) 59.14 PROMEDIO DE VOLUMEN DE CONSUMO HORARIO TOTAL (m3) 4.33 ≠0	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA (K1)	1.10
MAYOR VOLUMEN DE CONSUMO HORARIO (m3)	6.13		COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2)	1.42

Anexo 17

Cálculo de Coeficientes de variación de consumo - Z.S.02

	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"													
	TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS													
	ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz													
	ID.FICHA :	CONSUMOS HORARIOS DIARIOS DE LA ZONA DE SERVICIO - 02 EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO													
	ESTRUCTURA :	RESERVOIRIO R-02 (Circular)													
PERIODO DE TIEMPO :	01 Semana (03/06/2024 - 09/06/2024)														
RESERVOIRIO R-02 		Medidas(m)						Área en planta (m2)							
		Radio						28.274							
		3.00													
		Aporte al R-02						Qi(R-02)		1.273 lts/seg					
								Vol/hora		4.583 m3					
$V. consumo = Vaporte + A. planta (H_o - H_{o+1})$															
Consumo horario en m3 [tn ⇒ tn+1]															
INTERVALO HORARIO	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		
	03/06/2024		04/06/2024		05/06/2024		06/06/2024		07/06/2024		08/06/2024		09/06/2024		
	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	Δagua (cm)	Vol. Cons. (m3)	
05:10 a. m. - 06:00 a. m.	6.90	6.53	5.70	6.19	5.50	6.14	5.80	6.22	5.60	6.17	7.10	6.59	5.10	6.02	
06:00 a. m. - 07:00 a. m.	1.50	5.01	1.00	4.87	3.70	5.63	1.80	5.09	0.60	4.75	-1.20	4.24	-1.50	4.16	
07:00 a. m. - 08:00 a. m.	1.00	4.87	1.50	5.01	0.80	4.81	1.50	5.01	1.90	5.12	3.60	5.60	0.10	4.61	
08:00 a. m. - 09:00 a. m.	3.80	5.66	4.00	5.71	7.00	6.56	4.30	5.80	4.40	5.83	7.90	6.82	4.80	5.94	
09:00 a. m. - 10:00 a. m.	1.10	4.89	5.90	6.25	7.70	6.76	8.10	6.87	3.10	5.46	8.60	7.01	8.10	6.87	
10:00 a. m. - 11:00 a. m.	6.40	6.39	4.60	5.88	7.90	6.82	8.60	7.01	5.40	6.11	7.40	6.68	8.30	6.93	
11:00 a. m. - 12:00 p. m.	7.30	6.65	3.00	5.43	7.10	6.59	5.30	6.08	5.10	6.02	8.80	7.07	6.70	6.48	
12:00 p. m. - 01:00 p. m.	5.00	6.00	0.20	4.64	8.20	6.90	6.20	6.34	7.80	6.79	8.50	6.99	5.40	6.11	
01:00 p. m. - 02:00 p. m.	3.70	5.63	-1.50	4.16	6.50	6.42	4.00	5.71	7.20	6.62	7.10	6.59	5.40	6.11	
02:00 p. m. - 03:00 p. m.	2.00	5.15	-0.50	4.44	5.20	6.05	2.60	5.32	4.00	5.71	-3.20	3.68	7.10	6.59	
03:00 p. m. - 04:00 p. m.	4.80	5.94	0.50	4.72	-2.40	3.90	-0.30	4.50	-2.30	3.93	-9.80	1.81	6.60	6.45	
04:00 p. m. - 05:00 p. m.	2.90	5.40	2.20	5.20	-2.30	3.93	2.50	5.29	0.60	4.75	8.30	6.93	5.10	6.02	
05:00 p. m. - 06:00 p. m.	1.90	5.12	0.10	4.61	-2.60	3.85	-3.30	3.65	1.90	5.12	-3.50	3.59	1.30	4.95	
06:00 p. m. - 07:00 p. m.	0.20	4.64	-1.50	4.16	-3.90	3.48	4.10	5.74	-0.70	4.38	0.20	4.64	-1.80	4.07	
07:00 p. m. - 08:00 p. m.	0.50	4.72	-0.40	4.47	-1.10	4.27	-0.80	4.36	-0.50	4.44	-0.50	4.44	0.70	4.78	
VOLUMEN DIARIO DE CONSUMO (m3)	82.60		75.75		82.12		82.99		81.21		82.68		86.10		
VOLUMEN MAXIMO HORARIO/DÍA DE CONSUMO	6.65		6.25		6.90		7.01		6.79		7.07		6.93		
MAYOR VOLUMEN DE CONSUMO DIARIO (m3)	86.10		PROMEDIO DE VOLUMEN DE CONSUMO DIARIO (m3)				81.92		→		COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA (K1)		1.10		
MAYOR VOLUMEN DE CONSUMO HORARIO (m3)	7.07		PROMEDIO DE VOLUMEN DE CONSUMO HORARIO TOTAL (m3)				5.50		≠0 →		COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2)		1.29		

Anexo 18

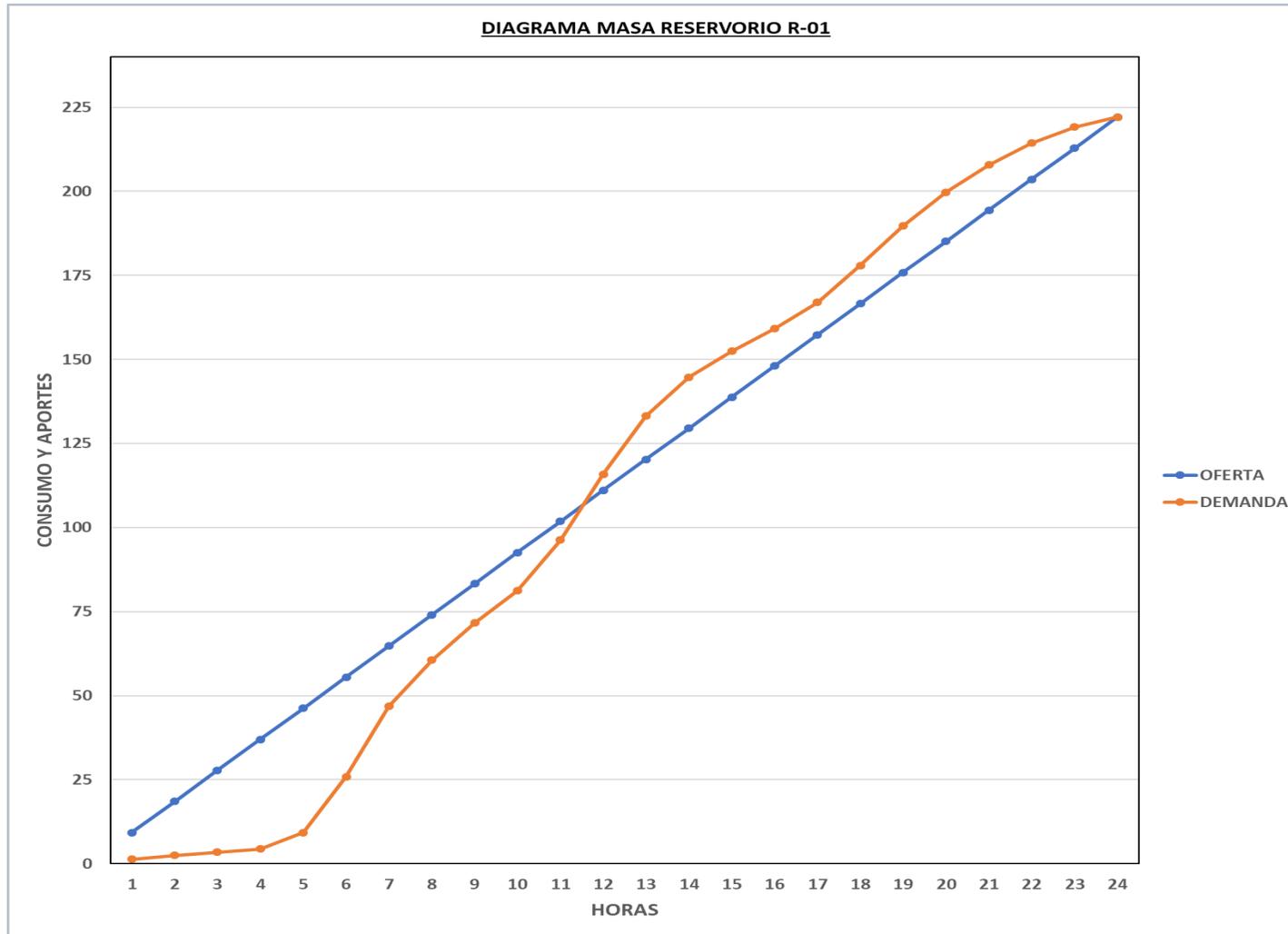
Volumen de equilibrio del reservorio R-01 (Cálculo analítico)

	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"							
	TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS							
	ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz							
	ID.HOJA DE CÁLCULO :	VOLUMEN DE EQUILIBRIO (Cálculo Analítico)							
	ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-01							

OFERTA	Aforo total en Captación 2.23 lts/seg	Caudal ingreso al reservorio R-01 :	0.956 lts/seg	DEMANDA R-01	Capacidad actual del tanque = 21.234 m3	Caudal medio :	2.571 lts/seg
			3.442 m3/h				222.134 m3/día
		Caudal ingreso al reservorio R-02 :	1.273 lts/seg			Caudal máximo diario :	2.828 lts/seg
			4.583 m3/h				Caudal máximo horario :	3.651 lts/seg

VOLUMEN DE REGULACIÓN PARA EL CASO DE SUMINISTRO LAS 24 HORAS RESERVORIO R-01									
HORAS	OFERTA		DEMANDA			DIFERENCIA (OFE- DEM)	EXCESO	DEFECTO	
	(Entrada)		(Salida)						
	Parcial	Acumulado	%	Parcial	Acumulado				
0 - 1	9.256	9.256	0.620	1.377	1.377	7.878	7.878	FALSO	
1 - 2	9.256	18.511	0.500	1.111	2.488	16.023	16.023	FALSO	
2 - 3	9.256	27.767	0.450	1.000	3.488	24.279	24.279	FALSO	
3 - 4	9.256	37.022	0.400	0.889	4.376	32.646	32.646	FALSO	
4 - 5	9.256	46.278	2.200	4.887	9.263	37.015	37.015	FALSO	
5 - 6	9.256	55.534	7.500	16.660	25.923	29.611	29.611	FALSO	
6 - 7	9.256	64.789	9.400	20.881	46.804	17.985	17.985	FALSO	
7 - 8	9.256	74.045	6.200	13.772	60.576	13.469	13.469	FALSO	
8 - 9	9.256	83.300	5.000	11.107	71.683	11.618	11.618	FALSO	
9 - 10	9.256	92.556	4.300	9.552	81.235	11.321	11.321	FALSO	
10 - 11	9.256	101.812	6.800	15.105	96.340	5.472	5.472	FALSO	
11 - 12	9.256	111.067	8.780	19.503	115.843	-4.776	FALSO	-4.776	
12 - 13	9.256	120.323	7.800	17.326	133.170	-12.847	FALSO	-12.847	
13 - 14	9.256	129.578	5.200	11.551	144.721	-15.142	FALSO	-15.142	
14 - 15	9.256	138.834	3.500	7.775	152.495	-13.661	FALSO	-13.661	
15 - 16	9.256	148.090	3.000	6.664	159.159	-11.070	FALSO	-11.070	
16 - 17	9.256	157.345	3.520	7.819	166.978	-9.633	FALSO	-9.633	
17 - 18	9.256	166.601	4.930	10.951	177.930	-11.329	FALSO	-11.329	
18 - 19	9.256	175.856	5.320	11.818	189.747	-13.891	FALSO	-13.891	
19 - 20	9.256	185.112	4.500	9.996	199.743	-14.631	FALSO	-14.631	
20 - 21	9.256	194.368	3.650	8.108	207.851	-13.484	FALSO	-13.484	
21 - 22	9.256	203.623	2.930	6.509	214.360	-10.736	FALSO	-10.736	
22 - 23	9.256	212.879	2.150	4.776	219.136	-6.257	FALSO	-6.257	
23 - 24	9.256	222.134	1.350	2.999	222.134	0.000	FALSO	FALSO	
	222.134		100.000	222.134					

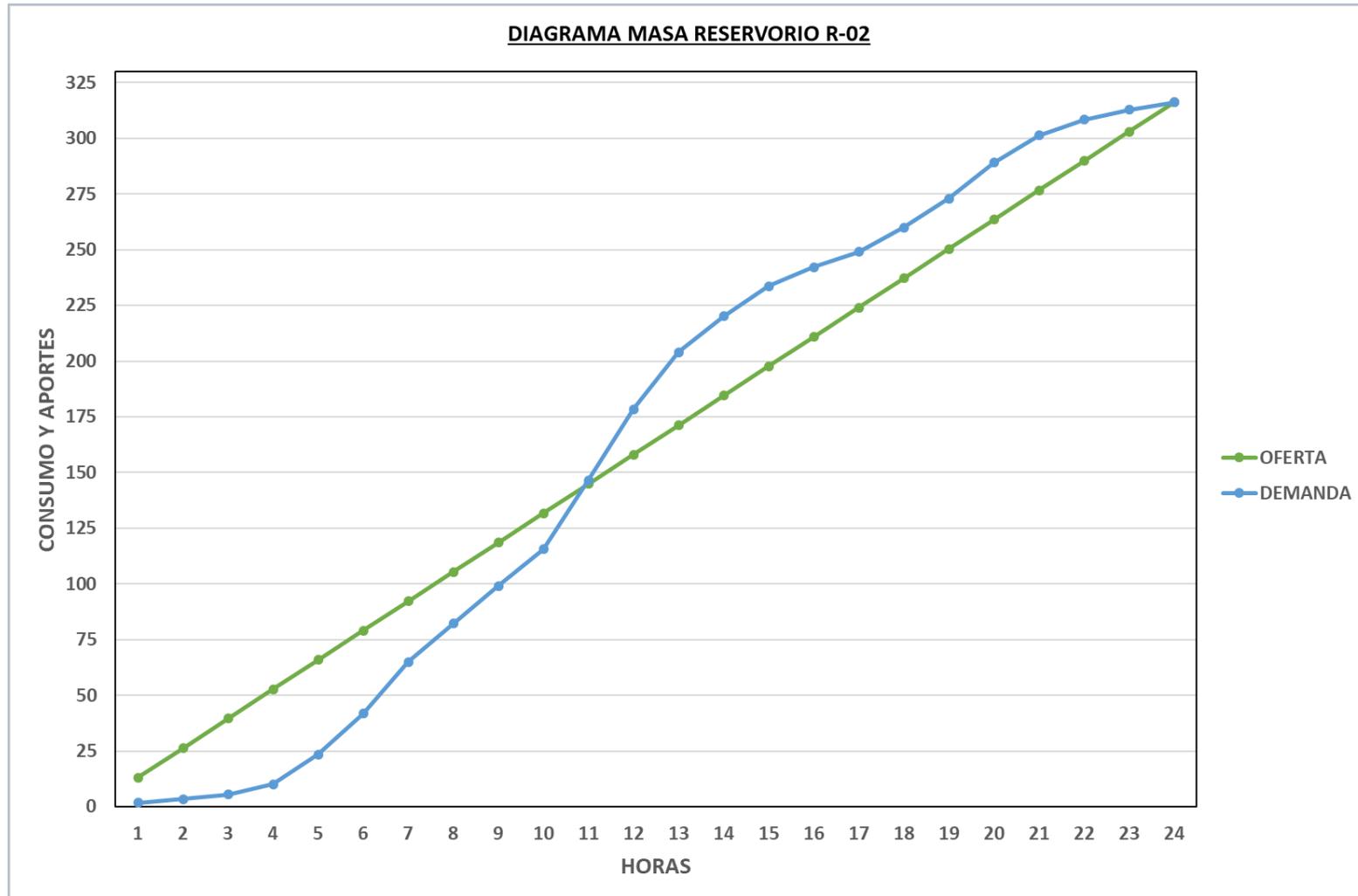
Capacidad actual del tanque R-01 = 21.234 m3	VALORES MÁXIMOS	37.01	15.14
	VOL.REGULACIÓN	52.157 m3	
	% REG.	23.48%	

Anexo 19*Diagrama masa del Reservoirio R-01 (Cálculo gráfico)*

Anexo 20

Volumen de equilibrio del reservorio R-02 (Cálculo analítico)

	TÍTULO :	"EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA,2024"																
	TESISTA :	BACH. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS																
	ASESOR :	Dr. Ing° Gaspar Virilo Méndez Cruz																
	ID.HOJA DE CÁLCULO :	VOLUMEN DE EQUILIBRIO (Cálculo Analítico)																
	ESTRUCTURA :	RESERVORIO R-02																
OFERTA	Aforo total en Captación 2.23 lts/seg	Caudal ingreso al reservorio R-01 :	0.956 lts/seg	DEMANDA R-02	Capacidad actual del tanque = 60.510 m3	Caudal medio :	3.660 lts/seg	EXCESO	DEFECTO									
			3.442 m3/h				316.224 m3/día											
		Caudal ingreso al reservorio R-02 :	1.273 lts/seg				Caudal máximo diario :			4.026 lts/seg								
			4.583 m3/h				Caudal máximo horario :			4.721 lts/seg								
VOLUMEN DE REGULACIÓN PARA EL CASO DE SUMINISTRO LAS 24 HORAS RESERVORIO R-02																		
HORAS	OFERTA		DEMANDA			DIFERENCIA (OFE- DEM)	EXCESO	DEFECTO										
	(Entrada)		(Salida)															
	Parcial	Acumulado	%	Parcial	Acumulado													
0 - 1	13.176	13.176	0.580	1.834	1.834	11.342	11.342	FALSO										
1 - 2	13.176	26.352	0.500	1.581	3.415	22.937	22.937	FALSO										
2 - 3	13.176	39.528	0.650	2.055	5.471	34.057	34.057	FALSO										
3 - 4	13.176	52.704	1.500	4.743	10.214	42.490	42.490	FALSO										
4 - 5	13.176	65.880	4.200	13.281	23.495	42.385	42.385	FALSO										
5 - 6	13.176	79.056	5.800	18.341	41.836	37.220	37.220	FALSO										
6 - 7	13.176	92.232	7.300	23.084	64.921	27.311	27.311	FALSO										
7 - 8	13.176	105.408	5.500	17.392	82.313	23.095	23.095	FALSO										
8 - 9	13.176	118.584	5.300	16.760	99.073	19.511	19.511	FALSO										
9 - 10	13.176	131.760	5.200	16.444	115.517	16.243	16.243	FALSO										
10 - 11	13.176	144.936	9.800	30.990	146.507	-1.571	FALSO	-1.571										
11 - 12	13.176	158.112	10.100	31.939	178.445	-20.333	FALSO	-20.333										
12 - 13	13.176	171.288	8.100	25.614	204.059	-32.771	FALSO	-32.771										
13 - 14	13.176	184.464	5.100	16.127	220.187	-35.723	FALSO	-35.723										
14 - 15	13.176	197.640	4.260	13.471	233.658	-36.018	FALSO	-36.018										
15 - 16	13.176	210.816	2.700	8.538	242.196	-31.380	FALSO	-31.380										
16 - 17	13.176	223.992	2.150	6.799	248.995	-25.003	FALSO	-25.003										
17 - 18	13.176	237.168	3.500	11.068	260.063	-22.895	FALSO	-22.895										
18 - 19	13.176	250.344	4.100	12.965	273.028	-22.684	FALSO	-22.684										
19 - 20	13.176	263.520	5.050	15.969	288.997	-25.477	FALSO	-25.477										
20 - 21	13.176	276.696	3.900	12.333	301.330	-24.634	FALSO	-24.634										
21 - 22	13.176	289.872	2.200	6.957	308.287	-18.415	FALSO	-18.415										
22 - 23	13.176	303.048	1.410	4.459	312.746	-9.698	FALSO	-9.698										
23 - 24	13.176	316.224	1.100	3.478	316.224	0.000	FALSO	FALSO										
		316.224		100.000	316.224													
<p>Capacidad actual del tanque R-02 = 60.510 m3</p> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>VALORES MÁXIMOS</td> <td>42.49</td> <td>36.02</td> </tr> <tr> <td>VOL.REGULACIÓN</td> <td colspan="2">78.508 m3</td> </tr> <tr> <td>% REG.</td> <td colspan="2">24.83%</td> </tr> </table>										VALORES MÁXIMOS	42.49	36.02	VOL.REGULACIÓN	78.508 m3		% REG.	24.83%	
VALORES MÁXIMOS	42.49	36.02																
VOL.REGULACIÓN	78.508 m3																	
% REG.	24.83%																	

Anexo 21*Diagrama masa del Reservoirio R-02 (Cálculo gráfico)*

Anexo 22

Informe del ensayo N° IE 05240592 – Manantial

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240592

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	QUILICHE ROJAS MANUELA YHULISA		
Dirección	AV HOYOS RUBIO NRO 2040		
Persona de contacto	QUILICHE ROJAS MANUELA YHULISA	Correo electrónico	yhulisa15399@hotmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	23.05.24	Hora de Muestreo	13:08
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	01		
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Llacanora- Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-711	Cadena de Custodia	CC - 0592 - 24		
Fecha y Hora de Recepción	23.05.24	15:46	Inicio de Ensayo	23.05.24	15:55
Reporte Resultado	04.06.24	15:55			

Juan Colina Venegas
Especialista de Gestión de Calidad
CBP: 10220

Cajamarca, 04 de Junio de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240592

ENSAYOS			Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	Muestra- 01		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	05240592-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-	-	-
Descripción	Subterránea- Manantial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Turbidez	NTU	0.09	0.43	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	5.57	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	11.98	-	-	-	-	-
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	1.04	<LCM	-	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

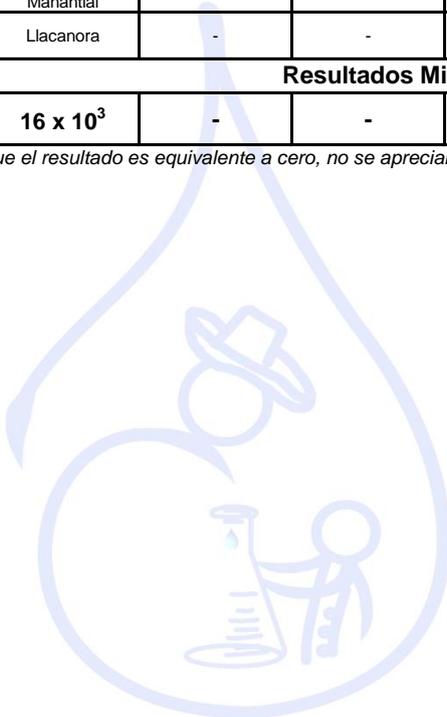
**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 04 de Junio de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240592

ENSAYOS			Microbiológicos				
Código de la Muestra	Muestra- 01		-	-	-	-	-
Código Laboratorio	05240592-01		-	-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-	-
Descripción	Subterránea- Manantial		-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Llacanora		-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ³	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado



**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 04 de Junio de 2024

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240592

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24 th Ed. 2023: Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24 th Ed. 2023: Conductivity. Laboratory Method
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 24 th Ed. 2023: Hardness EDTA Titrimetric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 24 th Ed. 2023: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(°) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 04 de Junio de 2024

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Anexo 23

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-AGUA)

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(μ)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodibromometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xileno	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organoclorados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDE)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴

Anexo 24

*Informe del Ensayo de Esclerometría NTP 339-181:2013 - Captación I, III y IV –
Reservorios R-01 y R-02*



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Ensayo de Materiales



El jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:

CONSTANCIA

la Bach. MANUELA YHULISA QUILICHE ROJAS, Exalumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, que se ha realizado las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (Esclerometría).

Para la Tesis Titulada: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024". Mencionadas actividades se desarrolló del 22 de mayo de 2024.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 21 de junio de 2024.

Atentamente:

c.c. a:
_Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Mauro Córdova Vargas
JEFE DEL LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES



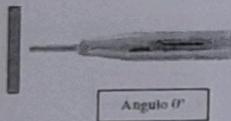
Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENCIA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto	RESPONSABLE LEM:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Localidad de Llacanora, 2024"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - DISTRITO LLACANORA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Manuela Yhulisa Quiliche Rojas	FECHA:	22/mayo/2024

VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ENSAYO 01			
TIPO:	Captación III	ESCLERÓMETRO:	
RESISTENCIA DE DISEÑO:	No disponible	MARCA:	Zhejiang Tugong
EDAD DEL CONCRETO:	2 años	MODELO / CÓDIGO:	Int/2578

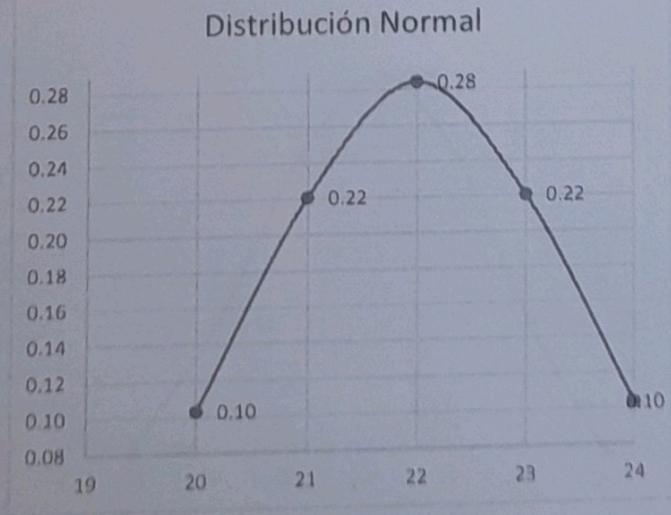
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	Nº REBOTES	VALIDACIÓN
	23	VALIDO
	22	VALIDO
	25	VALIDO
	22	VALIDO
	20	VALIDO
	21	VALIDO
	23	VALIDO
	22	VALIDO
	21	VALIDO
	21	VALIDO
	22	VALIDO
	20	VALIDO



SEGMENTO	DISTRIBUCIÓN NORMAL
20	0.10
21	0.22
22	0.28
23	0.22
24	0.10

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	22
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.40

PARAMETRO ESTIMADO	
ORIENTACIÓN	$\alpha=0^\circ$
RESISTENCIA ESTIMADA	110 Kg/cm ²



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

 Germán Chaffo Mendoza
 TEC. LABORATORIO ENSAYO



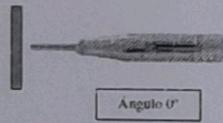
Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENICA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto	RESPONSABLE LEM:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Localidad de Llacanora, 2024"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - DISTRITO LLACANORA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Manuela Yhulisa Quiliche Rojas	FECHA:	22/mayo/2024

VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ENSAYO 01			
TIPO:	Captación IV	ESCLERÓMETRO:	
RESISTENCIA DE DISEÑO:	No disponible	MARCA:	Zhejiang Tugong
EDAD DEL CONCRETO:	2 años	MODELO / CÓDIGO:	Int/2578

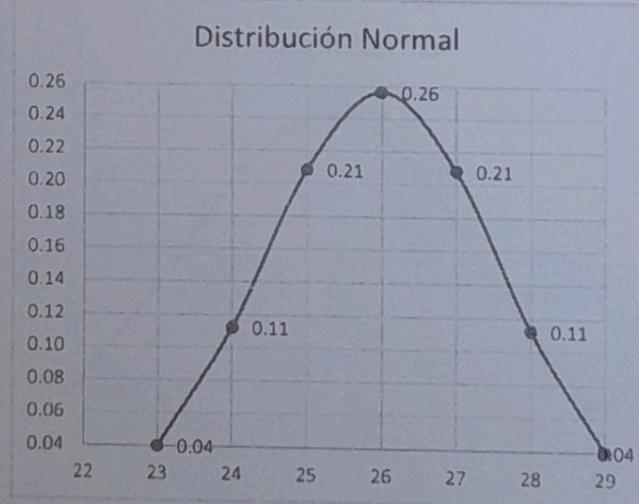
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	Nº REBOTES	VALIDACIÓN
	25	VALIDO
	28	VALIDO
	24	VALIDO
	24	VALIDO
	26	VALIDO
	23	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO



SEGMENTO	DISTRIBUCIÓN NORMAL
23	0.04
24	0.11
25	0.21
26	0.26
27	0.21
28	0.11
29	0.04

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	26
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.56

PARAMETRO ESTIMADO	
ORIENTACIÓN	$\alpha=0^\circ$
RESISTENCIA ESTIMADA	158 Kg/cm ²



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
Germán Chaffo
 Germán Chaffo Mendoza
 IFC LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES



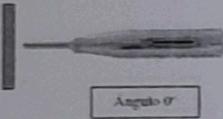
Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENCIA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto	RESPONSABLE LEM:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Localidad de Llacanora, 2024"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - DISTRITO LLACANORA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Manuela Yhulisa Quiliche Rojas	FECHA:	22/mayo/2024

VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ENSAYO 01			
TIPO:	Captación I	ESCLERÓMETRO:	
RESISTENCIA DE DISEÑO:	No disponible	MARCA:	Zhejiang Tugong
EDAD DEL CONCRETO:	2 años	MODELO / CÓDIGO:	Int/2578

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	Nº REBOTES	VALIDACIÓN
	22	VALIDO
	22	VALIDO
	23	VALIDO
	24	VALIDO
	22	VALIDO
	19	VALIDO
	23	VALIDO
	20	VALIDO
	23	VALIDO
	20	VALIDO
	25	VALIDO
	21	VALIDO

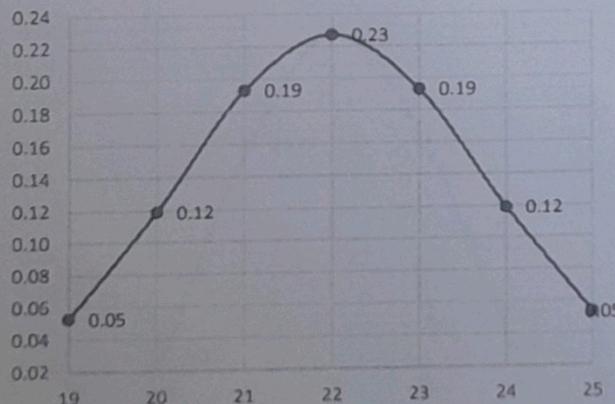


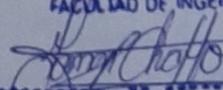
SEGMENTO	DISTRIBUCIÓN NORMAL
19	0.05
20	0.12
21	0.19
22	0.23
23	0.19
24	0.12
25	0.05

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	22
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.76

PARAMETRO ESTIMADO	
ORIENTACIÓN	$\alpha=0^\circ$
RESISTENCIA ESTIMADA	110 Kg/cm ²

Distribución Normal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

 Germán Chaffo Mendoza
 TEC. ABASTECIMIENTO VNSA



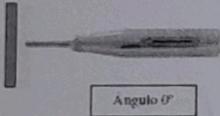
Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENCIA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto	RESPONSABLE LEM:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Localidad de Llacanora, 2024"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - DISTRITO LLACANORA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Manuela Yhulisa Quiliche Rojas	FECHA:	22/mayo/2024

VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ENSAYO 01			
TIPO:	Reservorio 01	ESCLERÓMETRO:	
RESISTENCIA DE DISEÑO:	No disponible	MARCA:	Zhejiang Tugong
EDAD DEL CONCRETO:	51 años	MODELO / CÓDIGO:	Int/2578

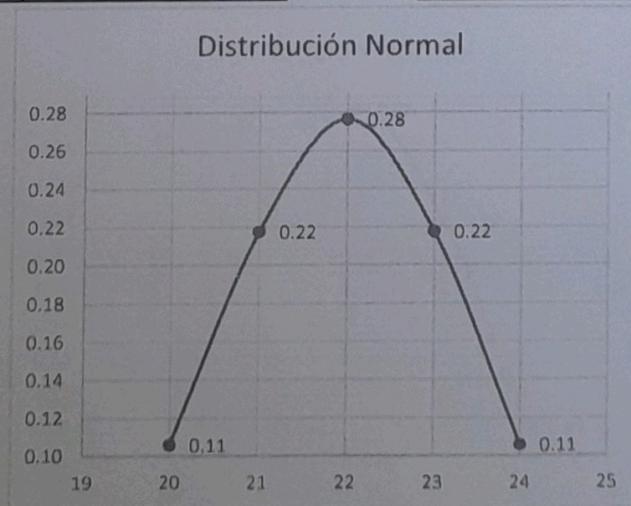
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	Nº REBOTES	VALIDACIÓN
	23	VALIDO
	22	VALIDO
	23	VALIDO
	24	VALIDO
	22	VALIDO
	20	VALIDO
	24	VALIDO
	23	VALIDO
	21	VALIDO
	20	VALIDO
	23	VALIDO
	24	VALIDO



SEGMENTO	DISTRIBUCIÓN NORMAL
20	0.11
21	0.22
22	0.28
23	0.22
24	0.11

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	22
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.44

PARAMETRO ESTIMADO	
ORIENTACIÓN	$\alpha=0^\circ$
RESISTENCIA ESTIMADA	110 Kg/cm ²



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
Germán Chaffo Mendoza
 GERMAN CHAFFO MENDOZA
 TECNICO LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

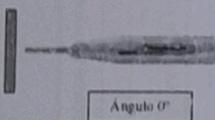


Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENCIA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto	RESPONSABLE LEM:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua de la Localidad de Llacanora, 2024"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - DISTRITO LLACANORA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Manuela Yhullsa Quilliche Rojas	FECHA:	22/mayo/2024

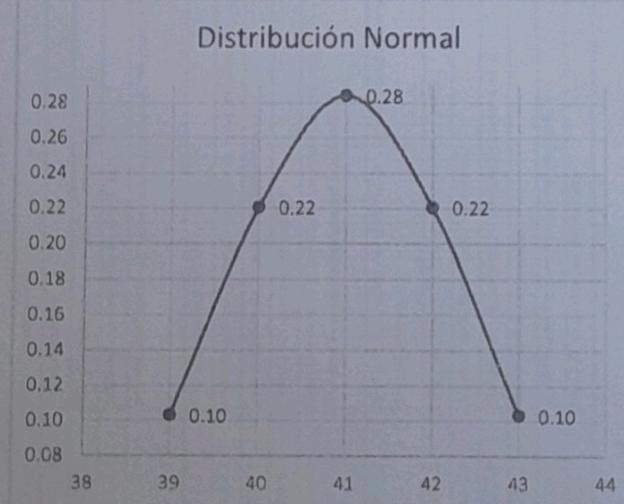
VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN ENSAYO 01			
TIPO:	Reservorio 02	ESCLERÓMETRO:	
RESISTENCIA DE DISEÑO:	No disponible	MARCA:	Zhejiang Tugong
EDAD DEL CONCRETO:	20 años	MODELO / CÓDIGO:	Int/2578

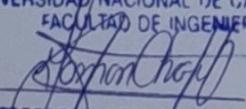
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	Nº REBOTES	VALIDACIÓN
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	41	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	41	VALIDO
	40	VALIDO
	41	VALIDO
	44	VALIDO
	43	VALIDO
	41	VALIDO
	43	VALIDO

SEGMENTO	DISTRIBUCIÓN NORMAL
39	0.10
40	0.22
41	0.28
42	0.22
43	0.10

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	41
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.40

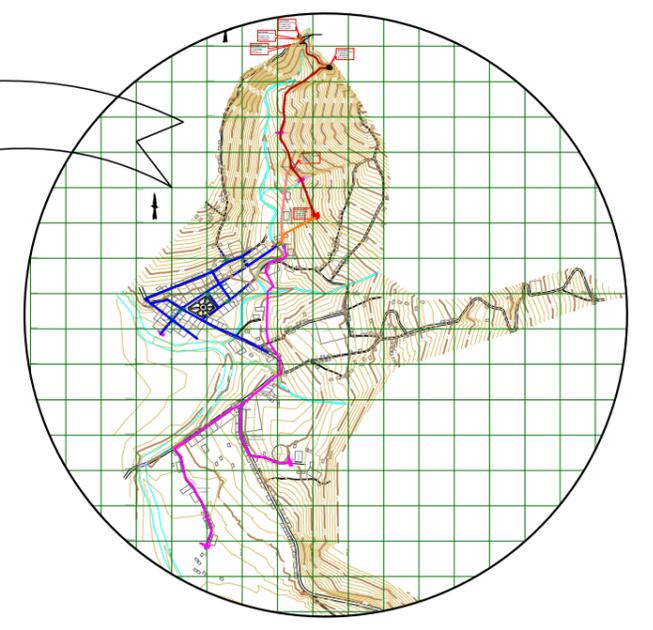
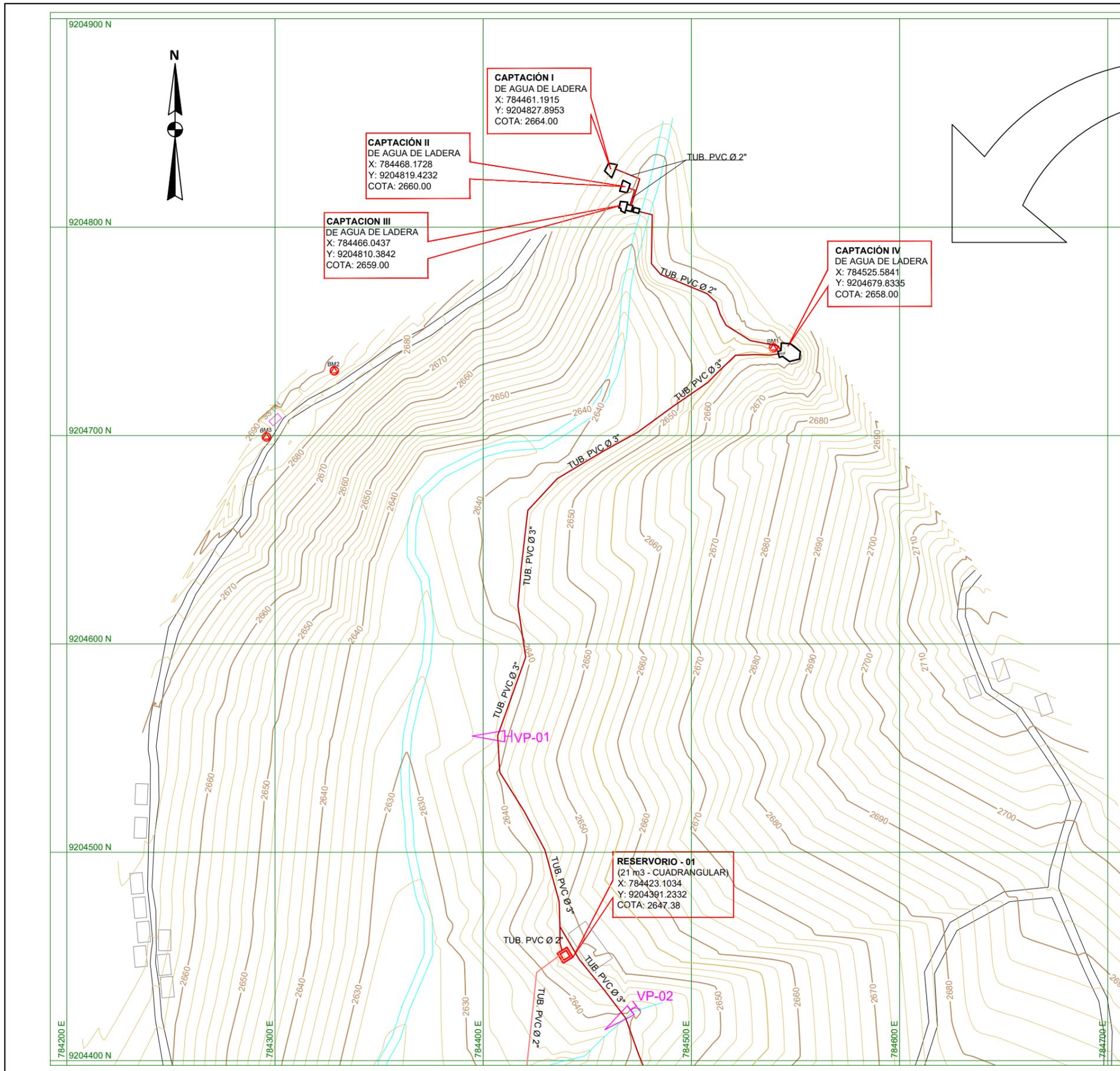
PARÁMETRO ESTIMADO	
ORIENTACIÓN	$\alpha-0^\circ$
RESISTENCIA ESTIMADA	370 Kg/cm ²



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

 Germán Chaffo Mendoza
 T.C. LABORATORIO DE ENSAYO

Anexo 25

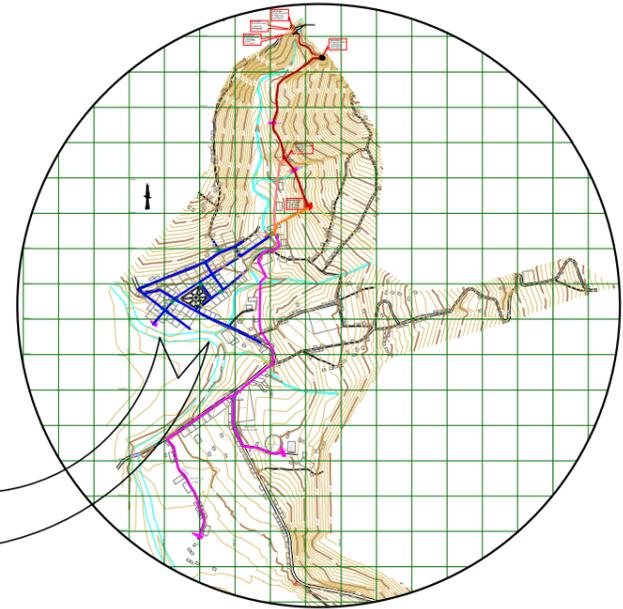
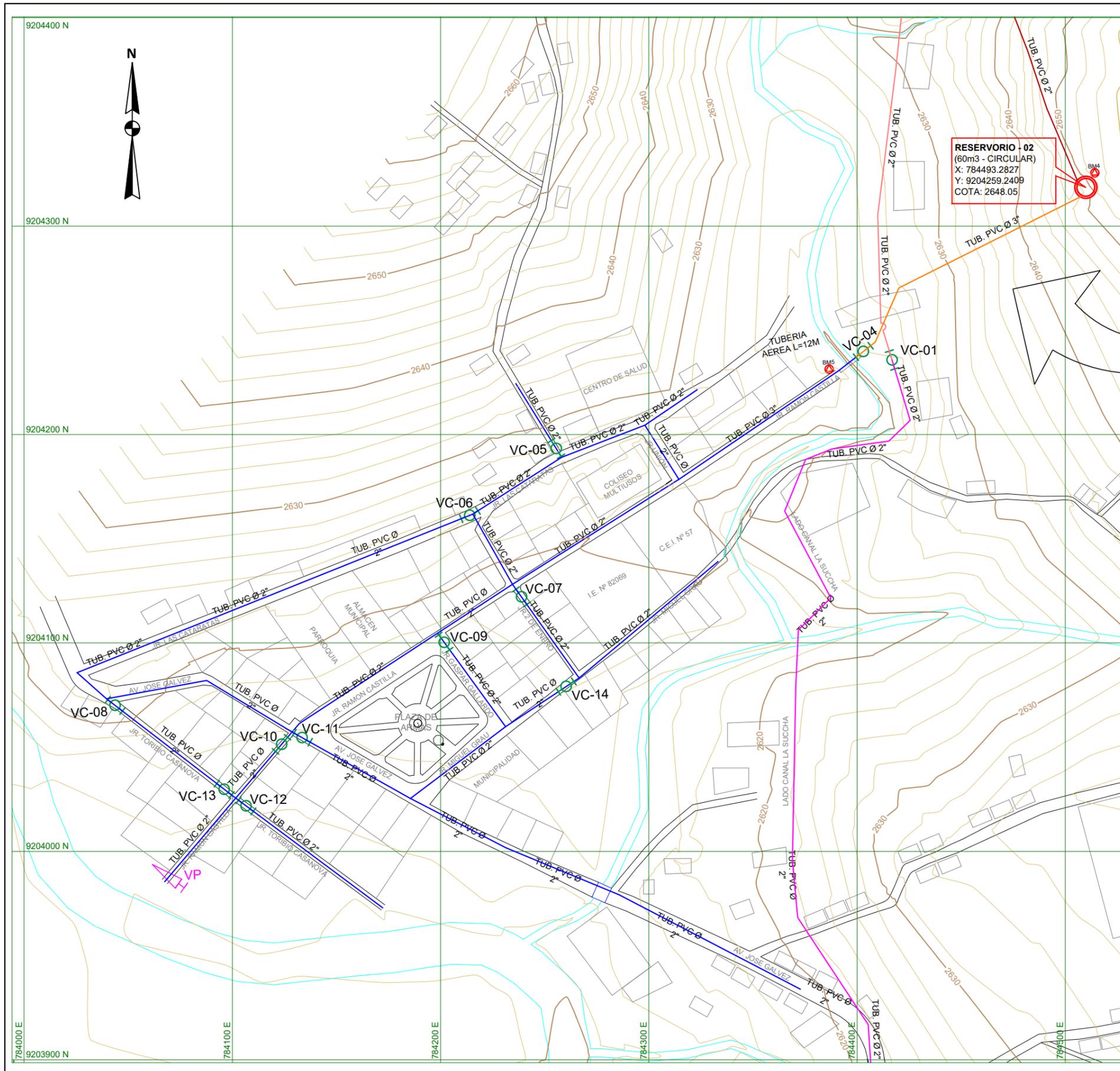
Planos Topográficos del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Llacanora



LEYENDA			
ELEMENTO	DESCRIPCION	ELEMENTO	DESCRIPCION
	CAPTACIÓN		VALVULA DE CONTROL
	RESERVORIO - 01 CUADRANGULAR		VALVULA DE PURGA
	RESERVORIO - 02 CIRCULAR		CARRERA, CAMINO
	TUB. PVC Ø 3", 2" TUBERIA CONDUCCION		QUEBRADA
	TUB. PVC Ø 2" TUBERIA ADUCCION R - 01		CURVA PRIMARIA
	TUB. PVC Ø 3" TUBERIA ADUCCION R - 02		CURVA SECUNDARIA
	TUB. PVC Ø 2", 1 1/2" TUBERIA DISTRIBUCION R - 01		VIVIENDA
	TUB. PVC Ø 3", 2" TUBERIA DISTRIBUCION R - 02		PUENTE EXISTENTE



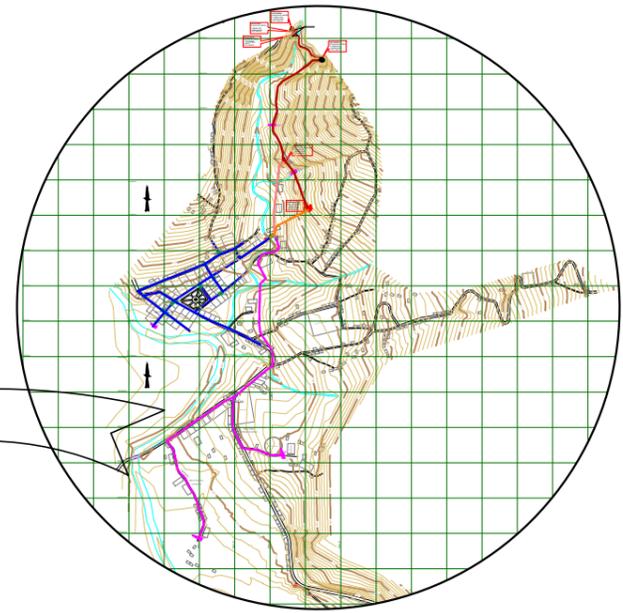
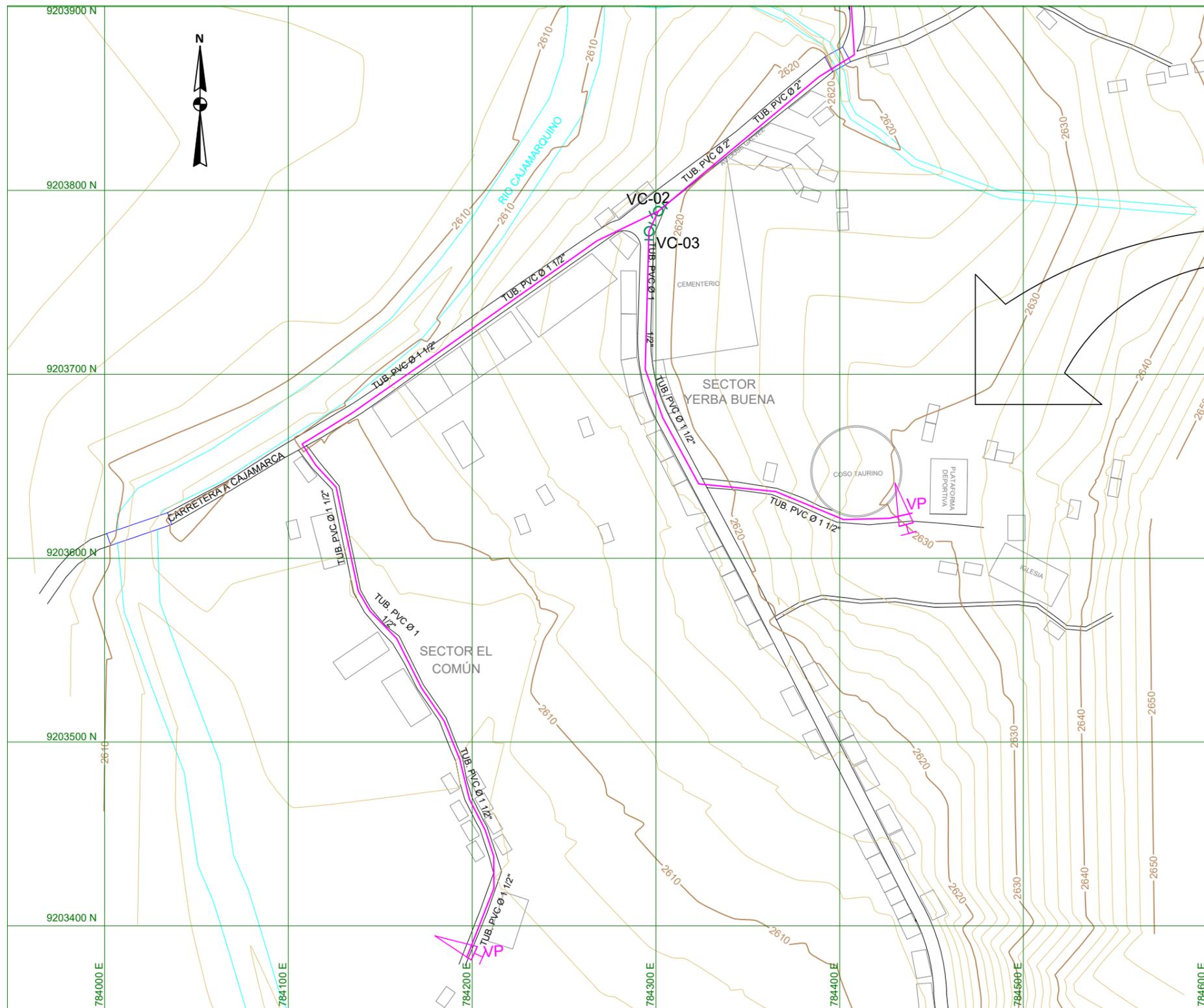
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad De Ingeniería Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil		T-01
	TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024" PLANO: TOPOGRÁFICO - SISTEMA DE AGUA POTABLE	FECHA: SEPTIEMBRE - 2024 ESCALA: 1:2000		PLANO:
UBICACIÓN: REGIÓN : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DISTRITO : LLACANORA LOCALIDAD : LLACANORA	TESISTA: QUILICHE ROJAS, Manuela Yhulisa ASESOR: Dr. Ing° Gaspar Virilio Méndez Cruz	FECHA: SEPTIEMBRE - 2024 ESCALA: 1:2000	



LEYENDA			
ELEMENTO	DESCRIPCION	ELEMENTO	DESCRIPCION
	CAPTACIÓN		VALVULA DE CONTROL
	RESERVIORIO - 01 CUADRANGULAR		VALVULA DE PURGA
	RESERVIORIO - 02 CIRCULAR		CARRETERA, CAMINO
	TUBERIA CONDUCCIÓN DIAMETRO TUBERIA C-10		QUEBRADA
	TUBERIA ADUCCIÓN R-01 DIAMETRO TUBERIA C-10		CURVA PRIMARIA
	TUBERIA ADUCCIÓN R-02 DIAMETRO TUBERIA C-10		CURVA SECUNDARIA
	TUBERIA DISTRIBUCIÓN R-01 DIAMETRO TUBERIA C-10		VIVIENDA
	TUBERIA DISTRIBUCIÓN R-02 DIAMETRO TUBERIA C-10		PUENTE EXISTENTE



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad De Ingeniería Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil		T-02
	TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024" PLANO: TOPOGRÁFICO - SISTEMA DE AGUA POTABLE	PLANO: TOPOGRÁFICO - SISTEMA DE AGUA POTABLE		FECHA: SEPTIEMBRE - 2024 ESCALA: 1:2000
UBICACIÓN: REGIÓN : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DISTRITO : LLACANORA LOCALIDAD : LLACANORA	TESISISTA: QUILICHE ROJAS, Manuela Yhulisa ASESOR: Dr. Ing° Gaspar Virilio Méndez Cruz	FECHA: SEPTIEMBRE - 2024 ESCALA: 1:2000	



LEYENDA			
ELEMENTO	DESCRIPCION	ELEMENTO	DESCRIPCION
	CAPTACIÓN		VALVULA DE CONTROL
	RESERVORIO - 01 CUADRANGULAR		VALVULA DE PURGA
	RESERVORIO - 02 CIRCULAR		CARRETERA, CAMINO
	TUB. PVC Ø 3", 2" TUBERIA CONDUCCIÓN		QUEBRADA
	TUB. PVC Ø 2" TUBERIA ADUCCIÓN R - 01		CURVA PRIMARIA
	TUB. PVC Ø 3" TUBERIA ADUCCIÓN R - 02		CURVA SECUNDARIA
	TUB. PVC Ø 2", 1 1/2" TUBERIA DISTRIBUCIÓN R - 01		VIVIENDA
	TUB. PVC Ø 3", 2" TUBERIA DISTRIBUCIÓN R - 02		PUENTE EXISTENTE



ESCALA GRÁFICA 1:2500

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad De Ingeniería Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil		T-03
	TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE LLACANORA, 2024" PLANO: TOPOGRÁFICO - SISTEMA DE AGUA POTABLE	FECHA: SEPTIEMBRE - 2024 ESCALA: 1:2500		PLANO:
UBICACIÓN: REGIÓN : CAJAMARCA PROVINCIA : CAJAMARCA DISTRITO : LLACANORA LOCALIDAD : LLACANORA	TESISTA: QUILICHE ROJAS, Manuela Yhulisa ASESOR: Dr. Ing* Gaspar Virilio Méndez Cruz		