

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN
JUAN ALTO- HUALGAYOC-CAJAMARCA,2024**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH.TANCAYLLO SAUCEDO ANGIE ALEJANDRA

ASESOR:

DR. ING. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** ANGIE ALEJANDRA TANCAYLLO SAUCEDO
DNI: 72871788
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 Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO - HUALGAYOC – CAJAMARCA, 2024
- Fecha de evaluación:** 03/12/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 21%
- Código Documento:** Oide: 3117:412421902
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

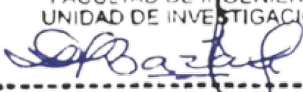
Fecha Emisión: Cajamarca, 03 de diciembre de 2024



FIRMA DEL ASESOR

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

DNI: 26631950

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dra. Ing. Laura Sojta-Bazán Díaz
DIRECTORA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO - HUALGAYOC - CAJAMARCA, 2024"

ASESOR : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0067-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 22 de enero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **tres días del mes de febrero de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

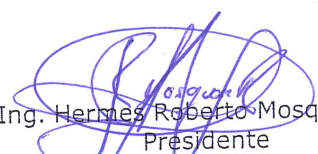
Presidente : Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Vocal : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Secretario : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.

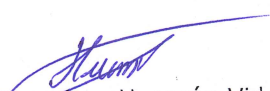
Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO - HUALGAYOC - CAJAMARCA, 2024", presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil **ANGIE ALEJANDRA TANCAYLLO SAUCEDO**, asesorada por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

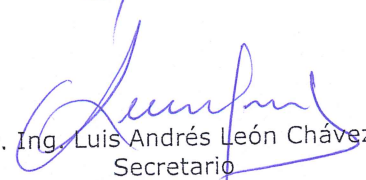
Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y la evaluaron de la siguiente manera:

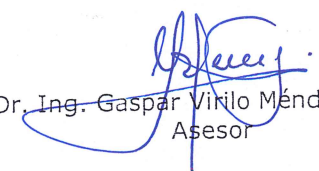
EVALUACIÓN PRIVADA : 07 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. DIECISIETE (En letras)

En consecuencia, se la declara APROBADA con el calificativo de DIECISIETE acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 10 # 30.1 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Presidente


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Secretario


Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130

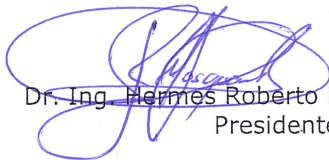


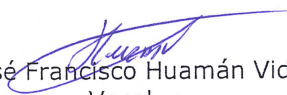
EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

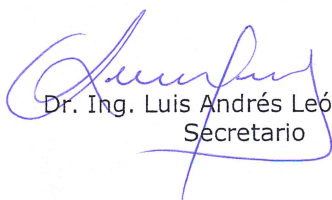
Bachiller en Ingeniería Civil: ANGIE ALEJANDRA TANCAYLLO SAUCEDO.

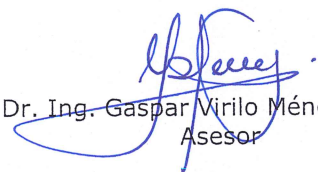
RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	2.5
2.2. Dominio del tema	2.5
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	2.5
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	2.5
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	10.0

Cajamarca, 03 de febrero de 2025


Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Presidente


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Secretario


Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130

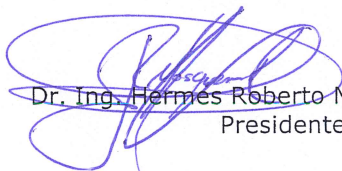


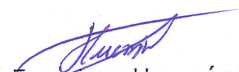
EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

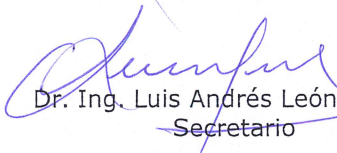
Bachiller en Ingeniería Civil: ANGIE ALEJANDRA TANCAYLLO SAUCEDO.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	07
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	10
EVALUACIÓN FINAL	17
EN NÚMEROS (A + B)	17
EN LETRAS (A + B)	DIECISIETE
- Excelente 20 - 19	MOY BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 03 de febrero de 2025


Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramirez.
Presidente


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Secretario


Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios y al Universo por la vida,
el amor y las oportunidades ...*

*A mi mamá Alejandra, por siempre creer en
mí, incluso antes de que yo pudiera hacerlo;
tu amor y apoyo incondicional hace que todo
tenga sentido.*

*A mi hermanita Deysi, por ser compañera de
vida; tu niña interior siempre llena de
buenos recuerdos mis días.*

*A mi mamá Amelia, por su amor, aprecio y
preocupación por mi bienestar en cada
paso.*

*A mi asesor Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez
Cruz, por su guía y apoyo en la obtención de
mi título profesional.*

DEDICATORIA

*A mi mamá Alejandra, a mi hermanita Deysi
y a mi mamá Amelia; las personas más
importantes de mi vida.*

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4 ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6 OBJETIVOS	5
1.6.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	6
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	7
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	7
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.2.1 Agua Potable:	9
2.2.2 Agua de Uso doméstico:.....	9
2.2.3 Evaluación:	9
2.2.4 Sistema de agua de Uso doméstico:	9
2.2.5 Demanda de agua de uso doméstico.....	9
2.2.6 Sistema de abastecimiento de agua:	12
2.2.7 Cobertura	13
2.2.8 Fuentes de abastecimiento	14
2.2.9 Línea de Conducción	19
2.2.10 Cámara Rompe Presión	21
2.2.11 Válvula de control	22
2.2.12 Válvula de aire.....	23
2.2.13 Válvula de purga.....	25
2.2.14 Reservorio.....	26
2.2.15 Estación de Bombeo	30
2.2.16 Redes de distribución	31
2.2.17 Conexiones domiciliarias	32

2.2.18	La operación y mantenimiento	33
2.2.19	Funcionamiento adecuado	33
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		34
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
3.1.1	Ubicación geográfica del área de estudio	34
3.1.2	Población	37
3.1.3	Vías de acceso	37
3.1.4	Clima	37
3.1.5	Topografía	38
3.2	MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES.....	39
3.3	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	40
3.3.1	Hipótesis general	40
3.3.2	Definición de variable	40
3.3.3	Dimensiones	40
3.3.4	Categorías	40
3.3.5	Operacionalización de variables.....	41
3.3.6	Matriz de consistencia	42
3.4	METODOLOGÍA	44
3.4.1	Tipo, nivel y diseño de investigación	44
3.4.2	Población de estudio.....	44
3.4.3	Muestra	44
3.4.4	Unidad de análisis.....	44
3.4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.4.6	Análisis e interpretación de datos.....	44
3.5	PROCEDIMIENTO, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	45
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		46
4.1	EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	46
4.1.1	CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO POBLADO NUEVO SAN JUAN ALTO	46
a.	Características Físicas.....	46
b.	Vías de Comunicación.	46
c.	Principales Actividades Económicas del Área de Influencia y Niveles de Ingreso.	46
d.	Aspectos socioeconómicos.....	46

e.	Características de edificaciones	47
f.	Salud, Higiene y Saneamiento Básico.	47
g.	Tipo de servicios públicos.	47
h.	Características educativas	47
i.	La Unidad Productora de Bienes o Servicios.	47
4.1.2	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.....	48
4.2	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO	61
4.2.1	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL	61
4.2.2	EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA	85
4.2.3	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA	85
4.2.4	EVALUACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.....	112
4.2.5	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	121
CAPÍTULO V:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
5.1	CONCLUSIONES	123
5.2	RECOMENDACIONES.....	124
CAPÍTULO VI:	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
6.1	BIBLIOGRAFÍA	125
6.2	LINKOGRAFÍA	126
ANEXOS	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Manantial de Ladera.....	14
Figura 2 Determinación de ancho de pantalla	16
Figura 3 Cálculo de la cámara húmeda.....	17
Figura 4 Dimensionamiento de la canastilla.....	18
Figura 5 Línea de conducción.....	19
Figura 7 Cámara de válvula de control.....	22
Figura 8 Modelo de reservorio	26
Figura 9 Sistema de desinfección por goteo	29
Figura 10 Cerca perimétrico de reservorio	30
Figura 11 Conexión domiciliaria	32
Figura 12 Ubicación geográfica de la zona de intervención del proyecto.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Períodos de diseño máximos de infraestructura sanitaria.....	10
Tabla 2 Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).....	11
Tabla 3 Vías de Acceso	37
Tabla 4 Características de la tubería de línea de conducción.	52
Tabla 5 Características de la tubería de la línea de aducción y distribución.	60
Tabla 6 Resultados del volumen consumido R1 30/08/2024-05/09/2024.....	62
Tabla 7 Resultados del volumen consumido R1 02/11/2024-08/11/2024.....	63
Tabla 8 Resultados del volumen consumido R2 30/08/2024-05/09/2024.....	66
Tabla 9 Resultados del volumen consumido R2 02/11/2024-08/11/2024.....	67
Tabla 10 Día de máximo consumo para R1 (30/08/2024 - 05/09/2024)	70
Tabla 11 Día de máximo consumo para R1 (02/11/2024 - 08/11/2024)	71
Tabla 12 Día de máximo consumo para R2 (30/08/2024 - 05/09/2024)	73
Tabla 13 Día de máximo consumo para R2 (02/11/2024 - 08/11/2024)	74
Tabla 14 Consumo Promedio Diario R1 (Qp) 30/08/2024-05/09/2024	78
Tabla 15 Consumo Promedio Diario R1 (Qp) 02/11/2024-08/11/2024	78
Tabla 16 Consumo Promedio Diario R2 (Qp) 30/08/2024-05/09/2024	78
Tabla 17 Consumo Promedio Diario R2 (Qp) 02/11/2024-08/11/2024	79
Tabla 18 Consumo Máximo Diario R1 (Qmd) semana 1	80
Tabla 19 Consumo Máximo Diario R1 (Qmd) semana 2.....	80
Tabla 20 Consumo Máximo Diario R2 (Qmd) semana 1	80

Tabla 21 Consumo Máximo Diario R2 (Qmd) semana 1	80
Tabla 22 Consumo Máximo Horario R1 (Qmh) semana 1	81
Tabla 23 Consumo Máximo Horario R1 (Qmh) semana 2	82
Tabla 24 Consumo Máximo Horario R2 (Qmh) semana 1	82
Tabla 25 Consumo Máximo Horario R2 (Qmh) semana 2	82
Tabla 26 Resultados de caudales reales R1 semana1	83
Tabla 27 Resultados de caudales reales R1 semana 2	83
Tabla 28 Resultados de caudales reales R2 semana 1	83
Tabla 29 Resultados de caudales reales R2 semana 2	83
Tabla 30 Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 1	84
Tabla 31 Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 2	84
Tabla 32 Resultados de la dotación y coeficientes de variación R2 semana 1	84
Tabla 33 Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 2	84
Tabla 34 Resultados de aforo 1 (17/08/2024)	85
Tabla 35 Resultados de aforo 2 (30/08/2024)	86
Tabla 36 Resultados de aforo 3(06/09/2024)	86
Tabla 37 Resultados de aforo 4(09/11/2024)	87
Tabla 38 Caudal de la Captación	88
Tabla 39 Datos para diagrama Masa R1 semana 1	91
Tabla 40 Datos para diagrama Masa R1 semana 2	93
Tabla 41 Datos para diagrama Masa R2 semana 1	96
Tabla 42 Datos para diagrama Masa R2 semana 2	98
Tabla 43 Control hidráulico de conexiones domiciliarias	102
Tabla 44 Estándares de Calidad Ambiental para Agua MINAM	111
Tabla 45 Parámetros de muestra de agua	111
Tabla 46 Mantenimiento en el sistema	112
Tabla 47 Encargados que realizan el mantenimiento del sistema	112
Tabla 48 Problemas después de la entrega del sistema	113
Tabla 49 Existe disconformidad del sistema de agua	113
Tabla 50 Cuota familiar	113
Tabla 51 Participación en los mantenimientos rutinarios	114
Tabla 52 Limpieza y desinfección del sistema	114
Tabla 53 Charlas - capacitaciones sobre el manejo responsable del agua	114
Tabla 54 Responsable de charlas	115

Tabla 55 Frecuencia de charlas.....	115
Tabla 56 Satisfacción con el sistema	115
Tabla 57 Problemas después de la entrega del sistema	116
Tabla 58 Presencia de roturas de tuberías.....	116
Tabla 59 Intervenciones del sistema.....	116
Tabla 60 Variación de presión de agua.....	117
Tabla 61 Responsable de la Operación y mantenimiento.....	117
Tabla 62 Cuota familiar	117
Tabla 63 Participación en los mantenimientos rutinarios	118
Tabla 64 Frecuencia de la limpieza y desinfección del sistema de agua potable	118
Tabla 65 Satisfacción de la administración del servicio de agua	119
Tabla 66 Capacitaciones sobre el manejo responsable del agua	119
Tabla 67 Responsable de dirección de charlas	119
Tabla 68 Frecuencia de charlas.....	120

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación del ámbito del proyecto – Perú.....	35
Imagen 2 Ubicación del ámbito del proyecto – Región Cajamarca	35
Imagen 3 Ubicación del ámbito del proyecto – Provincia Hualgayoc	36
Imagen 4 Ubicación del ámbito del proyecto-Distrito Hualgayoc	36
Imagen 5 Promedios mensuales de lluvias en el distrito de Hualgayoc	38

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Captación la Shita	48
Fotografía 2 Interior de la captación La Shita-Época de lluvias	49
Fotografía 3 Interior de la captación La Shita-Época de Estiaje	49
Fotografía 4 Orificios de entrada de la captación-7.....	50
Fotografía 5 Interior de la Cámara húmeda de la captación La Shita	50
Fotografía 6 Interior de caja de válvulas	51
Fotografía 7 Toma de medidas de Tapas de la captación.....	51
Fotografía 8 Reservorio N°1 circular 13m3	53
Fotografía 9 Medida del perímetro de Reservorio N°1	54

Fotografía 10 Caja de válvulas de R1	54
Fotografía 11 Interior de la caseta de cloración de R1	55
Fotografía 12 Tapa que cubre la Tubería de limpia.....	55
Fotografía 13 Tubería de limpia de R1	56
Fotografía 14 Reservorio circular N°2 9m3	57
Fotografía 15 Caja de válvulas de R2.....	58
Fotografía 16 Interior de la caseta de cloración de R2	58
Fotografía 17 Tubería de limpia de R2.....	59
Fotografía 18 Medición de altura Consumida R1.....	65
Fotografía 19 Interior del R1	65
Fotografía 20 Interior del R2	69
Fotografía 21 Medición de altura consumida R2	69
Fotografía 22 Aforo de agua.....	87
Fotografía 23 Medición de presiones con manómetro	110
Fotografía 24 Medición de presión con manómetro.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Día de consumo máximo R1 30/08/2024-05/09/2024.....	76
Gráfico 2 Día de consumo máximo R1 02/11/2024-08/11/2024.....	76
Gráfico 3 Día de consumo máximo R2 30/08/2024-05/09/2024.....	77
Gráfico 4 Día de consumo máximo R2 02/11/2024-08/11/2024.....	77
Gráfico 5 Diagrama Masa R1 semana 1	95
Gráfico 6 Diagrama Masa R1 semana 2	95
Gráfico 7 Diagrama de Masa R2 semana 1	100
Gráfico 8 Diagrama de Masa R2 semana 2	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Carta de no autorización de ensayo de esclerometría	129
ANEXO 2 Modelo de Encuesta.....	130
ANEXO 3 Resultados del Estudio de agua-Captación La Shita	131

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el sistema de agua potable del centro poblado Nuevo San Juan Alto, en el distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc, Cajamarca. La investigación fue aplicada y descriptiva, con recolección y análisis de datos, sin modificar la variable de estudio. El diseño fue no experimental y se realizó en un periodo determinado.

El sistema de agua de uso doméstico que tiene 9 años de antigüedad, compuesto por una captación, dos reservorios, línea de conducción, aducción y distribución. El estudio consistió en la caracterización de centro poblado en estudio, descripción de los componentes, evaluación de operación-mantenimiento y evaluación, obteniendo los siguientes caudales: $Q_p=0.46$ l/s, $Q_{md}=0.58$ l/s, $Q_{mh}=1.07$ l/s para el reservorio N°1, y $Q_p=0.22$ l/s, $Q_{md}=0.27$ l/s, $Q_{mh}=0.51$ l/s para el reservorio N°2.

Se evaluó el sistema de abastecimiento de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto. Se identificó que el 23.21% de la población no tenía acceso al agua potable y se propuso un sistema de bombeo y ampliación. El sistema se modeló en WaterCAD, donde el 87.6% cumplió las especificaciones del MVCS. Para evitar presiones elevadas en las zonas bajas, se propuso la implementación de cámaras rompe presión. Además, el análisis de calidad del agua reveló que el parámetro fósforo presentó una concentración de 0.141 mg/l, superando el límite de 0.1 mg/l establecido por el Ministerio del Ambiente, lo que indicó la necesidad de adicionar sulfato de cobre.

Palabras Clave:

Sistema: Conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales para que cumplan los límites máximos permisibles para uso doméstico.

Evaluación: Estimar, apreciar, calcular el valor de algo.

Variaciones de consumo: Se entiende como los aumentos o reducciones exageradas o intempestivas del consumo actual de agua frente al consumo promedio.

Watercad: Software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo. Permite la simulación hidráulica de un modelo

MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the drinking water system of the Nuevo San Juan Alto town center, in the district of Hualgayoc, province of Hualgayoc, Cajamarca. The research was applied and descriptive, with data collection and analysis, without modifying the study variable. The design was non-experimental and was carried out in a specific period.

The domestic water system, which is 9 years old, consists of a catchment, two reservoirs, a conduction line, adduction and distribution. The study consisted of the characterization of the population center under study, description of the components, evaluation of operation-maintenance and evaluation, obtaining the following flows: $Q_p=0.46$ l/s, $Q_{md}=0.58$ l/s, $Q_{mh}=1.07$ l/s for reservoir No. 1, and $Q_p=0.22$ l/s, $Q_{md}=0.27$ l/s, $Q_{mh}=0.51$ l/s for the reservoir No. 2.

The domestic water supply system in the Nuevo San Juan Alto town center was evaluated. It was identified that 23.21% of the population did not have access to drinking water and a pumping and expansion system was proposed. The system was modeled in WaterCAD, where 87.6% met the MVCS specifications. To avoid high pressures in low areas, the implementation of pressure-breaking chambers was proposed. In addition, the water quality analysis revealed that the phosphorus parameter presented a concentration of 0.141 mg/l, exceeding the limit of 0.1 mg/l established by the Ministry of the Environment, which indicated the need to add copper sulfate.

Keywords:

System: Set of works necessary to capture, conduct, treat, store and distribute water from natural sources, whether underground or surface, so that they meet the maximum permissible limits for domestic use.

Evaluation: Estimate, appreciate, calculate the value of something.

Consumption variations: These are understood as exaggerated or untimely increases or reductions in current water consumption compared to average consumption.

Watercad: Commercial software for analysis, modeling and management of pressure networks (distribution or risk systems. Allows hydraulic simulation of a model

MVCS: Ministry of Housing, Construction and Sanitation.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Contextualización

El agua es esencial para la vida humana, pero el acceso limitado a fuentes de abastecimiento ha creado desigualdades en el desarrollo. En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el derecho humano al acceso al agua y al saneamiento. No obstante, hasta 2023, aproximadamente 296 millones de personas seguían dependiendo de fuentes no protegidas como pozos y manantiales, mientras que 115 millones utilizaban agua no tratada de ríos, lagos y estanques (OMS, 2023).

En Perú, aunque el país cuenta con abundantes recursos hídricos, el problema radica en la distribución desigual de este recurso (CARE, 2021). En la región de Cajamarca, solo el 53% de las viviendas tenían acceso a agua potable a través de redes públicas, lo que dejaba al 47% de la población sin un acceso adecuado (MIDIS, 2017).

Esta problemática también afecta a las zonas rurales de la Sierra, como el centro poblado de Nuevo San Juan Alto, donde 168 familias enfrentan problemas de desabastecimiento, enfermedades hídricas, falta de cobertura en el servicio de agua, y el agua que consumían tenía parámetros que excedían el límite establecido por el Ministerio del Ambiente.

1.1.2 Descripción del problema

En el centro poblado Nuevo San Juan Alto, el abastecimiento de agua para uso doméstico presenta algunas deficiencias. Este centro poblado está compuesto por 168 familias que enfrentan problemas significativos con el funcionamiento del sistema de agua, tanto en términos de distribución (cobertura) como de calidad. Estas deficiencias afectan directamente sus actividades cotidianas y aumentan el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua, como las enfermedades hídricas y otros.

Además, el alto contenido de ciertos elementos químicos en el agua como el fósforo, que excede los parámetros establecidos por el Ministerio del Ambiente, refleja la falta de un tratamiento adecuado en la fuente de abastecimiento. Esta situación representa una amenaza para la salud de los habitantes del centro poblado.

La creciente demanda de agua para uso doméstico, junto con el desabastecimiento y exceso de fósforo en el agua, genera un problema crítico que afecta

tanto la salud como el bienestar de la población del centro poblado Nuevo San Juan Alto, en Hualgayoc, Cajamarca.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la magnitud del desabastecimiento de agua de uso doméstico y exceso de contenido de fósforo en el centro poblado Nuevo San Juan Alto- Hualgayoc- Cajamarca, 2024?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Justificación científica

Desde una perspectiva científica, la presente investigación aporta una propuesta basada en una evaluación del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado de Nuevo San Juan Alto. Esta propuesta tiene como objetivo mejorar tanto la cobertura como la calidad del sistema de agua, fundamentales para garantizar el acceso a agua potable segura y suficiente para la población. Se espera que los resultados de esta investigación sirvan de base para la implementación de mejoras por profesionales de ingeniería, contribuyendo al desarrollo de un sistema más eficiente y sostenible.

1.3.2 Justificación técnica-práctica

Desde la perspectiva técnica-práctica, el resultado de la presente investigación aporta conocimiento en los procedimientos de evaluación de sistemas de abastecimiento de agua, que permitirá proponer mejoras necesarias basadas en criterios técnicos.

La investigación presenta una propuesta viable y eficiente, lo que se traduce en una mejora en la calidad del servicio. Esto se logra mediante una distribución más eficiente y mejorando la calidad del servicio de agua.

1.3.3 Justificación institucional y personal

Desde el contexto social-institucional, el resultado de la presente investigación aporta conocimiento, por un lado, a todas las personas, asociadas al campo de la ingeniería civil y recursos hídricos y por otro lado a los estudiantes de estas carreras profesionales ya que esta investigación ofrece información que puede servir como base para el desarrollo de futuras investigaciones académicas y la profundización de los conocimientos adquiridos en el aula. Así, se fomenta un ciclo continuo de aprendizaje y aplicación práctica, lo cual es clave para la innovación en estos campos.

Desde un enfoque personal, esta investigación ha sido una experiencia enriquecedora que me ha permitido profundizar en un tema clave dentro de la ingeniería civil y los recursos hídricos. A través de este proceso, he fortalecido mis conocimientos y habilidades de análisis e investigación. Además, este trabajo me ha motivado a seguir explorando áreas relacionadas con la ingeniería civil, con el objetivo de contribuir al desarrollo con propuestas de cambio en base a conocimientos técnicos aprendidos.

1.4 ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizará en el centro poblado Nuevo San Juan Alto-Hualgayoc.

La presente investigación se realizará en periodo de estiaje (mayo-noviembre)

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una limitación fue la imposibilidad de realizar el ensayo de esclerometría, debido a la falta de autorización por parte de las autoridades del centro poblado.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto, ubicado en el distrito de Hualgayoc, Cajamarca, en el año 2024, y desarrollar una propuesta de mejora basada en los resultados de dicha evaluación.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el centro poblado Nuevo San Juan Alto.
- Describir los componentes del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.
- Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.
- Evaluar la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.
- Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.
- Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Bonito, V. & Cevallos, A. 2021) en su trabajo de investigación, concluyen que, el caudal proporcionado por la estación de bombeo es de 2.5 l/s actualmente pero no es adecuado para satisfacer la demanda de agua, ya que necesita 3.54 l/s , y que el agua proveniente de la fuente que abastece el sistema es apta para continuar siendo captada y utilizada en el sistema de agua potable, sin embargo, necesita de un tratamiento posterior antes de ser transportada a los consumidores. Además, recomienda que se debe implementar un sistema de filtración compuesto por un “filtro grueso ascendente en capas” y un “filtro lento de arena” con el fin de eliminar la mayor parte de impurezas presentes en el agua cruda.

(Medina, L. 2022) en su trabajo de investigación, determinó que el sistema de agua potable en la comunidad Las Peñas no prestaba las condiciones necesarias para realizar una repotenciación por lo que se realizó un diseño de un nuevo sistema de agua potable para la población donde el caudal de la captación es 2.02 l/s y el volumen del reservorio es 26.21m³/d.

(Flores, J. & Rodríguez, M. 2019) en su investigación, abordaron la problemática de abastecimiento de agua en una comunidad rural, donde el caudal disponible era insuficiente para cubrir la demanda de la población. Concluyeron que la captación de agua debía ser optimizada mediante la ampliación de la infraestructura de captación y almacenamiento, y que el sistema de distribución no estaba alcanzando a todas las viviendas, lo que resultaba en una distribución desigual. Además, recomendaron la implementación de un sistema de tratamiento de agua que incluía filtros de arena y desinfección por cloración para garantizar la calidad del agua. Esta mejora integral del sistema de agua potable permitió que la comunidad mejorara su acceso y la calidad del servicio.

(Villacis, K. 2018) en su investigación concluye que el sistema de abastecimiento de agua cumple con varios de los parámetros establecidos en la normativa de diseño de sistemas de agua potable. El sistema garantiza el suministro continuo a los residentes, con una cobertura adecuada en las fuentes de abastecimiento, además de contar con válvulas de aire, desagüe y control. Se realiza un tratamiento convencional de

desinfección, utilizando accesorios de PVC y hierro. Las presiones, velocidades y pérdidas de carga se mantienen dentro de los límites establecidos por las normas de diseño y las especificaciones de la EPMAPS, con una presión mínima de 8.59 mca, una presión máxima de 64.09 mca, velocidades que oscilan entre 0.9 y 2.5 m/s, y pérdidas de carga menores a 6 m/km. Asimismo, los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua cumplen con los requisitos para ser considerada apta para el consumo humano. Cabe resaltar que este sistema cuenta con más de 70 años de operación continua.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

(Pineda, H. 2022) En su trabajo de investigación, concluye, que la dotación de agua que se requiere en el sistema de abastecimiento de agua pura del caserío La rinconada es de 75.91 litros por día por cada habitante, donde la población actual es de 626 personas y la línea de conducción de 991 m desde la captación hasta el reservorio de 15 m³ y será de tubería PVC C-10 de 2'' de diámetro.

(Tapia, M. 2019) En su trabajo de investigación, concluye, que el sistema de abastecimiento de agua potable de la zona operacional XII de la EPS.SEDACUSCO S.A presenta un 66.67% de eficiencia hidráulica de acuerdo a la escala Likert elaborada, ya que el puntaje obtenido fue de 4 el cual está dentro del rango de eficiente. Además de ello indica que para el año 2032 varios micro sectores no tendrán el servicio de agua en la hora de mayor consumo.

(Vargas, J., & Huayhua, H. 2020) en su estudio sobre el sistema de agua potable y alcantarillado en las comunidades de Ccollotaro y Ccoyaraquí, concluyeron que el sistema de captación actual no cubría adecuadamente las necesidades de la población, por lo que recomendaron la ampliación de la capacidad de captación a 3.2 l/s, así como la construcción de nuevos reservorios para mejorar la distribución del agua y evitar problemas de desabastecimiento durante los picos de consumo.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

(Sánchez, C. 2023) En su trabajo de investigación, concluye, que aproximadamente el 92% de la línea de conducción y ciertos tramos de la red de distribución, presentan velocidades menores a 0.60 m/s, además en la línea de conducción y red de distribución se presentan tramos con presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a. Y respecto a las conexiones domiciliarias se presentan presiones dinámicas

mayores a 50 m.c.a. 43.6% en el S.A.P. Yanayacu, 50.0% en el S.A.P. Bellavista y 23.6% en el S.A.P. Lancheconga.

(Díaz, D. 2023) En su trabajo de investigación, concluye, que en la red de distribución el 18.18% de las conexiones domiciliarias presenta fugas y el 81.82% se encuentran en buen estado, y en sus estructuras complementarias el 28.57% presentan fugas y el 71.43% se encuentran en buen estado. Además, la captación se encuentra en un buen estado de conservación, su funcionamiento es óptimo a pesar de no tener el mantenimiento adecuado.

(Bardales, Y. 2022) en su investigación trabajó con una muestra de 109 conexiones domiciliarias y en su análisis, concluyó que el reservorio y la línea de conducción se encuentran en buen estado, mientras que el segundo reservorio requiere una rehabilitación urgente. Además, el autor determinó los coeficientes de variación diaria (K1) y horaria (K2), obteniendo valores de 1.11 y 1.99, respectivamente. En cuanto a las presiones dinámicas, estas varían entre 5.00 m.c.a. y 22.00 m.c.a. Finalmente, el estudio señaló que el 76% de las conexiones domiciliarias presentan diversas deficiencias, lo que afecta la eficiencia y calidad del servicio.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Agua Potable:

(INEI, 2023) Es el agua que, por su calidad química, física y bacteriológica, es aceptable para el consumo humano.

El agua potable, también llamada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, a falta de éstas, se toman en cuenta normas internacionales. Los límites máximo permisibles (LMP) referenciales (**) para el agua potable de los parámetros que se controlan actualmente, se indican en el cuadro siguiente.

2.2.2 Agua de Uso doméstico:

(USGS, 2017) Este tipo de uso corresponde a la categoría de uso doméstico. Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que usted hace en su casa: tomar agua, preparar los alimentos, bañarse, lavar la ropa y los utensilios de cocina, cepillarse los dientes.

2.2.3 Evaluación:

(RAE, 2023) Estimar, apreciar, calcular el valor de algo.

Conjunto de actividades que sirven para dar un juicio, hacer una valoración, medir “algo” (objeto, situación, proceso) de acuerdo con determinados criterios de valor con que se emite dicho juicio.

2.2.4 Sistema de agua de Uso doméstico:

(USGS, 2017) Conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales para que cumplan los límites máximos permisibles para uso doméstico.

2.2.5 Demanda de agua de uso doméstico

La demanda de agua corresponde a la cantidad o volumen de agua usado con fines domésticos por la población.

(García, E. 2009) Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son: periodo de diseño, población actual y futura, dotación de agua, cálculo de caudales.

2.2.5.1 Período de diseño.

(Agüero, R. 1997) Se define como el período de tiempo durante el cual la capacidad en la conducción del gasto deseado o la existencia física de las instalaciones del sistema sea 100% eficiente y pueda cumplir su función satisfactoriamente.

Se determina, considerando:

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

Tabla 1

Períodos de diseño máximos de infraestructura sanitaria

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

Fuente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.5.2 Población actual y futura.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_i : Población inicial (habitantes)

P_d : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Período de diseño (años).

2.2.5.3 Dotación de agua.

(MVCS, 2018) La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda.

Tabla 2

Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

<i>Región</i>	<i>Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab.d)</i>	
	<i>Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)</i>	<i>Con arrastre hidráulico (Tanque séptico mejorado)</i>
<i>Costa</i>	60	90
<i>Sierra</i>	50	80
<i>Selva</i>	70	100

Fuente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.5.4 Variaciones de consumo

2.2.5.4.1 Consumo máximo diario

(Agüero, R. 1997) Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{md} : Caudal máximo diario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

2.2.5.4.2 Consumo máximo horario

(Agüero, R. 1997) Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

Se debe considerar un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 2 \times Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{mh} : Caudal máximo horario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

2.2.6 Sistema de abastecimiento de agua:

(Vargas & Huayhua, 2020, p. 24) Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema.

Existen siete alternativas disponibles para sistemas de potable para el consumo humano, de diversas fuentes de agua. De dichas alternativas, tres (03) corresponden a sistemas por gravedad, tres (03) a sistemas por bombeo y uno (01) a sistema de captación pluvial.

a. Sistemas por gravedad

a.1. Con tratamiento

SA-01: Captación por gravedad, línea de conducción, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

a.2. Sin tratamiento

SA-03: Captación de manantial (ladera o fondo), línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

SA-04: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

b. Sistemas por bombeo

b.1. Con tratamiento

SA-02: Captación por bombeo, línea de impulsión, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

b.2. Sin tratamiento

SA-05: Captación de manantial (ladera o fondo), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

SA-06: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución (PEAD).

c. Sistemas pluviales

SA-07: Captación de lluvia en techo, reservorio, desinfección.

2.2.7 Cobertura

(RAE, 2023) Extensión territorial que abarcan diversos servicios. En esta investigación cobertura de agua se refiere al porcentaje de la población que tiene acceso a una fuente de agua potable segura y confiable. Se considera que un sistema de agua tiene "buena cobertura" cuando la mayor parte de la población tiene acceso constante y

seguro a fuentes de agua que cumplen con los estándares de calidad, tanto en cantidad como en calidad.

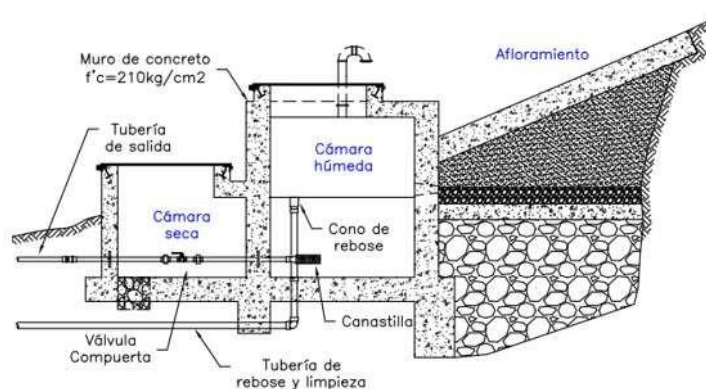
2.2.8 Fuentes de abastecimiento

2.2.8.1 Manantial de Ladera

(MVCS, 2018) Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse.

Figura 1

Manantial de Ladera



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

Para el diseño de las captaciones de manantiales deben considerarse los siguientes componentes:

- Cámara de protección, para las captaciones de fondo y ladera es muy importante no perturbar el flujo de agua que emerge de la vertiente. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes y permitan captar el agua necesaria para el proyecto. Debe contar con losa removible o accesible (bruñido) para mantenimiento del lecho filtrante.
- Tuberías y accesorios, el material de las tuberías y accesorios deben ser inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se deben calcular en función al caudal máximo diario, salvo justificación razonada. En el diseño de las estructuras de captación, deben preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes. Al inicio de la tubería de conducción se debe instalar su correspondiente canastilla.

- Cámara de recolección de aguas, para las tomas de bofedal, es importante que la cámara de recolección se ubique fuera del terreno anegadizo y permita la recolección del agua de todas las tomas (pueden haber más de un dren).
- Protección perimetral, la zona de captación debe estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales

2.2.8.1.1 Criterios de Diseño

(MVCS, 2018) Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda $\leq 0,6$ m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios.

2.2.8.1.1.1 Determinación del ancho de la pantalla

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

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

Qmax : gasto máximo de la fuente (l/s)

Cd : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)

G : aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

H : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

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

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

Velocidad de paso asumida: $V_2 = 0.60$ m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Por otro lado:

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

D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

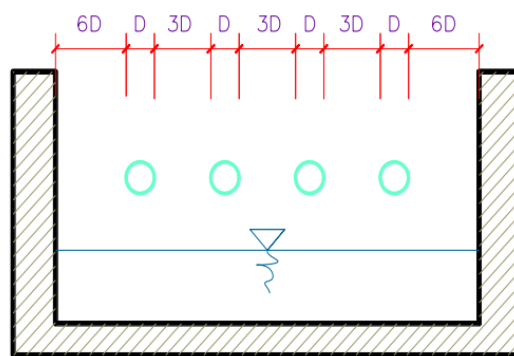
- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

Figura 2

Determinación de ancho de pantalla



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

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

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

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

$$H_f = H - h_o$$

H : carga sobre el centro del orificio (m)

Ho : pérdida de carga en el orificio (m)

Hf : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

- Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

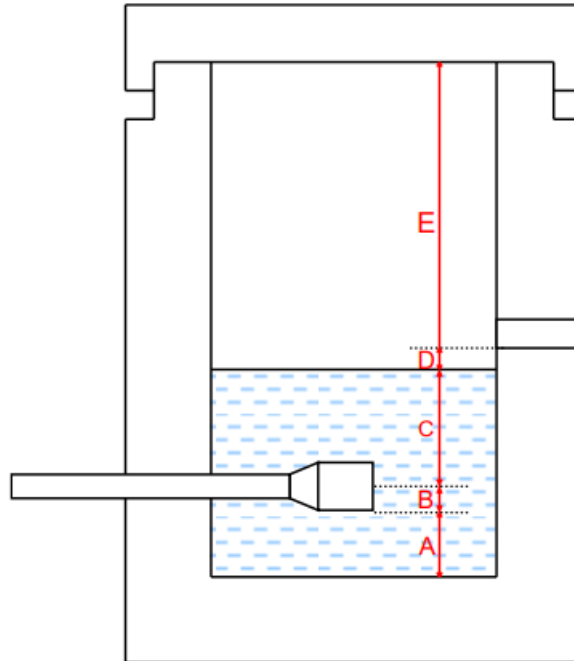
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

L : distancia afloramiento – captación (m)

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

Figura 3

Cálculo de la cámara húmeda.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

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

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).

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

Q_{md} : caudal máximo diario (m/s)

A : área de la tubería de salida (m²)

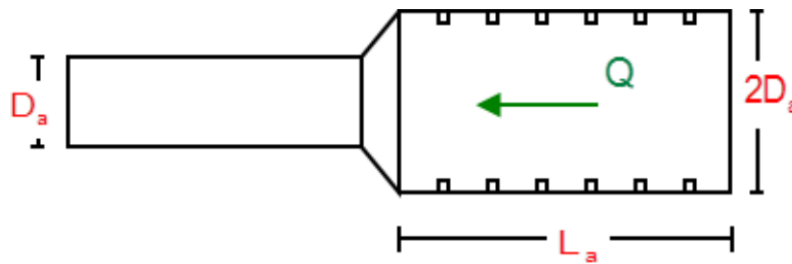
- Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (A) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3DC$ y menor de $6DC$.

$$H_f = H - h_o$$

Figura 4

Dimensionamiento de la canastilla.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

- Diámetro de la Canastilla

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

- Longitud de la Canastilla

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

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

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

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

Donde:

Qmax : gasto máximo de la fuente (l/s)

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

Dr : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.2.9 Línea de Conducción

(MVCS, 2018) Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente.

Figura 5

Línea de conducción



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.9.1 Caudales de diseño

(Agüero, R. 1997) La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmd). El que se estima considerando el caudal medio y el factor K1 del día de máximo consumo.

2.2.9.2 Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima mayor o igual a 0,60 m/s
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s sise justifica razonadamente.

2.2.9.3 Criterios de diseño

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

$$V = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Donde:

V : velocidad del fluido en m/s

n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

R_h : radio hidráulico

I : pendiente en tanto por uno.

2.2.9.4 Cálculo de diámetro de la tubería

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

$$H_f = 10.674 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.86}} \times L$$

Donde:

H_f : Pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m³/s

D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional) (PVC C=150)

L : Longitud del tramo, en m.

Pérdida de carga unitaria (hf): Darcy – Weisbach.

Darcy – Weisbach para tuberías.

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

Hf: Perdida de energía por fricción (m)

L: Longitud de la tubería en (m).

D: Diámetro de la tubería en (m)

V: Velocidad media del flujo en (m/s)

g: Aceleración gravitacional en (m/s²)

f: Coeficiente de perdida.

2.2.10 Cámara Rompe Presión

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

- El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento

2.2.11 Válvula de control

Las cámaras donde se instalarán las válvulas de control deben permitir una cómoda construcción, pero además la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua, además de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución.

La estructura que alberga será de concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

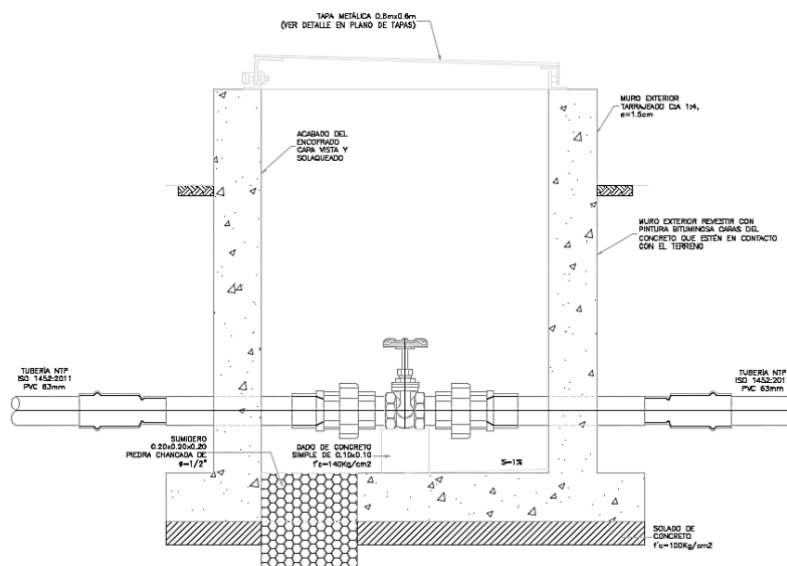
Los accesorios serán de bronce y PVC.

2.2.11.1 Cálculo hidráulico

- La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.
- En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.
- Se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Figura 6

Cámara de válvula de control



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.12 Válvula de aire

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
 - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
 - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
 - Expulsión continúa de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
 - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
 - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
 - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas: - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
 - Instalación: Embridada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las

conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.

- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
 - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
 - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
 - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
 - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
 - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
 - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
 - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.
- A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción.

Los tipos de válvulas de aire son:

✓ Válvula de aire manual

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

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

✓ Válvula de aire automática

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución

del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas).

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

2.2.12.1 Memoria de cálculo hidráulico

2.2.12.1.1 Válvula de aire manual

Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m², tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.

(MVCS, 2018) La estructura será de concreto armado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son 0,60 m x 0,60 m x 0,70 m, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

2.2.12.1.2 Válvula de aire automática

Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m², tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

(MVCS, 2018) La estructura será de concreto armado $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son 0,60 m x 0,60 m x 0,70 m, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

2.2.13 Válvula de purga

Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.

(MVCS, 2018) Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

2.2.13.1 Cálculo hidráulico

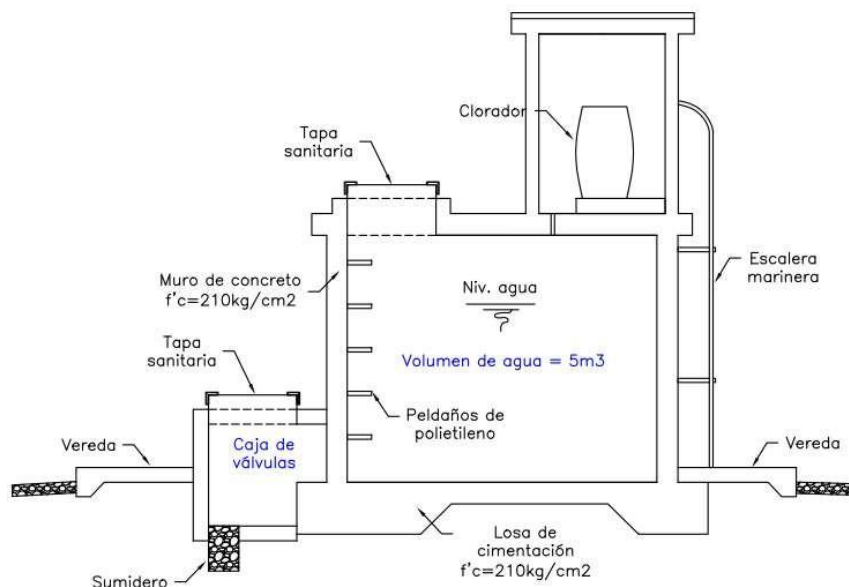
- Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
- La estructura sea de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ y el dado de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
- El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

2.2.14 Reservorio

(MVCS, 2018) Estructura destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Ubicado cercano a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema. por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión, o de alguna combinación de las mismas.

Figura 7

Modelo de reservorio



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

2.2.14.1 Criterios de diseño

(MVCS, 2018) El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de Q_p .

Los reservorios deben de contar con las siguientes características:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida, una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
- La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
- La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.

- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2.20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

2.2.14.2 Sistema de desinfección

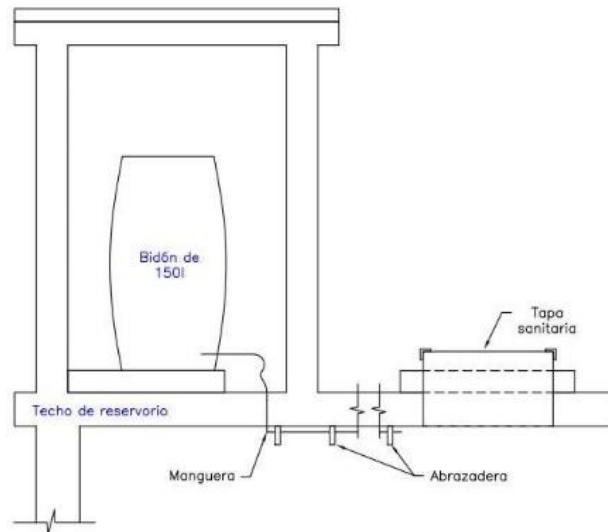
Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias.

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

(MVCS, 2018) Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro.

Figura 8

Sistema de desinfección por goteo



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

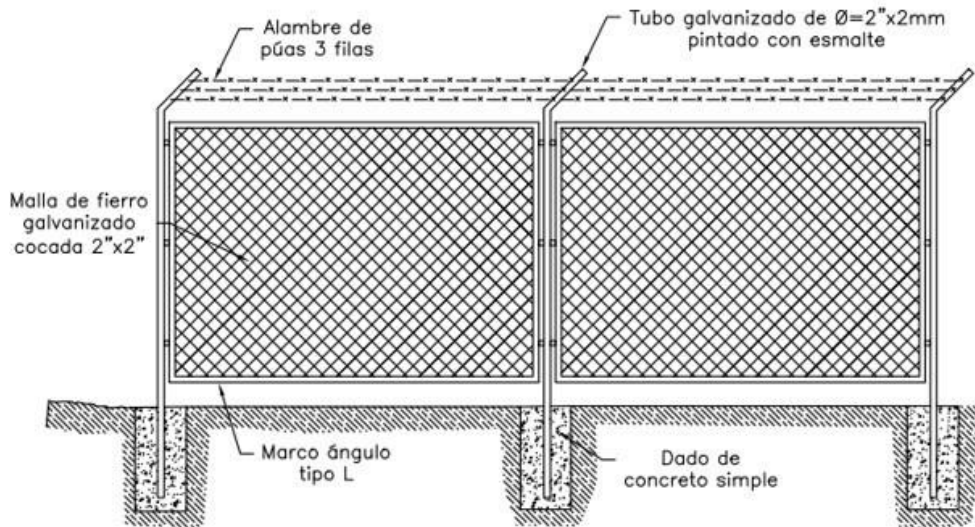
2.2.14.3 Cerco perimétrico de reservorio

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

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

Figura 9

Cerca perimétrica de reservorio



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

2.2.15 Estación de Bombeo

(MVCS, 2018) Son un conjunto de estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o a una PTAP.

Las estaciones de bombeo pueden ser:

- Fijas, cuando la bomba se localiza en un punto estable y no es cambiada de posición durante su período de vida útil.
- Flotantes, cuando los elementos de bombeo se localizan sobre una plataforma flotante. Se emplea sobre cuerpos de agua que sufren cambios significativos de nivel (Caissones o balsas).

2.2.15.1 Criterios de diseño

- Los componentes principales que deben ser diseñados son la sumergencia mínima, la potencia del equipo de bombeo y el volumen de la cámara de bombeo, todo ello en base a los caudales de diseño. Para el diseño de las estaciones de bombeo, deben determinarse dos caudales:
 - Caudal de ingreso desde la fuente de agua: debe ser igual o superior al caudal medio diario.

- Caudal de bombeo: el equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.
- El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.
- Se debe diseñar una sola unidad con una capacidad de bombeo suficiente para cubrir el 100% de la capacidad requerida más una de reserva de la misma capacidad que funcione alternadamente.
- Se debe estudiar la programación de las bombas en función del caudal para que el consumo energético sea el menor posible.

2.2.16 Redes de distribución

(MVCS, 2018) Permite conducir el agua tratada hasta cada vivienda utilizando un conjunto de tuberías, estructuras, obras de arte, accesorios y conexiones domiciliarias.

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

2.2.16.1 Velocidades admisibles

(MVCS, 2018) 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.

2.2.16.2 Presiones de servicio

(MVCS, 2018) Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

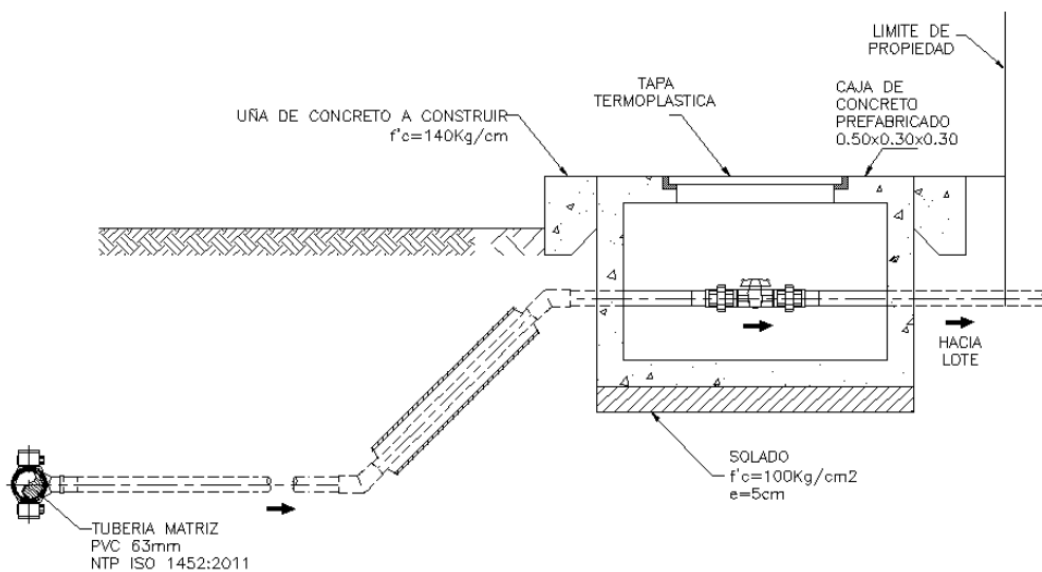
- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

2.2.17 Conexiones domiciliarias

- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2”).
- La conexión domiciliaria se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Figura 10

Conexión domiciliaria



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

2.2.18 La operación y mantenimiento

(Pita, G. 2022) La operación es el conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente según las especificaciones de diseño.

(Pita, G. 2022) El mantenimiento se realiza con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones.

2.2.19 Funcionamiento adecuado

El funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua es adecuado cuando tiende a ser sostenible; las condiciones que garantizan la sostenibilidad de los servicios de saneamiento en el ámbito rural deben permitir lo siguiente:

- Funcionar de forma apropiada y continua durante el periodo de diseño o vida útil de la infraestructura instalada.
- Asegurar una calidad óptima del servicio de abastecimiento de agua potable, en la cual la continuidad y calidad del agua para consumo no afecte negativamente la salud de las personas.
- Los costos de operación y mantenimiento del servicio de abastecimiento de agua, debe ser cubierto por la comunidad con el pago de la cuota familiar.
- Las opciones tecnológicas para los servicios de saneamiento deben ser aceptadas previamente por la comunidad, desde los aspectos constructivos hasta los de operación y mantenimiento.

(Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural)

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El centro poblado de Nuevo San Juan Alto está ubicado en el distrito de Hualgayoc, se ubica en la zona norte de la cordillera de Los Andes del Perú, en la provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

Departamento	:	Cajamarca.
Provincia	:	Hualgayoc
Distrito	:	Hualgayoc
Centro poblado	:	Nuevo San Juan Alto
Norte	:	9249014.878
Este	:	768887.337
Altitud	:	3429.693
Datum	:	WGS-84
Zona	:	17M

Figura 11

Ubicación geográfica de la zona de intervención del proyecto



Fuente: Google Earth

Imagen 1

Ubicación del ámbito del proyecto – Perú



Fuente: Google

Imagen 2

Ubicación del ámbito del proyecto – Región Cajamarca



Fuente: Google

Imagen 3

Ubicación del ámbito del proyecto – Provincia Hualgayoc



Fuente: Google

Imagen 4

Ubicación del ámbito del proyecto-Distrito Hualgayoc



Fuente: Google

3.1.2 Población

Según información de campo, en el centro poblado de estudio existen 166 familias y el número promedio de miembros por familia es 5. El centro poblado Nuevo San Juan Alto cuenta con 830 habitantes (año 2024). De dicho total solo 129 familias son abastecidas con el sistema de agua potable.

3.1.3 Vías de acceso

Para llegar a la zona de estudio desde la ciudad de Cajamarca se accede vía terrestre por carretera asfaltada hasta la ciudad de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc.

Tabla 3

Vías de Acceso

TRAMOS	DISTANCIA	CAMIONETA
Departamento de Cajamarca - Distrito de Hualgayoc	71.9 Km	02 h + 00'
Ciudad de Hualgayoc – Nv.San Juan Alto	6.8 km	00 h + 50'

Fuente: Elaboración propia

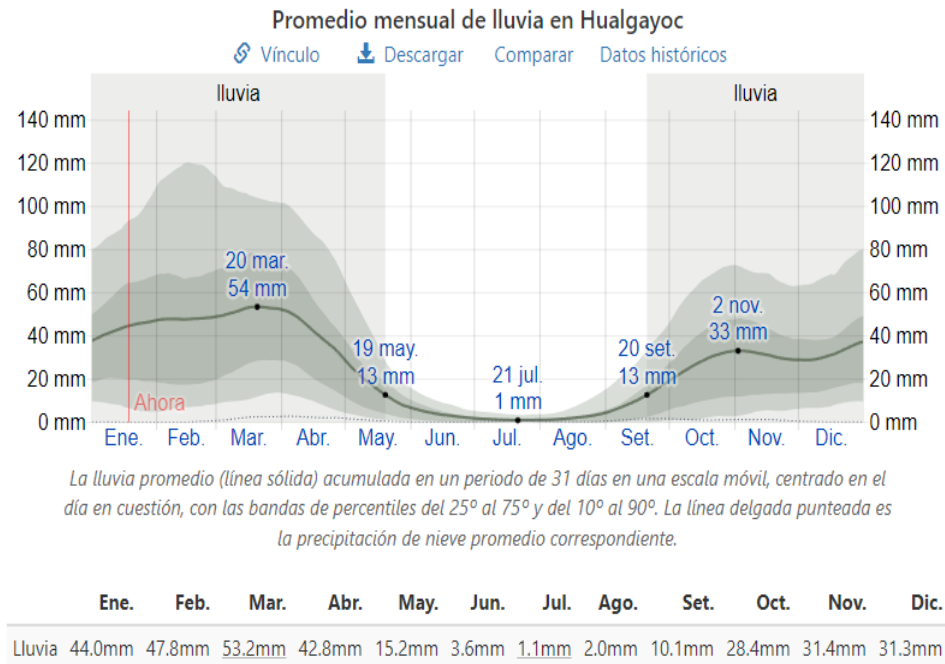
3.1.4 Clima

El clima de la zona de estudio se caracteriza por presentar precipitaciones en el período de noviembre a marzo. En cuanto a la temperatura se presenta muy variada, en las partes bajas presenta variaciones desde -1° a 14°C , presentando un promedio de 12°C , registrándose temperaturas muy bajas en el período Junio a Julio y, las más altas entre noviembre a diciembre. En las partes altas se presentan temperaturas mínimas de -4°C y máximas de 16°C , presentando un promedio de 10°C .

La estación lluviosa se inicia en el mes de noviembre y continúa hasta mediados del mes de abril, mientras que la estación seca se inicia en el mes de abril y dura hasta el mes de noviembre con presencia de lluvias esporádicas; debido a las consideraciones expuestas, el clima puede clasificarse como de temperatura seca.

Imagen 5

Promedios mensuales de lluvias en el distrito de Hualgayoc



Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/19971/Clima-promedio-en-Hualgayoc-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

3.1.5 Topografía

Ubicado en la subcuenca del río Arazcorgue, cuenta con un relieve muy accidentado: cerros elevados sin vegetación, mesetas, montes, colinas, reservas minerales, pampas ubicadas en la parte dominante de la cordillera con pastos naturales, barrancos, valles pequeños y un paso o abra en el distrito: Coimolache, a 4,000 m s. n. m. en la vertiente occidental-oriental. Los suelos son irregulares, aptos para pastos naturales y ganadería extensiva entre los 3,600 a 4,650 m s. n. m.

La altitud promedio del distrito es de 3,500 msnm, existiendo zonas altas que van hasta los 4,650 msnm; la superficie total del distrito de Hualgayoc es de 226,2 km² y el relieve muy accidentado: cerros elevados sin vegetación, mesetas, montes colinas, reservas minerales, pampas ubicadas en la parte dominante de la cordillera con pastos naturales, valles pequeños y un paso o abra.

3.2 MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES

3.2.1 Materiales

- Libreta y lapicero; instrumentos que servirán para anotar la información obtenida de la evaluación del sistema en estudio, permitirá realizar los registros respectivos.
- Wincha; instrumento necesario para realizar mediciones de los elementos en estudio.
- Depósito; para medir el caudal de la captación.
- Cuestionario; instrumento que evidenciará los problemas de abastecimiento, operación y mantenimiento desde la perspectiva de los pobladores de la zona de estudio.

3.2.2 Equipos

- Manómetro; equipo necesario para medir presiones en puntos clave.
- GPS; equipo necesario para realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Cámara fotográfica; necesario para registrar deficiencias identificadas durante el recorrido de la zona de estudio.
- Laptop; equipo necesario para el procesamiento de datos.
- Cronometro

3.2.3 Softwares.

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft PowerPoint
- AutoCAD; software necesario para la elaboración de planos.
- WaterCAD V8i; software necesario para el modelamiento del sistema.

3.3 HIPOTÉISIS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Hipótesis general

El funcionamiento del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto no es adecuado y requiere mejoramiento.

3.3.2 Definición de variable

Sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.

3.3.3 Dimensiones

- La demanda de agua de uso doméstico.
- Infraestructura del sistema de agua de uso doméstico.
- Operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.

3.3.4 Categorías

- Caudal.
- Estado actual.
- Servicio de abastecimiento.

3.3.5 Operacionalización de variables

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO- HUALGAYOC-CAJAMARCA,2024						
TÍTULO						
Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Definición operacional de las variables			
			Dimensiones	Categorías	Indicadores	Unidad de medida
El funcionamiento del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto no es adecuado y requiere mejoramiento.	Sistema de agua de uso doméstico.	Se refiere al conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales para que cumplan los límites máximos permisibles para el uso doméstico de la población. (Huamán, A.2021)	Demanda de agua de uso doméstico.	Caudal.	Cantidad del agua	Litros/seg.
			Infraestructura del sistema de agua de uso doméstico.	Estado actual.	Estructural	Kg/cm ²
					Hidráulicamente	Diámetro Presión
Operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.	Servicio de abastecimiento.	Percepción del usuario	Aceptación			

3.3.6 Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO- HUALGAYOC-CAJAMARCA,2024				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿Cuál es el funcionamiento del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto?	General	Evaluar el sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto, ubicado en el distrito de Hualgayoc, Cajamarca, en el año 2024, y desarrollar una propuesta de mejora basada en los resultados de dicha evaluación.	El funcionamiento del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto no es adecuado.	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo. Diseño de la investigación: No experimental Población: Sistemas de agua de uso doméstico de Hualgayoc. Muestra: Sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto. Unidad de Análisis: Sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto. Técnicas e Instrumentos de
	Específicos	Describir los componentes del sistema de agua de uso doméstico en el Centro poblado Nuevo San Juan Alto. Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San		

Juan Alto.

Evaluar la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.

Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado Nuevo San Juan Alto.

Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.

recolección de datos:

-Técnicas: Observación directa, encuestas y medición.

-Instrumentos: Cámara fotográficas, cuestionario, GPS diferencial, wincha y computadora.

Análisis e interpretación de datos:

-Gráficos en Excel, planos.

-Revisión documentaria.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

El estudio es de tipo aplicado, ya que implica la recolección de datos y su análisis, con un enfoque descriptivo acorde a los objetivos de investigación.

El nivel de la investigación es descriptivo, dado que se evaluará el sistema de abastecimiento de agua para uso doméstico en el centro Poblado Nuevo San Juan Alto durante un periodo determinado.

El diseño de la investigación es no experimental y de corte transversal, ya que se analizará la realidad tal como es, sin modificar ni manipular las variables de estudio.

3.4.2 Población de estudio

Sistema de agua de uso doméstico de Hualgayoc-Cajamarca.

3.4.3 Muestra

Sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto.

3.4.4 Unidad de análisis

Sistema de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto.

3.4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de información emplearemos la observación directa, encuestas y medición que nos ayudarán a identificar y cuantificar los elementos del sistema en estudio.

Revisión documentaria que contribuirá a una mejor comprensión del funcionamiento del sistema y a la formulación de propuestas de mejora basadas en datos confiables.

Usaremos como instrumentos de ayuda: cámara fotográfica, cuestionario, manómetro, GPS diferencial, wincha y computadora para el tratamiento de la información.

3.4.6 Análisis e interpretación de datos

Para el análisis e interpretación de datos se procederá de acuerdo a los lineamientos planteados en la Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Para el procesamiento de datos en gabinete

se utilizarán software como Autocad, Watercad, Excel, Word, Power Point. Al culminar esta fase se procederá con la elaboración del informe final.

3.5 PROCEDIMIENTO, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se procedió a programar visitas técnicas para reconocer el sistema de abastecimiento de agua de uso doméstico del centro poblado Nuevo San Juan Alto y describir detalladamente el estado actual de los componentes del sistema: concreto, tuberías, accesorios, pintura, tapas y cercos perimétricos.

Se realizó el chequeo hidráulico en base a la norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de las dimensiones, capacidades de almacenamiento, velocidades, aforos y presiones de cada componente del sistema en estudio con ayuda de los instrumentos y equipos anteriormente descritos.

Se realizaron mediciones de los consumos de agua en los reservorios durante 2 semanas en dos distintos meses, para calcular variaciones de consumo: caudal promedio, máximo diario y máximo horario para verificar que los diámetros de las tuberías, velocidades admisibles, presiones máximas y dimensiones de estructuras se encuentren adecuadas.

Una vez registrados todos los datos en campo se procederá a realizar el trabajo en gabinete con la ayuda del software WaterCad y excel que nos proporcionarán resultados, los cuales serán analizados y discutidos tomando en cuenta la normativa vigente.

Finalmente, los cuestionarios serán llenados por los pobladores de la zona de estudio y ayudarán a evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico y a partir de ello se generará una propuesta de mejora respecto a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

4.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO POBLADO NUEVO SAN JUAN ALTO

a. Características Físicas.

El centro poblado de Nuevo San Juan Alto presenta una topografía un poco accidentada, presenta un clima templado con temperatura promedio de 10 a 12°C, descendiendo éstas durante los meses de invierno (Noviembre – Abril) en el cual se presentan con fuertes e intensas lluvias. Tiene plantaciones forestales como el Eucalipto, Ciprés, Pino, etc., además presenta gran diversidad de plantas silvestres, no presenta características de deslizamientos ni derrumbes que afecten algún tipo de infraestructura.

b. Vías de Comunicación.

Los habitantes del área de influencia del proyecto acceden a su centro poblado viajando desde la Capital del Distrito de Hualgayoc hasta el centro poblado a través de una trocha afirmada, recorriendo una distancia de 6.8 km.

c. Principales Actividades Económicas del Área de Influencia y Niveles de Ingreso.

- La población del centro poblado Nuevo San Juan Alto, la gran mayoría se dedica a la agricultura y la ganadería, pequeña industria.
- La población percibe un ingreso promedio de S/. 500.00 mensual.

d. Aspectos socioeconómicos.

Las actividades que realizan en la zona de influencia del proyecto son medianamente rentables como son la producción de papa, oca, maíz, trigo, etc. Y la producción de leche, lo que hace que la población tenga algunas posibilidades de desarrollo socioeconómico.

La ausencia de infraestructura de sistemas de agua potable hace que la población emigre a lugares donde se tenga todos los servicios básicos abandonando sus actividades y dedicándose a otras diferentes, también por la educación de sus hijos la ausencia de escuelas y colegios le obliga a salir de la zona.

Por el consumo de agua que no es potable, la población adquiere enfermedades de origen hídrico como gastrointestinales sobre todo los niños que hace que sus ingresos

que tiene cada familia se lo gasten en acudir a los centros de salud y comprar medicina. Además, la población no cuenta con infraestructura de saneamiento que hace que la población elimine excretas de manera inadecuada alterando de esta manera el medio ambiente y la salud en general.

e. Características de edificaciones

Las viviendas que presentan la mayoría de beneficiarios están construidas de adobe, tapial y quincha, de acuerdo a las condiciones económicas de cada una de las familias, su ocupación principal es su producción de cultivos y leche en los meses de estiaje se dedican a otras actividades como la construcción, empleo doméstico.

f. Salud, Higiene y Saneamiento Básico.

Las enfermedades más comunes de la población es la de origen hídrico.

La población se ha dado cuenta que el origen de las enfermedades es por causa del consumo de agua no potable y la falta de infraestructura de saneamiento.

Algunas familias combaten estas enfermedades acudiendo al centro de salud y algunas campañas de salud que organiza las autoridades del distrito.

g. Tipo de servicios públicos.

El centro poblado Nuevo San Juan Alto cuenta con servicio de agua potable y electrificación, este último proporcionado por la empresa ElectroNorte. Sin embargo, ambos servicios no ofrecen cobertura total.

h. Características educativas

El centro poblado de Nuevo San Juan Alto cuenta con la Institución Educativa Públicas: I.E-Primaria N°101136 y Jardín N°609, que brinda el servicio educativo.

i. La Unidad Productora de Bienes o Servicios.

El centro poblado de Nuevo San Juan Alto cuenta con un sistema de agua potable con una antigüedad de 9 años, no cuenta con infraestructura de saneamiento básico, esta situación origina los altos índices de parasitosis, enfermedades gastrointestinales y cutáneas que particularmente afecta a los niños.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

4.1.2.1 Captación

El sistema de agua potable de la localidad en estudio es abastecido por una captación de concreto armado, que tiene la función de recoger el agua de una fuente superficial.

La Captación de ladera de fuente superficial se le llama La Shita y tiene una antigüedad de 9 años.

Captación La Shita

La captación La Shita se encuentra ubicada en las coordenadas UTM E:768793.719 – N:9248340.899 a una altitud de 3440.937 msnm.

Fotografía 1

Captación la Shita



Nota: Estado actual de la captación que abastece a los dos reservorios.

La captación estudiada proviene de una fuente subterránea (manantial de ladera) la cual emerge espontáneamente en la superficie de la tierra y tiene protección del afloramiento y la estructura cuenta con 7 orificios de entrada de 2”, la estructura cuenta con una cámara seca donde se encuentran las válvulas de control.

Fotografía 2

Interior de la captación La Shita-Época de lluvias



Nota: Infraestructura hidráulica – afloramiento

Fotografía 3

Interior de la captación La Shita-Época de Estiaje



Nota: Infraestructura hidráulica – afloramiento

Fotografía 4:

Orificios de entrada de la captación-7



Nota: Infraestructura hidráulica – afloramiento

- El concreto de la cámara de protección del afloramiento cubre toda el área de recolección de agua y se encuentra en un buen estado al igual que la tapa (0.60x0.60m) , por su parte la cámara de recolección de aguas al igual que toda la estructura existente no presenta daños.
- La cámara húmeda tiene las dimensiones de 2.70 m x 2.96 m y de 1.90 m de altura; además, cuenta con una tubería de rebose de diámetro 2” y de altura 1.50 m, con una tubería de salida de 2” y una canastilla de 4”. Por su parte, la cámara seca tiene 1.18 m x 1.37 m x 1.00 m de altura.
- La captación está adecuadamente protegida por un cerco perimetral y con un drenaje alrededor de estas que evacua aguas superficiales. Las tuberías y accesorios se encuentran en buen estado.

Fotografía 5

Interior de la Cámara húmeda de la captación La Shita



Nota: Infraestructura hidráulica – cámara húmeda de la captación

Fotografía 6

Interior de caja de válvulas



Nota: Infraestructura hidráulica – caja de válvulas

Fotografía 7

Toma de medidas de Tapas de la captación.



Nota: Infraestructura hidráulica – toma de medidas

4.1.2.2 Línea de conducción

La línea de conducción cuenta con un aproximado de 1969.50 ml de material PVC C-10 de 1.5” de diámetro. La red no cuenta con válvulas de aire y para evitar el acumulamiento de aire en la tubería de conducción se había previsto romper la tubería con taladro en ciertas partes estratégicas en la línea ocasionando de una cierta manera pérdidas de agua.

Tabla 4

Características de la tubería de línea de conducción.

Diámetro	Longitud (ml)	Material	Clase	Estado operativo
1.5”	1969.50	PVC	10	Activo

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3 Reservorio

Existen dos reservorios apoyados de concreto armado que tienen la función de almacenar el agua que proviene de la captación La Shita que tienen como función almacenar el agua durante la noche y así lograr abastecer en el día a los usuarios.

Reservorio N°1: se localiza en coordenadas este: 768887.337 y norte: 9249014.9 y cota de 3428.849 m s. n. m. con una capacidad de 13 m³ de forma circular.

Su construcción forma parte del proyecto Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable e instalación de letrinas sanitarias en el Caserío de Nuevo San Juan Alto, distrito de Hualgayoc - Hualgayoc – Cajamarca (2015). Su estructura y accesorios no cuenta con ningún daño y se encuentra en un buen estado permitiendo su correcto funcionamiento; tiene una caseta de cloración que fue construida en el año 2018 de paredes de ladrillo, puerta metálica y techo de calamina, la estructura se encuentra pintada y conservada sin embargo la puerta se encuentra rota de las bisagras.

El reservorio de almacenamiento tiene una altura total exterior de 1.94m (excluyendo la caseta de cloración), cuenta con una tapa metálica de 0.60x0.80m y un perímetro de 10.55m, la caja de válvulas es de 1.17mx1.44m y 0.92m de altura que cuenta con una tapa metálica de 0.60x0.60m, la caseta de cloración tiene una altura de 1.92m en el frontis y 1.80m en la parte trasera, y medidas de 1.40mx1.40m ; la puerta

de entrada es metálica y tiene una longitud de 1m; contiene en su interior un tanque de 600L para la cloración.

La estructura se encuentra protegida por un cerco perimétrico en buen estado.

Fotografía 8

Reservorio N°1 circular 13m³



Nota: Estado actual del reservorio N°1.

Fotografía 9

Medida del perímetro de reservorio N°1



Nota: Medida perimétrica del reservorio N° 1 para hallar el diámetro

Fotografía 10

Caja de válvulas de R1



Nota: Inspección de la caja de válvulas del reservorio N° 1

Fotografía 11

Interior de la caseta de cloración de R1



Nota: Inspección de la caseta de cloración del reservorio N° 1

Fotografía 12

Tapa que cubre la Tubería de limpia



Nota: Inspección de la tapa de cubre la tubería de limpia de reservorio N°1

Fotografía 13

Tubería de limpia de R1



Nota: Inspección de la tubería de limpia de reservorio N°1

Reservorio N°2: se localiza con coordenadas este: 768595.947 y norte: 9250005.89 y cota de 3428.50 m s. n. m. con una capacidad 9 m³ de forma circular. Este reservorio fue construido en el proyecto anteriormente mencionado.

Su infraestructura se encuentra en buen estado, no se observan deterioros del concreto ni del acero en la tapa. Tiene una caseta de cloración que fue construida en el año 2018 de paredes de ladrillo, puerta metálica y techo de calamina, la estructura se encuentra pintada y conservada.

Fotografía 14

Reservorio circular N°2 9m3



Nota: Estado actual del reservorio N°2.

El reservorio de almacenamiento tiene una altura total exterior de 1.82m (excluyendo la caseta de cloración), cuenta con una tapa metálica de 0.60x0.80m y un perímetro de 9.12m, la caja de válvulas es de 1.14mx1.44m y 0.84m de altura que cuenta con una tapa metálica de 0.60x0.60m, la caseta de cloración tiene una altura de 1.90m en el frontis y 1.80m en la parte trasera, y medidas de 1.50mx1.40m ; la puerta de entrada es metálica y tiene una longitud de 1m; contiene en su interior un tanque de 600L para la cloración.

La estructura se encuentra protegida por un cerco perimétrico en buen estado.

Fotografía 15

Caja de válvulas de R2



Nota: Inspección de la caja de válvulas del reservorio N° 2

Fotografía 16

Interior de la caseta de cloración de R2



Nota: Inspección de la caseta de cloración del reservorio N° 1

Fotografía 17

Tubería de limpia de R2



Nota: Inspección de la tubería de limpia de reservorio N°1

4.1.2.4 Redes de distribución

Se tiene la instalación de 3.12 ml de línea de aducción de tubería PVC de diámetro 1" (para el primer reservorio) y de 3.16 ml de línea de aducción de tubería PVC de diámetro 1" (para el segundo reservorio).

En la red de distribución hay un aproximado de 5,808.46 ml de tubería de PVC de diámetro 0.75" y 3,677.23 ml de tubería de PVC de diámetro 1" y 6,009.72 ml de tubería de 0.5" de PVC

Dentro de la red de distribución existen 13 CRP VII; 2 cajas de válvulas de aire, 10 válvulas de purga, 18 válvulas de control.

Tabla 5

Características de la tubería de la línea de aducción y distribución.

Diámetro	Longitud (ml)	Material	Clase	Estado operativo
1"	3.12	PVC	10	Línea de aducción Activo
1"	3.16	PVC	10	
3/4"	11,071.8	PVC	10	Línea de distribución Activo
1"	3,892.37	PVC	10	
1/2"	819.12	PVC	10	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.5 Cámara de válvulas

Las cámaras de válvulas son de concreto armado, no presentan daños estructurales, cuentan con un drenaje que evita el contacto del concreto con la humedad del terreno, la tapa de la estructura es metálica y se encuentra afectada por la corrosión debido a la exposición a la intemperie.

El sistema cuenta con 13 CRP VII; 2 cajas de válvulas de aire, 10 válvulas de purga, 18 válvulas de control.

4.2 EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRAÚLICO

4.2.1 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL

4.2.1.1 Dotación

Para conocer la cantidad de agua real que satisface las necesidades diarias de la población y al no existir la instalación de medidores de agua en las instalaciones domiciliarias se realizaron medidas de la altura de agua consumida por hora en los reservorios.

La medida del nivel de agua consumida por hora (altura útil) se realizó 7 días y se midió desde el nivel del tubo de rebose hasta el nivel superior de la tubería de salida y los resultados de registros de alturas consumidas por hora se muestran a continuación:

$H_{\text{consumida}}$: Medidas registradas los reservorios en cm.

V: Volumen en m³/h.

Para determinar V se debe multiplicar $H_{\text{consumida}}$ en m por el área de la base de los reservorios según corresponda.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 6

Resultados del volumen consumido R1 30/08/2024-05/09/2024

RESERVORIO CIRCULAR 13M3														
Área base Reserv. 13m3		8.12												
Fecha	30/08/2024	31/08/2024	01/09/2024	02/09/2024	03/09/2024	04/09/2024	05/09/2024							
DÍA	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves							
Horario	Hcons.	V	Hcons	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V
	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)
05:00 - 06:00	6.20	0.50	7.90	0.64	14.60	1.19	8.40	0.68	7.70	0.63	8.30	0.67	8.10	0.66
06:00 - 07:00	25.70	2.09	26.40	2.14	24.20	1.96	24.10	1.96	18.20	1.48	17.30	1.40	24.70	2.01
07:00 - 08:00	31.30	2.54	22.80	1.85	20.20	1.64	17.80	1.44	19.50	1.58	19.50	1.58	20.30	1.65
08:00 - 09:00	26.80	2.18	20.50	1.66	25.90	2.10	23.50	1.91	23.20	1.88	22.70	1.84	24.40	1.98
09:00 - 10:00	28.20	2.29	24.60	2.00	29.80	2.42	26.60	2.16	15.10	1.23	19.90	1.62	16.00	1.30
10:00 - 11:00	19.50	1.58	19.90	1.62	34.40	2.79	22.30	1.81	12.90	1.05	26.50	2.15	19.80	1.61
11:00 - 12:00	11.70	0.95	22.70	1.84	22.60	1.83	32.50	2.64	19.20	1.56	20.30	1.65	22.50	1.83
12:00 - 13:00	15.90	1.29	29.00	2.35	28.60	2.32	20.90	1.70	29.50	2.39	19.60	1.59	34.90	2.83
13:00 - 14:00	25.50	2.07	34.70	2.82	49.10	3.99	26.80	2.18	23.60	1.92	15.60	1.27	28.90	2.35
14:00 - 15:00	22.10	1.79	32.50	2.64	32.70	2.65	19.50	1.58	17.90	1.45	14.10	1.14	21.10	1.71
15:00 - 16:00	16.60	1.35	29.30	2.38	20.80	1.69	28.50	2.31	12.80	1.04	18.40	1.49	24.70	2.01

16:00 - 17:00	11.30	0.92	23.20	1.88	22.90	1.86	21.20	1.72	10.50	0.85	15.50	1.26	15.10	1.23
17:00 - 18:00	9.10	0.74	16.10	1.31	15.20	1.23	13.40	1.09	10.60	0.86	14.00	1.14	15.30	1.24
18:00 - 19:00	15.00	1.22	12.50	1.01	15.90	1.29	11.30	0.92	9.50	0.77	14.30	1.16	13.10	1.06

Tabla 7

Resultados del volumen consumido R1 02/11/2024-08/11/2024

RESERVORIO CIRCULAR 13M3														
Área base Reserv. 13m3		8.12												
Fecha	02/11/2024	03/11/2024		04/11/2024		05/11/2024		06/11/2024		07/11/2024		08/11/2024		
DÍA	Viernes	Sábado		Domingo		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		
Horario	Hcons.	V	Hcons	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V
	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)
05:00 - 06:00	10.80	0.88	6.50	0.53	6.30	0.51	5.90	0.48	6.20	0.50	8.00	0.65	6.80	0.55
06:00 - 07:00	30.90	2.51	20.00	1.62	31.30	2.54	26.00	2.11	22.10	1.79	10.00	0.81	11.00	0.89
07:00 - 08:00	38.90	3.16	35.50	2.88	19.20	1.56	15.70	1.27	7.90	0.64	19.30	1.57	31.90	2.59
08:00 - 09:00	45.40	3.69	23.20	1.88	22.40	1.82	14.00	1.14	18.00	1.46	25.70	2.09	25.00	2.03
09:00 - 10:00	35.40	2.87	16.80	1.36	12.00	0.97	24.50	1.99	19.00	1.54	10.60	0.86	21.00	1.70
10:00 - 11:00	29.40	2.39	8.20	0.67	30.40	2.47	19.60	1.59	15.00	1.22	15.00	1.22	17.10	1.39
11:00 - 12:00	21.40	1.74	12.50	1.01	31.20	2.53	18.50	1.50	25.60	2.08	24.30	1.97	12.30	1.00

12:00 - 13:00	23.90	1.94	18.60	1.51	28.60	2.32	24.30	1.97	33.90	2.75	22.60	1.83	25.60	2.08
13:00 - 14:00	25.40	2.06	28.60	2.32	22.10	1.79	12.30	1.00	25.60	2.08	34.50	2.80	22.30	1.81
14:00 - 15:00	21.40	1.74	29.70	2.41	12.30	1.00	28.90	2.35	28.40	2.31	25.00	2.03	34.50	2.80
15:00 - 16:00	20.90	1.70	22.00	1.79	15.30	1.24	28.00	2.27	12.30	1.00	17.00	1.38	17.20	1.40
16:00 - 17:00	26.40	2.14	17.10	1.39	18.20	1.48	25.70	2.09	17.50	1.42	19.60	1.59	29.80	2.42
17:00 - 18:00	17.90	1.45	16.50	1.34	18.00	1.46	24.60	2.00	16.00	1.30	12.30	1.00	19.10	1.55
18:00 - 19:00	17.30	1.40	17.60	1.43	14.80	1.20	16.00	1.30	13.10	1.06	13.30	1.08	16.00	1.30

Fotografía 18

Medición de altura Consumida R1



Fotografía 19

Interior del R1



Tabla 8

Resultados del volumen consumido R2 30/08/2024-05/09/2024

RESERVORIO 9M3														
Área base Reserv. 9m3		5.98												
Fecha	30/08/2024		31/08/2024		01/09/2024		02/09/2024		03/09/2024		04/09/2024		05/09/2024	
DÍA	Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves	
Horario	Hcons.	V	Hcons	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V
	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)
05:00 - 06:00	5.70	0.34	6.60	0.39	6.70	0.40	6.40	0.38	2.30	0.28	4.70	0.28	5.50	0.33
06:00 - 07:00	17.60	1.05	15.30	0.92	19.90	1.19	15.10	0.90	14.50	0.87	16.40	0.98	13.70	0.82
07:00 - 08:00	13.40	0.80	14.70	0.88	14.00	0.84	11.90	0.71	10.10	0.60	16.10	0.96	9.70	0.58
08:00 - 09:00	20.50	1.23	11.10	0.66	30.70	1.84	14.00	0.84	15.40	0.92	19.20	1.15	24.80	0.48
09:00 - 10:00	18.90	1.13	11.20	0.67	15.30	0.92	16.50	0.99	9.70	0.58	28.40	0.71	17.80	1.06
10:00 - 11:00	10.80	0.65	27.60	1.65	22.50	1.35	27.20	0.57	15.80	0.95	12.40	0.74	15.10	0.90
11:00 - 12:00	17.30	1.03	17.20	1.03	19.60	1.17	19.00	1.14	21.60	0.57	17.70	1.06	9.50	0.57
12:00 - 13:00	16.60	0.99	16.70	1.00	14.40	0.86	8.00	0.48	11.20	0.67	7.30	0.44	7.30	0.44
13:00 - 14:00	12.80	0.77	10.90	0.65	17.70	1.06	14.30	0.86	8.10	0.48	15.80	0.95	10.10	0.60
14:00 - 15:00	29.50	1.76	11.60	0.69	14.70	0.88	11.50	0.69	10.70	0.64	13.00	0.78	7.60	0.45
15:00 - 16:00	5.60	0.33	5.50	0.33	6.60	0.39	5.20	0.31	9.50	0.14	9.50	0.57	6.60	0.39

16:00 - 17:00	14.30	0.86	7.30	0.44	18.30	1.09	9.00	0.54	13.40	0.80	11.90	1.70	10.60	0.63
17:00 - 18:00	8.40	0.50	12.30	0.74	20.40	1.22	9.60	1.63	4.60	1.29	11.00	0.66	8.10	1.48
18:00 - 19:00	8.70	0.52	9.60	0.57	10.70	0.64	12.40	0.74	10.00	0.60	9.50	0.57	6.90	0.41

Tabla 9

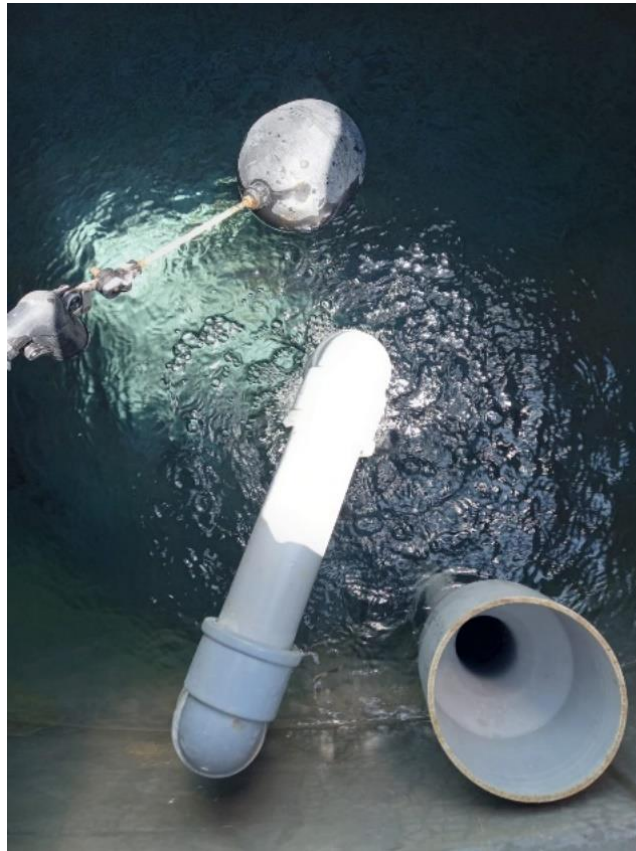
Resultados del volumen consumido R2 02/11/2024-08/11/2024

RESERVORIO 9M3														
Área base Reserv. 9m3				5.98										
Fecha	02/11/2024		03/11/2024		04/11/2024		05/11/2024		06/11/2024		07/11/2024		08/11/2024	
DÍA	Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves	
Horario	Hcons.	V	Hcons	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V	Hcons.	V
	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)	(cm)	(m3)
05:00 - 06:00	3.2	0.2	4.6	0.3	6.7	0.4	3.3	0.2	4.1	0.2	3.1	0.2	3.2	0.2
06:00 - 07:00	18.8	1.1	16.8	1.0	17.4	1.0	16.8	1.0	18.0	1.1	18.8	1.1	16.8	1.0
07:00 - 08:00	19.1	1.1	23.4	1.4	22.2	1.3	20.2	1.2	19.8	1.2	20.5	1.2	19.1	1.1
08:00 - 09:00	13.5	0.8	12.8	0.8	30.4	1.8	16.5	1.0	16.2	1.0	17.4	1.0	13.5	0.8
09:00 - 10:00	8.5	0.5	14.8	0.9	20.2	1.2	15.7	0.9	8.0	0.5	16.5	1.0	13.5	0.8
10:00 - 11:00	10.2	0.6	10.0	0.6	19.7	1.2	8.8	0.5	4.2	0.3	9.6	0.6	10.2	0.6

11:00 - 12:00	15.4	0.9	12.8	0.8	14.5	0.9	14.5	0.9	4.5	0.3	15.7	0.9	15.4	0.9
12:00 - 13:00	9.7	0.6	10.8	0.6	14.2	0.8	10.2	0.6	8.0	0.5	10.8	0.6	9.7	0.6
13:00 - 14:00	18.8	1.1	17.1	1.0	19.4	1.2	19.1	1.1	4.8	0.3	20.2	1.2	10.2	0.6
14:00 - 15:00	10.8	0.6	18.5	1.1	15.0	0.9	9.7	0.6	4.2	0.3	10.2	0.6	10.8	0.6
15:00 - 16:00	7.7	0.5	11.7	0.7	6.5	0.4	8.2	0.5	4.8	0.3	8.0	0.5	7.7	0.5
16:00 - 17:00	11.1	0.7	9.7	0.6	18.0	1.1	12.2	0.7	10.2	0.6	12.0	0.7	11.1	0.7
17:00 - 18:00	14.5	0.9	14.0	0.8	13.7	0.8	13.1	0.8	13.7	0.8	15.4	0.9	14.5	0.9
18:00 - 19:00	7.6	0.5	7.8	0.5	10.7	0.6	7.5	0.4	8.1	0.5	8.4	0.5	7.6	0.5

Fotografía 20

Interior del R2



Fotografía 21

Medición de altura consumida R2



Tabla 10*Día de máximo consumo para RI (30/08/2024 - 05/09/2024)*

RESERVORIO 13M³ (30/08/2024 - 05/09/2024)									
Horario		Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Día de Máximo consumo (Domingo l/s)
05:00	06:00	0.50	0.64	1.19	0.68	0.63	0.67	0.66	0.01
06:00	07:00	2.09	2.14	1.96	1.96	1.48	1.40	2.01	0.06
07:00	08:00	2.54	1.85	1.64	1.44	1.58	1.58	1.65	0.07
08:00	09:00	2.18	1.66	2.10	1.91	1.88	1.84	1.98	0.06
09:00	10:00	2.29	2.00	2.42	2.16	1.23	1.62	1.30	0.06
10:00	11:00	1.58	1.62	2.79	1.81	1.05	2.15	1.61	0.04
11:00	12:00	0.95	1.84	1.83	2.64	1.56	1.65	1.83	0.03
12:00	13:00	1.29	2.35	2.32	1.70	2.39	1.59	2.83	0.04
13:00	14:00	2.07	2.82	3.99	2.18	1.92	1.27	2.35	0.06
14:00	15:00	1.79	2.64	2.65	1.58	1.45	1.14	1.71	0.05
15:00	16:00	1.35	2.38	1.69	2.31	1.04	1.49	2.01	0.04
16:00	17:00	0.92	1.88	1.86	1.72	0.85	1.26	1.23	0.03
17:00	18:00	0.74	1.31	1.23	1.09	0.86	1.14	1.24	0.02
18:00	19:00	1.22	1.01	1.29	0.92	0.77	1.16	1.06	0.03

Consumo diario (m3).	21.50	26.15	28.97	24.09	18.69	19.97	23.45
Consumo diario (lt).	21503.78	26147.10	28972.06	24093.33	18686.94	19969.54	23452.03
Horas	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
caudal (l/s)	0.43	0.52	0.57	0.48	0.37	0.40	0.47
Cons. máx. horario (m ³).	2.54	2.82	3.99	2.64	2.39	2.15	2.83

Tabla 11

Día de máximo consumo para R1 (02/11/2024 - 08/1/2024)

RESERVORIO 13M³ (02/11/2024 - 08/1/2024)									
Horario		Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Día de Máximo consumo (Domingo l/s)
05:00	06:00	0.88	0.53	0.51	0.48	0.50	0.65	0.55	0.02
06:00	07:00	2.51	1.62	2.54	2.11	1.79	0.81	0.89	0.07
07:00	08:00	3.16	2.88	1.56	1.27	0.64	1.57	2.59	0.09
08:00	09:00	3.69	1.88	1.82	1.14	1.46	2.09	2.03	0.10
09:00	10:00	2.87	1.36	0.97	1.99	1.54	0.86	1.70	0.08
10:00	11:00	2.39	0.67	2.47	1.59	1.22	1.22	1.39	0.07

11:00	12:00	1.74	1.01	2.53	1.50	2.08	1.97	1.00	0.05
12:00	13:00	1.94	1.51	2.32	1.97	2.75	1.83	2.08	0.05
13:00	14:00	2.06	2.32	1.79	1.00	2.08	2.80	1.81	0.06
14:00	15:00	1.74	2.41	1.00	2.35	2.31	2.03	2.80	0.05
15:00	16:00	1.70	1.79	1.24	2.27	1.00	1.38	1.40	0.05
16:00	17:00	2.14	1.39	1.48	2.09	1.42	1.59	2.42	0.06
17:00	18:00	1.45	1.34	1.46	2.00	1.30	1.00	1.55	0.04
18:00	19:00	1.40	1.43	1.20	1.30	1.06	1.08	1.30	0.04
Consumo diario (m3).		29.66	22.15	22.90	23.05	21.15	20.88	23.51	
Consumo diario (lt).		29662.07	22145.08	22900.03	23054.26	21154.72	20878.72	23508.85	
Horas		14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	
caudal (l/s)		0.59	0.44	0.45	0.46	0.42	0.41	0.47	
Cons. máx. horario		3.69	2.88	2.54	2.35	2.75	2.80	2.80	
(m³).									

Tabla 12*Día de máximo consumo para R2 (30/08/2024 - 05/09/2024)*

RESEVORIO 9 M³ (30/08/2024 - 05/09/2024)									
Horario		Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Día de Máximo consumo (Domingo l/s)
05:00	06:00	0.34	0.39	0.40	0.38	0.28	0.28	0.33	0.01
06:00	07:00	1.05	0.92	1.19	0.90	0.87	0.98	0.82	0.03
07:00	08:00	0.80	0.88	0.84	0.71	0.60	0.96	0.58	0.02
08:00	09:00	1.23	0.66	1.84	0.84	0.92	1.15	0.48	0.05
09:00	10:00	1.13	0.67	0.92	0.99	0.58	0.71	1.06	0.03
10:00	11:00	0.65	1.65	1.35	0.57	0.95	0.74	0.90	0.04
11:00	12:00	1.03	1.03	1.17	1.14	0.57	1.06	0.57	0.03
12:00	13:00	0.99	1.00	0.86	0.48	0.67	0.44	0.44	0.02
13:00	14:00	0.77	0.65	1.06	0.86	0.48	0.95	0.60	0.03
14:00	15:00	1.76	0.69	0.88	0.69	0.64	0.78	0.45	0.02
15:00	16:00	0.33	0.33	0.39	0.31	0.14	0.57	0.39	0.01
16:00	17:00	0.86	0.44	1.09	0.54	0.80	1.70	0.63	0.03
17:00	18:00	0.50	0.74	1.22	1.63	1.29	0.66	1.48	0.03
18:00	19:00	0.52	0.57	0.64	0.74	0.60	0.57	0.41	0.02

Consumo diario (m³).	11.97	10.62	13.85	10.77	9.39	11.54	9.17
Consumo diario (lt).	11969.48	10623.59	13847.75	10773.13	9385.37	11538.80	9170.02
Horas	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
caudal (l/s)	0.24	0.21	0.27	0.21	0.19	0.23	0.18
Cons. máx. horario (m³).	1.76	1.65	1.84	1.63	1.29	1.70	1.48

Tabla 13

Día de máximo consumo para R2 (02/11/2024 - 08/11/2024)

RESEVORIO 9 M3 (02/11/2024 - 08/11/2024)										
Horario		Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Día de Máximo consumo (Domingo l/s)	
05:00	06:00	0.19	0.28	0.40	0.20	0.25	0.19	0.19	0.01	
06:00	07:00	1.12	1.00	1.04	1.00	1.08	1.12	1.00	0.03	
07:00	08:00	1.14	1.40	1.33	1.21	1.18	1.23	1.14	0.04	
08:00	09:00	0.81	0.77	1.82	0.99	0.97	1.04	0.81	0.05	
09:00	10:00	0.51	0.89	1.21	0.94	0.48	0.99	0.81	0.03	
10:00	11:00	0.61	0.60	1.18	0.53	0.25	0.57	0.61	0.03	
11:00	12:00	0.92	0.77	0.87	0.87	0.27	0.94	0.92	0.02	
12:00	13:00	0.58	0.65	0.85	0.61	0.48	0.65	0.58	0.02	

13:00	14:00	1.12	1.02	1.16	1.14	0.29	1.21	0.61	0.03
14:00	15:00	0.65	1.11	0.90	0.58	0.25	0.61	0.65	0.02
15:00	16:00	0.46	0.70	0.39	0.49	0.29	0.48	0.46	0.01
16:00	17:00	0.66	0.58	1.08	0.73	0.61	0.72	0.66	0.03
17:00	18:00	0.87	0.84	0.82	0.78	0.82	0.92	0.87	0.02
18:00	19:00	0.45	0.47	0.64	0.45	0.48	0.50	0.45	0.02
Consumo diario (m³).		10.10	11.05	13.67	10.52	7.69	11.16	9.77	
Consumo diario (lt).		10103.18	11054.28	13674.28	10515.92	7692.53	11161.95	9768.20	
Horas		14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	
caudal (l/s)		0.20	0.22	0.27	0.21	0.15	0.22	0.19	
Cons. máx. horario (m³).		1.14	1.40	1.82	1.21	1.18	1.23	1.14	

Gráfico 1

Día de consumo máximo R1 30/08/2024-05/09/2024

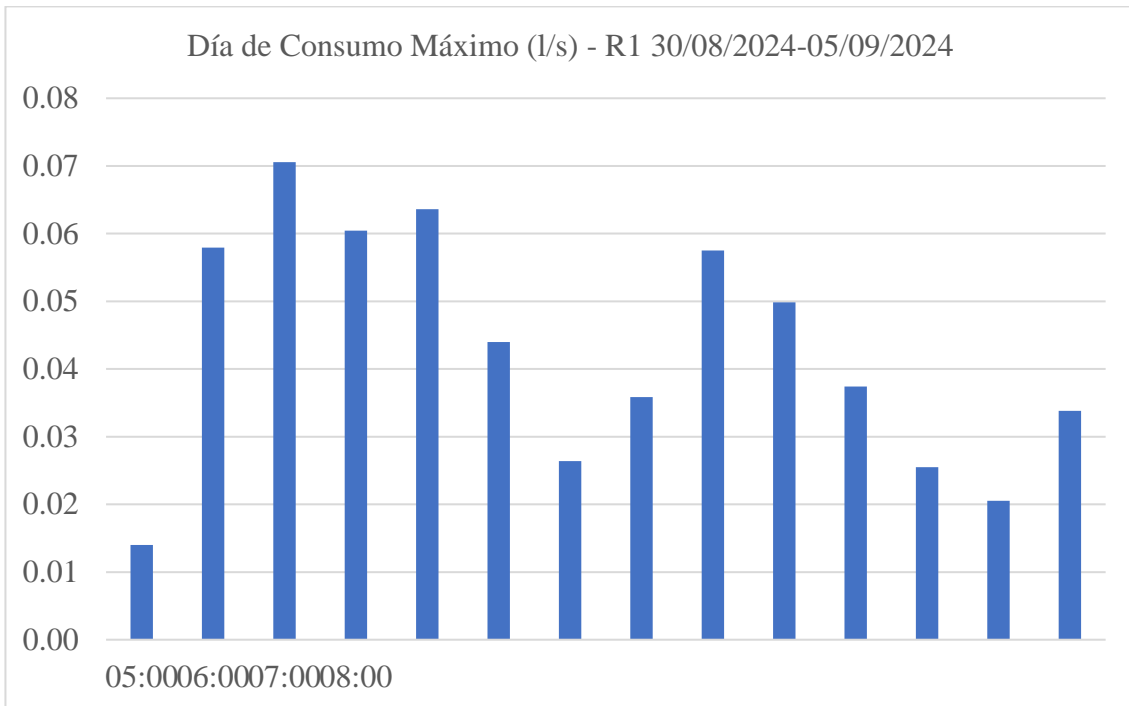


Gráfico 2

Día de consumo máximo R1 02/11/2024-08/11/2024

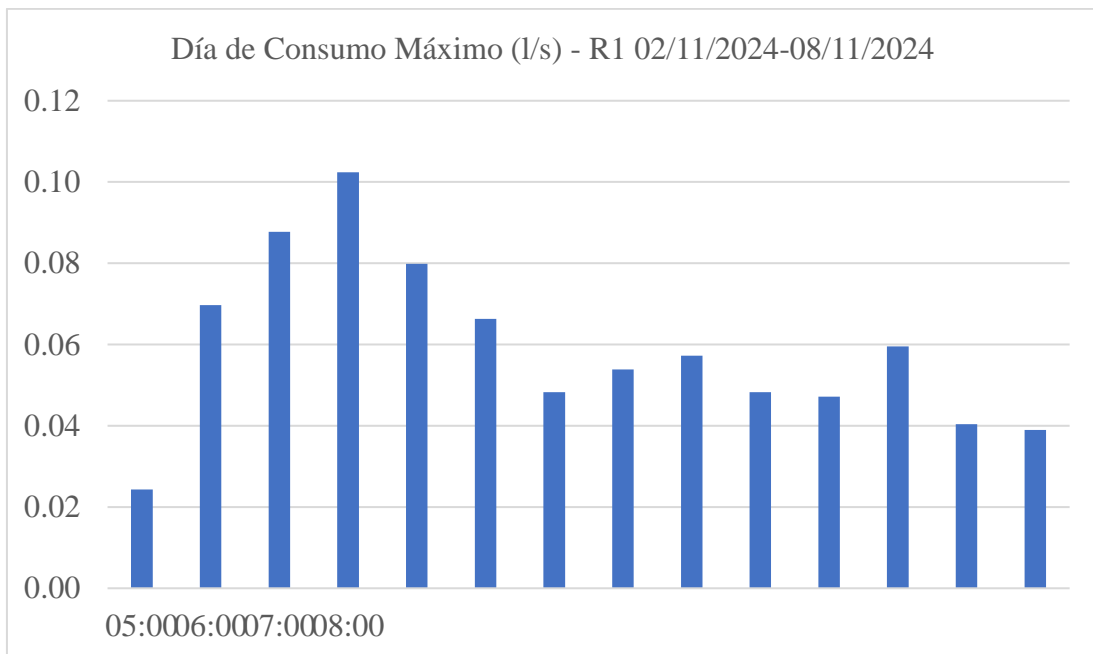


Gráfico 3

Día de consumo máximo R2 30/08/2024-05/09/2024

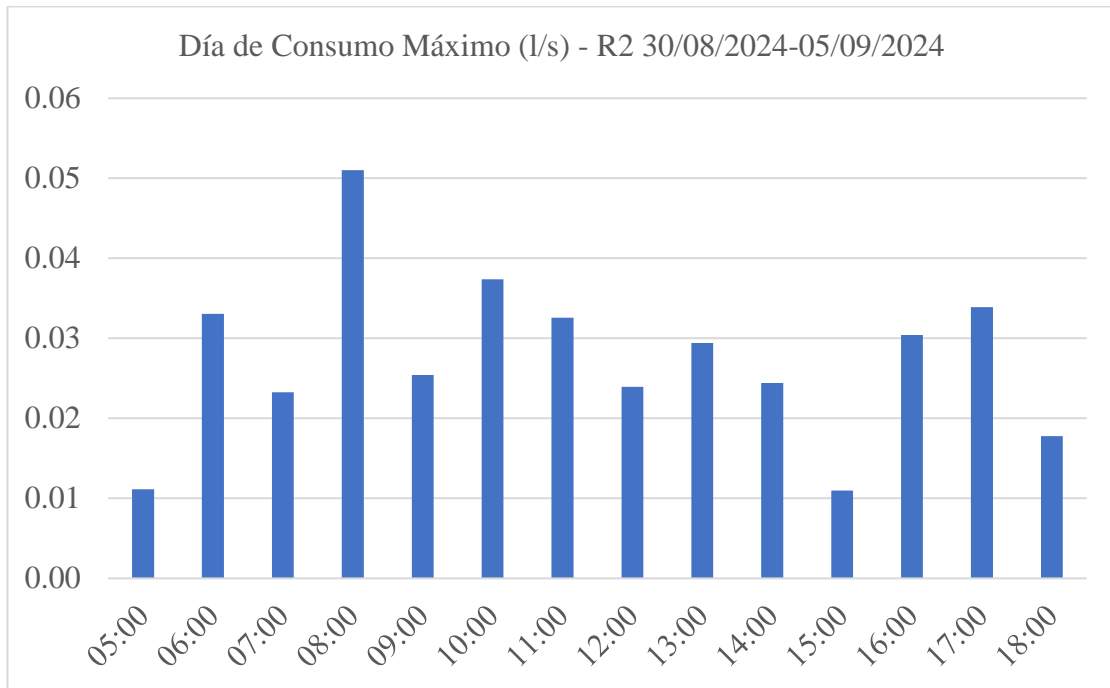
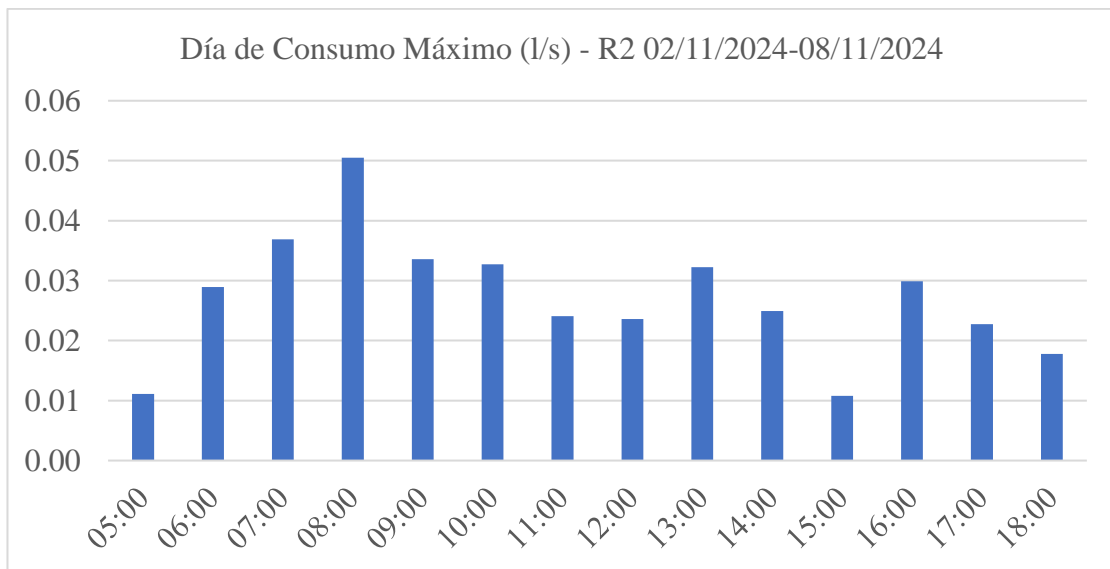


Gráfico 4

Día de consumo máximo R2 02/11/2024-08/11/2024



4.2.1.2 Cálculo de las variaciones

4.2.1.2.1 Consumo Promedio Diario Anual (Q_p).

Tabla 14

Consumo Promedio Diario R1 (Q_p) 30/08/2024-05/09/2024

Parámetro	Consumo semanal V (m^3)						
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R							
R1	0.43	0.52	0.57	0.48	0.37	0.40	0.47
Consumo Promedio Diario (Q_p)	0.46						lt/seg
Población	410.00						hab

Tabla 15

Consumo Promedio Diario R1 (Q_p) 02/11/2024-08/11/2024

Parámetro	Consumo semanal V (m^3)						
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R							
R1	0.59	0.44	0.45	0.46	0.42	0.41	0.47
Consumo Promedio Diario (Q_p)	0.46						lt/seg
Población	410.00						hab

Tabla 16

Consumo Promedio Diario R2 (Q_p) 30/08/2024-05/09/2024

Parámetro	Consumo semanal V (m^3)						
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R							
R2	0.24	0.21	0.27	0.21	0.19	0.23	0.18
Consumo Promedio Diario (Q_p)	0.22						lt/seg
Población	235.00						hab

Tabla 17*Consumo Promedio Diario R2 (Qp) 02/11/2024-08/11/2024*

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R2	0.20	0.22	0.27	0.21	0.15	0.22	0.19
Consumo Promedio Diario (Qp)	0.21						lt/seg
Población	235.00						hab

Estos datos representan el resultado de los volúmenes diarios consumidos en dos semanas de meses diferentes y luego calculamos la dotación real, considerando la ecuación:

$$Q_p(\text{l/día}) = \text{Dotación (l/hab.día)} \times P (\text{Hab})$$

$$\text{Dotación R1 semana 1} = \frac{39875.46}{410} = 97.26 \text{ l/día}$$

$$\text{Dotación R1 semana 2} = \frac{39992.75}{410} = 97.54 \text{ l/día}$$

$$\text{Dotación R2 semana 1} = \frac{18932.61}{235} = 80.56 \text{ l/día}$$

$$\text{Dotación R2 semana 2} = \frac{18115.18}{235} = 77.09 \text{ l/día}$$

El sistema en estudio está ubicado en la sierra y la dotación que establece el MVCS según opciones tecnológicas para región sierra y con arrastre hidráulico es de 80 l/hab.d. Por lo tanto, observando los resultados concluimos que para el reservorio N°2 la dotación real y la dotación reglamentaria se encuentran sin diferencias significativas considerando una dotación óptima para cada habitante de la localidad, sin embargo para el reservorio N°1, la dotación real es mayor significativamente.

4.2.1.2.2 Consumo Máximo Diario (Q_{md}).

Tabla 18

Consumo Máximo Diario R1 (Q_{md}) semana 1

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R1	0.43	0.52	0.57	0.48	0.37	0.40	0.47
Consumo Máx. Diario (Q _{md})	0.57						Lt/seg

Tabla 19

Consumo Máximo Diario R1 (Q_{md}) semana 2

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R1	0.59	0.44	0.45	0.46	0.42	0.41	0.47
Consumo Máx. Diario (Q _{md})	0.59						Lt/seg

Tabla 20

Consumo Máximo Diario R2 (Q_{md}) semana 1

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R2	0.24	0.21	0.27	0.21	0.19	0.23	0.18
Consumo Máx. Diario (Q _{md})	0.27						lt/seg

Tabla 21

Consumo Máximo Diario R2 (Q_{md}) semana 1

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R2	0.20	0.22	0.27	0.21	0.15	0.22	0.19

Consumo Máx. Diario (Q _{md})	0.27	lt/seg
---	------	--------

Ahora calculamos el coeficiente de variación de consumo diario (K1), considerando la ecuación:

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

$$R1(sem.1) : K_1 = \frac{0.57}{0.46} = 1.25$$

$$R1(sem.2) : K_1 = \frac{0.59}{0.46} = 1.27$$

$$R2(sem.1) : K_1 = \frac{0.27}{0.22} = 1.25$$

$$R2(sem.2) : K_1 = \frac{0.27}{0.21} = 1.29$$

4.2.1.2.3 Consumo Máximo Horario (Q_{mh}).

Tabla 22

Consumo Máximo Horario R1 (Q_{mh}) semana 1

Parámetro	Consumo semanal V (m ³)						
	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
R							
1	2.54	2.82	3.99	2.64	2.39	2.15	2.83
Cons.	3.99					m ³ /hora	
Max.Horario	3985.79					Lt/hora	
(Q _{mh})	1.11					lt/seg	

Tabla 23*Consumo Máximo Horario R1 (Qmh) semana 2*

Parámetro	Consumo semanal V (m3)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
1	3.69	2.88	2.54	2.35	2.75	2.80	2.80
Cons.	3.69						m3/hora
Max.Horario	3685.43						Lt/hora
(Qmh)	1.02						lt/seg

Tabla 24*Consumo Máximo Horario R2 (Qmh) semana 1*

Parámetro	Consumo semanal V (m3)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
2	1.76	1.65	1.84	1.63	1.29	1.70	1.48
Cons.	1.84						m3/hora
Max.Horario	1836.40						Lt/hora
(Qmh)	0.51						lt/seg

Tabla 25*Consumo Máximo Horario R2 (Qmh) semana 2*

Parámetro	Consumo semanal V (m3)						
R	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
2	1.14	1.40	1.82	1.21	1.18	1.23	1.14
Cons.	1.82						m3/hora
Max.Horario	1818.45						Lt/hora
(Qmh)	0.51						lt/seg

Ahora calculamos el coeficiente de variación de consumo Horario (K2), considerando la ecuación:

$$Q_{mh}(l/s) = K_3 \times Q_p(l/s) \text{ Y } K_3 = K_1 \times K_2$$

$$\begin{array}{l}
 \text{R1(mes1): } K3 = \frac{1.11}{0.46} = 2.4 \quad K2=1.93 \\
 \text{R1(mes2): } K3 = \frac{1.02}{0.46} = 2.21 \quad K2=1.74 \\
 \text{R2(mes1): } K3 = \frac{0.51}{0.22} = 2.33 \quad K2=1.86 \\
 \text{R2(mes2): } K3 = \frac{0.51}{0.21} = 2.41 \quad K2=1.86
 \end{array}$$

Presentamos los resultados anteriormente obtenidos:

Tabla 26

Resultados de caudales reales R1 semana 1

R	Qp (l/seg)	Qmd (l/seg)	Qmh (l/seg)
R1	0.46	0.57	1.11

Tabla 27

Resultados de caudales reales R1 semana 2

R	Qp (l/seg)	Qmd (l/seg)	Qmh (l/seg)
R1	0.46	0.59	1.02

Tabla 28

Resultados de caudales reales R2 semana 1

R	Qp (l/seg)	Qmd (l/seg)	Qmh (l/seg)
R2	0.22	0.27	0.51

Tabla 29

Resultados de caudales reales R2 semana 2

R	Qp (l/seg)	Qmd (l/seg)	Qmh (l/seg)
R2	0.21	0.27	0.51

Tabla 30*Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 1*

R	Dot (l/hab.día)	K1	K3	K2
R1	97.26	1.25	2.40	1.93

Tabla 31*Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 2*

R	Dot (l/hab.día)	K1	K3	K2
R1	97.54	1.27	2.21	1.74

Tabla 32*Resultados de la dotación y coeficientes de variación R2 semana 1*

R	Dot (l/hab.día)	K1	K3	K2
R2	80.56	1.25	2.33	1.86

Tabla 33*Resultados de la dotación y coeficientes de variación R1 semana 2*

R	Dot (l/hab.día)	K1	K3	K2
R2	77.09	1.29	2.41	1.86

Para el reservorio N°1 : El coeficiente k1 según MVCS debe ser 1.3 y al compararlo con el k1 calculado con medidas reales (k1=1.25,1.27) ;la variación de consumo en un día en el centro poblado Nuevo San Juan Alto se acerca a las especificaciones que establece el MVCS y concluimos que el caudal máximo diario cuenta con un coeficiente de variación aceptable.

Para el reservorio N°2 : El coeficiente k1 según MVCS debe ser 1.3 y al compararlo con el k1 calculado con medidas reales (k1=1.25,1.29) ;la variación de consumo en un día en el centro poblado Nuevo San Juan Alto se acerca a las especificaciones que establece el MVCS y concluimos que el caudal máximo diario cuenta con un coeficiente de variación aceptable.

Para el reservorio N°1 : Según el RNE el K2 varía entre 1.8 – 2.5, pero según el MVCS recomienda usar el valor de 2.0; al comparar con el k2 calculado con medidas reales (k2=1.93,1.74); observamos que el coeficiente de variación de consumo se encuentra cerca del rango sugerido.

Para el reservorio N°2 : Según el RNE el K2 varía entre 1.8 – 2.5, pero según el MVCS recomienda usar el valor de 2.0; al comparar con el k2 calculado con medidas reales (k2=1.86); observamos que el coeficiente de variación de consumo está en los límites de RNE.

4.2.2 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Las estructuras que forman parte del sistema en estudio; reservorios y captación se encuentran en buen estado, sin evidencias significativas de deterioro avanzado que comprometan su seguridad o funcionalidad. Sin embargo, se han observado algunas fisuras superficiales.

El periodo de diseño para reservorios de almacenamiento es de 20 años. Las estructuras del sistema de estudio cuentan con 9 años de antigüedad por lo que tienen 11 años restantes dentro de su vida útil proyectada. Dado el estado actual de la estructura, se considera que aún tiene un buen potencial para alcanzar el periodo de diseño previsto, siempre y cuando se sigan implementando las prácticas adecuadas de operación y mantenimiento.

4.2.3 EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA

4.2.3.1 Control hidráulico de captaciones

Se realizó el aforo de la Captación La Shita; dando los siguientes resultados:

Tabla 34

Resultados de aforo 1 (17/08/2024)

Nro. de Prueba	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (seg)
1	8	4.3
2	8	3.96
3	8	4.94
4	8	4.67

5	8	3.91
Tiempo promedio (s) =		4.36
Q (l/s)=		1.84

Tabla 35

Resultados de aforo 2 (30/08/2024)

Nro. de Prueba	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (seg)
1	8	4.81
2	8	4.33
3	8	4.56
4	8	4.23
5	8	3.75
Tiempo promedio (s) =		4.34
Q (l/s)=		1.85

Tabla 36

Resultados de aforo 3(06/09/2024)

Nro. de Prueba	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (seg)
1	8	3.94
2	8	4.55
3	8	4.2
4	8	4.9
5	8	4.56
Tiempo promedio (s) =		4.43
Q (l/s)=		1.81

Tabla 37

Resultados de aforo 4(09/11/2024)

Nro. de Prueba	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (seg)
1	8	4.55
2	8	4
3	8	4.97
4	8	3.89
5	8	4.11
Tiempo promedio (s) =		4.30
Q (l/s)=		1.86

Fotografía 22

Aforo de agua



Tabla 38*Caudal de la Captación*

Captación	Descripción
	Estiaje
La Shita	1.84 Captación Tipo Ladera

Según el MVCS, el volumen de la cámara húmeda de la captación de manantial debe ser calculado considerando un tiempo de retención entre 3 a 5 minutos para el Qmd. A continuación, calculamos el volumen con ayuda del Qmd hallado anteriormente:

Volumen mínimo de llenado para 3 minutos:

$$V = Q_{md} (l/s) * t (s)$$

$$V = 0.85 l/s * 3 * 60 s$$

$$V = 153.85 l$$

Volumen máximo de llenado para 5 minutos:

$$V = Q_{md} (l/s) * t (s)$$

$$V = 0.85 l/s * 5 * 60 s$$

$$V = 256.42 l$$

En campo se verificó que las dimensiones exteriores de la cámara húmeda de Captación La Shita son de 2.70 m x 2.96 m x 1.90 m de altura sobre la canastilla hasta el nivel del tubo de rebose, además, la tubería de rebose de 2", la tubería de salida es de 2" y la canastilla es de 4".

Volumen de la Cámara Húmeda real

$$V_{real} = 2.50 * 2.76 * 1.70$$

$$V_{\text{real}} = 11.73 \text{ m}^3 \approx 11730 \text{ l}$$

Por lo tanto, la cámara húmeda se encuentra bien diseñada hidráulicamente porque cuenta con dimensionamiento para un mayor almacenamiento.

4.2.3.2 Control hidráulico de línea de conducción

Para el cálculo de diámetros de tuberías se diseña considerando el rango de velocidades admisibles que establece el MVCS; donde la velocidad mínima no debe ser menor a 0.60 m/s y la velocidad máxima admisible debe ser de 3.00 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

Para este caso, el caudal (Q) y la velocidad máxima y mínima son conocidas. Reemplazando las fórmulas anteriores y despejando la variable del diámetro “D” obtenemos:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right)}{\pi * V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}}$$

- El diámetro mínimo se calculará, considerando la velocidad máxima admisible de 3 m/s y el caudal máximo diario real:

Qmáx d=	0.85	l/s
Qmáx d=	0.00085	m ³ /s
velocidad=	3.00	m/s
D=	0.02	m
D=	1.90	cm
D=	0.75	pulg

- El diámetro máximo se calculará, considerando la velocidad mínima admisible de 0.6 m/s y el caudal máximo diario real:

Qmáx d=	0.85	l/s
Qmáx d=	0.00085	m ³ /s
velocidad=	0.60	m/s

D=	0.04	m
D=	4.26	cm
D=	1.68	pulg

Al diseñar la tubería, obtenemos un rango de diámetros los cuales cumplirían con el correcto diseño del sistema.

$$0.75 \leq D \leq 1.68$$

En campo determinamos que el diámetro de la tubería es de 1.5", Por lo tanto, se encuentra en el rango de diámetros aceptables, no existe una deficiencia en el diseño hidráulico de la tubería que corresponde a la línea de conducción de la captación a los reservorios.

4.2.3.3 Control hidráulico de cámaras de reservorios

El sistema cuenta con dos reservorios, además, teniendo en consideración que los suministros de las fuentes de agua son continuos. Para hallar el volumen de almacenamiento realizamos el diagrama de masas con la información anteriormente hallada:

Tabla 39*Datos para diagrama Masa RI semana 1*

HORAS		%		CONSUMO		APORTE	DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULAD	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	1.60	0.59	0.59	1.54	1.54	0.95	0.95	
1	2	1.60	0.59	1.19	1.54	3.09	1.90	1.90	
2	3	1.60	0.59	1.78	1.54	4.63	2.85	2.85	
3	4	1.60	0.59	2.37	1.54	6.17	3.80	3.80	
4	5	3.20	1.19	3.56	1.54	7.72	4.16	4.16	
5	6	3.20	1.19	4.74	1.54	9.26	4.52	4.52	
6	7	5.30	1.96	6.71	1.54	10.80	4.10	4.10	
7	8	4.43	1.64	8.34	1.54	12.35	4.00	4.00	
8	9	5.68	2.10	10.45	1.54	13.89	3.44	3.44	
9	10	6.53	2.42	12.87	1.54	15.44	2.57	2.57	
10	11	7.54	2.79	15.66	1.54	16.98	1.32	1.32	
11	12	4.95	1.83	17.49	1.54	18.52	1.03	1.03	
12	13	6.27	2.32	19.82	1.54	20.07	0.25	0.25	
13	14	10.76	3.99	23.80	1.54	21.61	-2.19		2.19
14	15	7.17	2.65	26.46	1.54	23.15	-3.30		3.30

15	16	4.56	1.69	28.14	1.54	24.70	-3.45	3.45	
16	17	5.02	1.86	30.00	1.54	26.24	-3.76	3.76	
17	18	3.33	1.23	31.24	1.54	27.78	-3.45	3.45	
18	19	3.48	1.29	32.53	1.54	29.33	-3.20	3.20	
19	20	3.48	1.29	33.82	1.54	30.87	-2.95	2.95	
20	21	3.48	1.29	35.11	1.54	32.41	-2.69	2.69	
21	22	1.74	0.65	35.75	1.54	33.96	-1.80	1.80	
22	23	1.74	0.65	36.40	1.54	35.50	-0.90	0.90	
23	24	1.74	0.65	37.05	1.54	37.05	0.00	0.00	
TOTAL	100		37.05				VALORES MAX=	4.52	3.76
							TOTAL (EX+DEF)=	8.283	

Tabla 40*Datos para diagrama Masa R1 semana 2*

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULAD	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	1.18	0.44	0.44	1.55	1.55	1.11	1.11	
1	2	1.18	0.44	0.88	1.55	3.10	2.22	2.22	
2	3	1.18	0.44	1.32	1.55	4.65	3.33	3.33	
3	4	1.18	0.44	1.75	1.55	6.20	4.45	4.45	
4	5	2.36	0.88	2.63	1.55	7.75	5.12	5.12	
5	6	2.36	0.88	3.51	1.55	9.30	5.79	5.79	
6	7	6.74	2.51	6.02	1.55	10.85	4.83	4.83	
7	8	8.49	3.16	9.17	1.55	12.40	3.22	3.22	
8	9	9.91	3.69	12.86	1.55	13.95	1.09	1.09	
9	10	7.73	2.87	15.73	1.55	15.50	-0.24		0.24
10	11	6.42	2.39	18.12	1.55	17.05	-1.07		1.07
11	12	4.67	1.74	19.86	1.55	18.60	-1.26		1.26
12	13	5.22	1.94	21.80	1.55	20.15	-1.65		1.65
13	14	5.54	2.06	23.86	1.55	21.70	-2.16		2.16
14	15	4.67	1.74	25.60	1.55	23.25	-2.35		2.35

15	16	4.56	1.70	27.29	1.55	24.79	-2.50	2.50	
16	17	5.76	2.14	29.43	1.55	26.34	-3.09	3.09	
17	18	3.91	1.45	30.89	1.55	27.89	-2.99	2.99	
18	19	3.78	1.40	32.29	1.55	29.44	-2.85	2.85	
19	20	3.76	1.40	33.69	1.55	30.99	-2.70	2.70	
20	21	3.76	1.40	35.09	1.55	32.54	-2.55	2.55	
21	22	1.88	0.70	35.79	1.55	34.09	-1.70	1.70	
22	23	1.88	0.70	36.49	1.55	35.64	-0.85	0.85	
23	24	1.88	0.70	37.19	1.55	37.19	0.00	0.00	
TOTAL	100		37.19				VALORES MAX=	5.79	3.09
							TOTAL (EX+DEF)=	8.882	

Gráfico 5

Diagrama Masa R1 semana 1

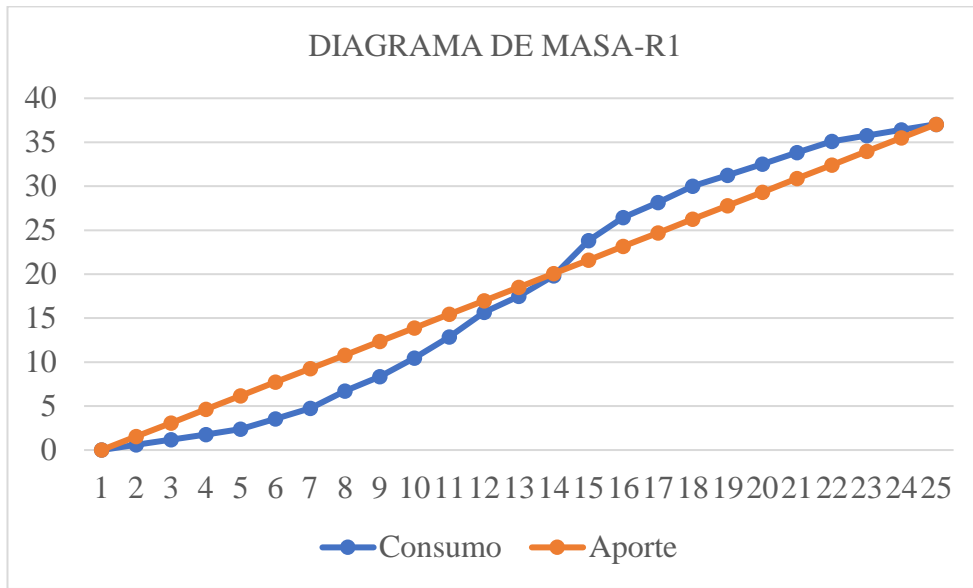


Gráfico 6

Diagrama Masa R1 semana 2

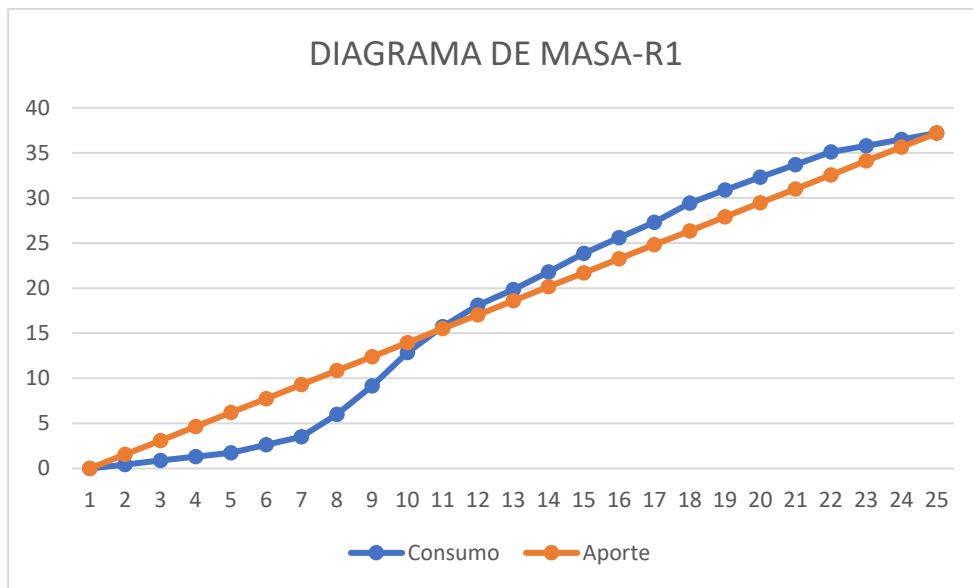


Tabla 41*Datos para diagrama Masa R2 semana 1*

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULAD	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0.00	1.00	1.16	0.20	0.20	0.72	0.72	0.52	0.52	
1.00	2.00	1.16	0.20	0.40	0.72	1.44	1.04	1.04	
2.00	3.00	1.16	0.20	0.60	0.72	2.16	1.56	1.56	
3.00	4.00	1.16	0.20	0.80	0.72	2.88	2.08	2.08	
4.00	5.00	2.32	0.40	1.20	0.72	3.60	2.40	2.40	
5.00	6.00	2.32	0.40	1.60	0.72	4.32	2.72	2.72	
6.00	7.00	6.88	1.19	2.79	0.72	5.04	2.25	2.25	
7.00	8.00	4.84	0.84	3.63	0.72	5.76	2.13	2.13	
8.00	9.00	10.62	1.84	5.47	0.72	6.48	1.02	1.02	
9.00	10.00	5.29	0.92	6.38	0.72	7.20	0.82	0.82	
10.00	11.00	7.78	1.35	7.73	0.72	7.92	0.20	0.20	
11.00	12.00	6.78	1.17	8.90	0.72	8.65	-0.26		0.26
12.00	13.00	4.98	0.86	9.76	0.72	9.37	-0.40		0.40
13.00	14.00	6.12	1.06	10.82	0.72	10.09	-0.74		0.74
14.00	15.00	5.09	0.88	11.70	0.72	10.81	-0.89		0.89

15.00	16.00	2.28	0.39	12.10	0.72	11.53	-0.57	0.57
16.00	17.00	6.33	1.09	13.19	0.72	12.25	-0.94	0.94
17.00	18.00	7.06	1.22	14.41	0.72	12.97	-1.44	1.44
18.00	19.00	3.70	0.64	15.05	0.72	13.69	-1.36	1.36
19.00	20.00	3.70	0.64	15.69	0.72	14.41	-1.28	1.28
20.00	21.00	3.70	0.64	16.33	0.72	15.13	-1.20	1.20
21.00	22.00	1.85	0.32	16.65	0.72	15.85	-0.80	0.80
22.00	23.00	1.85	0.32	16.97	0.72	16.57	-0.40	0.40
23.00	24.00	1.85	0.32	17.29	0.72	17.29	0.00	0.00
TOTAL	100.00		17.29			VALORES MAX=	2.72	1.44
						TOTAL (EX+DEF)=	4.16	

Tabla 42*Datos para diagrama Masa R2 semana 2*

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULAD	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0.00	1.00	1.17	0.20	0.20	0.71	0.71	0.51	0.51	
1.00	2.00	1.17	0.20	0.40	0.71	1.43	1.03	1.03	
2.00	3.00	1.17	0.20	0.60	0.71	2.14	1.54	1.54	
3.00	4.00	1.17	0.20	0.80	0.71	2.85	2.05	2.05	
4.00	5.00	2.34	0.40	1.20	0.71	3.57	2.36	2.36	
5.00	6.00	2.34	0.40	1.60	0.71	4.28	2.68	2.68	
6.00	7.00	6.08	1.04	2.64	0.71	4.99	2.35	2.35	
7.00	8.00	7.76	1.33	3.97	0.71	5.71	1.73	1.73	
8.00	9.00	10.62	1.82	5.79	0.71	6.42	0.63	0.63	
9.00	10.00	7.06	1.21	7.00	0.71	7.13	0.13	0.13	
10.00	11.00	6.88	1.18	8.18	0.71	7.85	-0.33		0.33
11.00	12.00	5.07	0.87	9.04	0.71	8.56	-0.49		0.49
12.00	13.00	4.96	0.85	9.89	0.71	9.27	-0.62		0.62
13.00	14.00	6.78	1.16	11.05	0.71	9.98	-1.07		1.07
14.00	15.00	5.24	0.90	11.95	0.71	10.70	-1.25		1.25

15.00	16.00	2.27	0.39	12.34	0.71	11.41	-0.93	0.93
16.00	17.00	6.29	1.08	13.42	0.71	12.12	-1.29	1.29
17.00	18.00	4.79	0.82	14.24	0.71	12.84	-1.40	1.40
18.00	19.00	3.74	0.64	14.88	0.71	13.55	-1.33	1.33
19.00	20.00	3.74	0.64	15.52	0.71	14.26	-1.25	1.25
20.00	21.00	3.74	0.64	16.16	0.71	14.98	-1.18	1.18
21.00	22.00	1.87	0.32	16.48	0.71	15.69	-0.79	0.79
22.00	23.00	1.87	0.32	16.80	0.71	16.40	-0.39	0.39
23.00	24.00	1.87	0.32	17.12	0.71	17.12	0.00	0.00
TOTAL	100.00		17.12			VALORES MAX=	2.68	1.40
						TOTAL (EX+DEF)=	4.08	

Gráfico 7

Diagrama de Masa R2 semana 1

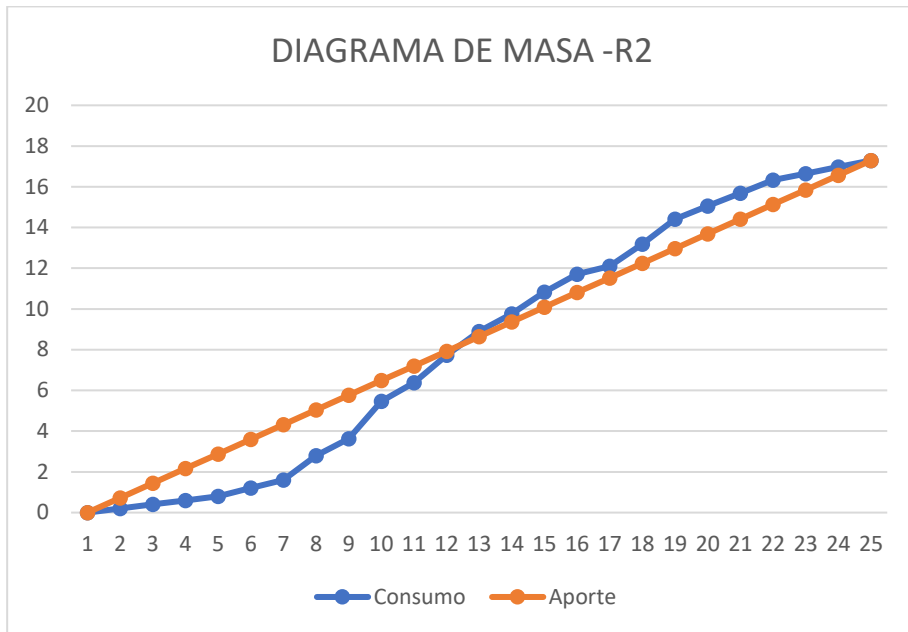
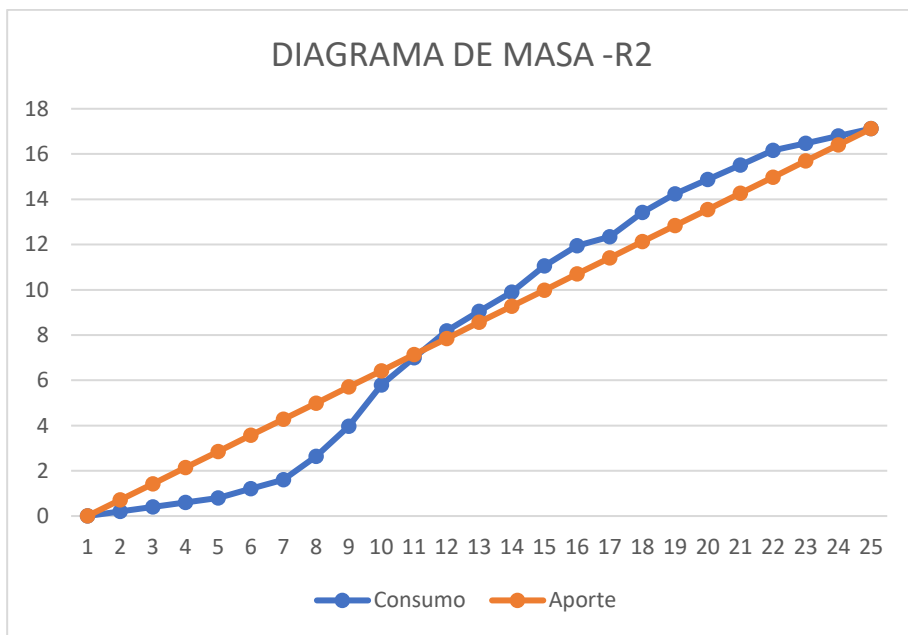


Gráfico 8

Diagrama de Masa R2 semana 2



Al comparar el volumen de almacenamiento calculado con el volumen que tienen los dos s; observamos que el volumen de ambos reservorios está por debajo del volumen existente construido.

4.2.3.4 Control hidráulico de redes de distribución y conexiones domiciliarias

Para la evaluación tomamos en cuenta que las presiones de servicio según el MVCS, debe cumplir:

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

En la siguiente tabla siguiente se presentan las presiones obtenidas mediante el software WaterCAD, comparadas con las presiones reales medidas en las conexiones domiciliarias utilizando un manómetro, durante el horario de máximo consumo.

Tabla 43*Control hidráulico de conexiones domiciliarias*

N°	USUARIO-VIVIENDA	PRESIÓN-WATERCAD (m.c.a)-Darcy Weisbach	PRESIÓN MANÓMETRO (psi)	PRESIÓN- MANÓMETRO (m.c.a)
1	María García Idrogo	1.25	0.15	1.53
2	María Angélica Ramos Tocas	9.19	0.8	8.16
3	Lusminda García Idrogo	1.56	0.15	1.53
4	Elida García Mendoza	10.32		
5	Oscar s. Guevara Becerra	4.42		
6	Leopoldo García Olivares	6.09		
7	Bervelina lozano Cieza	12.37		
8	Amado Alvites Cotrina	23	2.1	21.42
9	Eulalia García Olivares	2.4		
10	Shino a. Alvites Vásquez	15.96		
11	Esmilda Alvites rojas	16.97		
12	Emiliano Mendoza Alvites	23.74	2.2	22.44
13	Armandina Alvites Cotrina	43.88	4.2	42.84
14	Sixto lozano Aguirre	33.41	3	30.6
15	Segundo miguel Huamán Julón	SIN AGUA		
16	Vilma Alvites Alva	22.81		
17	Gloria esperanza Alvites Alva	28.72		
18	Israel Salazar Cotrina	42.57		

19	Cenovia Mendoza Cotrina	34.86		
20	Teófilo Mendoza Cotrina	57.41		
21	Antenor Mendoza Garay	SIN AGUA		
22	Fidela Mendoza	40.72		
23	Segunda Ilda Mendoza Alarcón	5.92		
24	Julia Isabel Mendoza Alarcón	14.44	1.3	13.26
25	Irene Mendoza Alarcón	33.59		
26	Jorge Alvites rojas	36.79		
27	Grimaniel Salazar Cotrina	38.95		
28	Delicita Alvites Mendoza	34.74		
29	Edson Augusto Cotrina tongo	8.68		
30	Neuler e. Terrones Cotrina	SIN AGUA		
31	Luz Chávez Cotrina	38.92		
32	Florencia Cotrina Mendoza	43.07	4.1	41.82
33	Pepe Jhoni tocas Cotrina	68.75	6.8	69.36
34	Alicia Edith Becerra herrera	63.01	6	61.2
35	Iris herrera Vásquez	52.91	5.1	52.02
36	Maribel Cotrina lozano	39.4	3.7	37.74
37	Ilda f. Cotrina Vásquez	24.48	2.3	23.46
38	Walter Vásquez Cotrina	24.44	2.3	23.46
39	Ananías Gonzales Vásquez	18.82		
40	María flor Alvites Alva	20.47		
41	Antonia Salazar Cotrina	23.12		

42	Homero Alvites Salazar	SIN AGUA		
43	Elena Becerra Lucano	26.68		
44	Adelaida Lucano Díaz	33.38	3	30.6
45	Eladio Flores Cotrina	36.93		
46	Wilmer Vargas terrones	44.67		
47	Fraccedes García Flores	SIN AGUA		
48	Víctor Cotrina García	52.98		
49	Delfina Cotrina Garay	SIN AGUA		
50	Yolanda Cotrina campos	15.97		
51	Ismael Cotrina Garay	49		
52	Osías Cotrina Garay	56.44		
53	Rocío Luzmery Arévalo Cotrina	54.64		
54	Templo (elvira terrones lozano)	57.85		
55	Luz Angélica Cotrina Vargas	47.8		
56	Ismael Cotrina Alva	41.61		
57	Atilano Cotrina Salazar	SIN AGUA		
58	Dina Cotrina Salazar	20.06		
59	Gonzalo tocas Cotrina	21.04		
60	Olga Marilú Alva Cotrina	15.26	1.4	14.28
61	Zoila Alva Lucano	44.99		
62	Justina Cotrina García	60.97		
63	Salomón Cotrina Salazar	47.7		
64	Pepe marino Cotrina Alva	42.02		

65	Flor esperanza Cotrina Alva	SIN AGUA		
66	Efiguenia Ramos Flores	58.66		
67	Alfonso García Flores	35.72		
68	María consuelo García Idrogo	2.67	0.2	2.04
69	Venicio Raúl García Idrogo	16.08		
70	Prospero Idrogo García	27.8		
71	Segundo Idrogo García	31.13		
72	Javier Cotrina Mendoza	4.4	0.4	4.08
73	Imelda Becerra Alva	15.42		
74	Francisca Alva Lucano	36.63		
75	Carlos Paisig Lucano	7.88		
76	Sonia Maribel Mendoza Alvites	4.39	0.5	5.1
77	Santos Becerra Lucano	17.28	1.5	15.3
78	Rosa elvira Vásquez Olivares	28.9		
79	Elmer Idrogo Cotrina	44.09		
80	Serapio Cotrina Becerra	16.78		
81	Marina Cotrina Becerra	43.11		
82	Neyser Inel Ramos Cotrina	SIN AGUA		
83	Zoila Ramos de Flores	21.01		
84	Justina Olivares abanto	31.25	2.9	29.58
85	Demofila Cotrina Garay	32.72		
86	Jaime Idrogo López	38.42		
87	Melisiano d. Olivares Rengifo	59.98		

88	Lidia c. Cotrina Vásquez	3.22	0.3	3.06
89	Misael Ramos Catalán	SIN AGUA		
90	Clementina Lucano Salazar	25.16		
91	Segundo Abdías Cotrina Rengifo	37.83		
92	Olinda e. Catalán Cabrera	18.01	1.6	16.32
93	María Lucila Ramos Catalán	53.86	5.5	56.1
94	Manuel Flores Aguirre	76.45	7.1	72.42
95	Mario Flores Ramos	38.45		
96	Benancio Flores Salazar	12.17	1.1	11.22
97	Elvira Ramos Catalán	27.7		
98	Edita Saavedra Ramos	31.61		
99	Osmer Ramos Cotrina	60.41		
100	Enemecio Ramos Catalán	57.18		
101	Santos a. Ramos Gonzales	17.65		
102	Víctor Flores Aguirre	82.53	7.1	72.42
103	Ismael Olivares Vásquez	26.69	2.7	27.54
104	Luzmila Olivares Becerra	51.09		
105	Luz América Olivares Ramos	36.14		
106	Marleny Quirós Cueva	44.21		
107	Edita Mercedes Olivares Julón	47.25		
108	Yosmar Aldair Mendoza Tocas	SIN AGUA		
109	Modesto Mendoza Alva	49.19		
110	Nélida Flor Mendoza Tocas	61.29	5.5	56.1

111	Carlos Olivares Becerra	68.79	5.9	60.18
112	Rosa Cotrina Colunche	SIN AGUA		
113	Rosa Beatriz Cotrina Flores	SIN AGUA		
114	Américo Alvites rojas	14.2		
115	Carmen rosa Gonzales Flores	25.84		
116	Bremilda Flores Salazar	35.8		
117	Gloria Vásquez Catalán	34.24		
118	Leonila Catalán medina	18.77	1.8	18.36
119	Teresa Becerra Lucano	39.79		
120	María Edita Cotrina Vargas	28.47		
121	Rosa Catalán Idrogo	31.9		
122	Gonzalo Olivares Saavedra	46.19		
123	María Lidia Olivares vasques	29.48		
124	Santos Olivares Vásquez	42.87		
125	Absalón Olivares Ramos	15.37		
126	Isabel Olivares Cotrina	34.35	3.1	31.62
127	María reina Olivares Cotrina	47.05	4.1	41.82
128	Guillermo Olivares Cotrina	34.51		
129	Jhon Anderson Salazar Flores	20.68		
130	Edilberto Lucano Díaz	4.3	0.5	5.1
131	Segundo García Idrogo	SIN AGUA		
132	Fredesvinda García Garay	SIN AGUA		
133	José Wilfredo García acuña	SIN AGUA		

134	José Melanio García acuña	SIN AGUA
135	Sarela García acuña	SIN AGUA
136	Domidel Guevara Flores	SIN AGUA
137	Magna acuña bueno	SIN AGUA
138	Edelmira Alvites lozano	SIN AGUA
139	Guido Guevara Hernández	SIN AGUA
140	Ana Belisaida Huamán Alvites	SIN AGUA
141	Sixtina García Cieza	SIN AGUA
142	Héctor Chávez Alva	SIN AGUA
143	Víctor Joel Vásquez lozano	SIN AGUA
144	Regio Chuquilín terrones	SIN AGUA
145	Walter Guevara Becerra	SIN AGUA
146	Clorinda Idrogo Guevara	SIN AGUA
147	Gladis catalán cabrera	SIN AGUA
148	Guzmán Guevara infante	SIN AGUA
149	Ana Imelda Cotrina Vásquez	SIN AGUA
150	Santos Saavedra Becerra	SIN AGUA
151	Deysi García Ramos	SIN AGUA
152	Irma Flores Ramos	SIN AGUA
153	Richard a. Ramos Vásquez	SIN AGUA
154	Misael Ramos Catalán	SIN AGUA
155	Mirian esperanza Gonzales Flores	39.22
156	Wilmer Olivares abanto	39.01

157	Segundo m. Cotrina Vargas	53.02		
158	Armando Salazar Idrogo	28.08		
159	Juana Flores Mendoza	9.31		
160	Wilmer Salazar Idrogo	28.37	2.1	21.42
161	I.E n°101136	34.06		
162	Jardín n°609	35.58		
163	Mirian Salazar Idrogo	49.16		
164	Eduar Cotrina Alva	41.61		
165	Idelso Becerra Flores	55.55		
166	Enrique Idrogo Cerdán	9.05		
167	Templo (Humberto Chávez r.)	SIN AGUA		
168	Gilberto Ramos Catalán	SIN AGUA		

Al analizar los resultados de la tabla anterior, se observa que se han registrado las presiones dinámicas en campo de 36 conexiones domiciliarias. En la red abierta, se identificaron 6 presiones superiores a 60 m.c.a., siendo la presión máxima de 82.53 m.c.a. Además, se detectaron 6 presiones que no cumplen con el valor mínimo establecido. Por otro lado, 113 nodos, que representan el 87.6 % del total, presentan presiones que cumplen con los requisitos especificados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Fotografía 23

Medición de presiones con manómetro



Fotografía 24

Medición de presión con manómetro



4.2.3.5 Calidad de agua

En el Perú, desde la Ley de Aguas (Decreto Ley N° 17752 de 1969) y luego con la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del año 2009); se señala que los ECA de Agua deben fijarse en función a las categorías determinadas en relación al uso que se le va a dar al cuerpo natural de agua como se detalla a continuación:

Tabla 44

Estándares de Calidad Ambiental para Agua MINAM

Categoría	Descripción	Subcategoría	Descripción
Categoría 1-A	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado

La muestra llevada para el análisis de agua se obtuvo de la Captación La Shita. El análisis de agua se encuentra en el Anexo N°3. Lo cual muestra que si se encuentra dentro de los parámetros de calidad del agua y límites máximos de agua potable en Perú a excepción del parámetro fósforo que presenta 0.141 mg/l que se encuentra por encima del límite establecido de 0.1mg/l (categoría 1-A-subcategoría A1). Por eso se concluye que el agua que consume el centro poblado Nuevo San Juan Alto no cumple con los estándares de calidad al 100%.

Tabla 45

Parámetros de muestra de agua

ENSAYOS			MUESTRAS		NORMATIVA		
Parámetro	Unidad	LCM	Nuevo Juan Alto	San Juan Alto	ECA	A1	(D.S-004)
Fósforo (P)	mg/l	0.024	0.141		0.1		

4.2.4 EVALUACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Para evaluar la correcta operación y mantenimiento del sistema se aplicó dos tipos de encuestas; la primera encuesta cuenta con 11 preguntas dirigidas a representantes de Nuevo San Juan Alto y la segunda encuesta cuenta con 14 preguntas dirigidas a los usuarios del sistema; las encuestas se realizaron desde el día 30/08/2024 hasta el día 06/09/2024, el modelo de encuesta se encuentra en el Anexo N°2. Los resultados se muestran a continuación:

Encuesta Tipo I:

Tabla 46

Mantenimiento en el sistema

Cada cuánto tiempo se realiza mantenimiento en el sistema de agua potable:

Respuesta	Cantidad	%
Cada 3 meses	2	100%
Total	2	100%

Tabla 47

Encargados que realizan el mantenimiento del sistema

¿Quiénes son los encargados en realizar el mantenimiento del sistema de agua potable?

Respuesta	Cantidad	%
Cada 3 meses (con algún representante de la comunidad)	2	100%
Total	2	100%

Tabla 48*Problemas después de la entrega del sistema*

¿Se han presentado problemas después de la entrega del sistema de agua potable a los usuarios?

Respuesta	Cantidad	%
SI	-	-
NO	2	100%
Total	2	100%

Tabla 49*Existe disconformidad del sistema de agua*

Existen quejas por parte de los beneficiarios del sistema de agua

Respuesta	Cantidad	%
SI	-	-
NO	2	100%
Total	2	100%

Tabla 50*Cuota familiar*

¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable?

Respuesta	Cantidad	%
SI (1sol mensual)	2	100%
NO	-	-
Total	2	100%

Tabla 51*Participación en los mantenimientos rutinarios**¿Los usuarios participan en los mantenimientos rutinarios?*

Respuesta	Cantidad	%
SI	2	100%
NO	-	-
Total	2	100%

Tabla 52*Limpieza y desinfección del sistema**¿Cada que tiempo se realizan la limpieza y desinfección del sistema de agua potable?*

Respuesta	Cantidad	%
Una vez al año	-	-
Dos veces al año	-	-
Tres veces al año	-	-
Cuatro veces al año	2	100%
Total	2	100%

Tabla 53*Charlas - capacitaciones sobre el manejo responsable del agua**¿Ha recibido charlas o capacitaciones sobre el manejo responsable del agua potable?*

Respuesta	Cantidad	%
SI	2	100%
NO	-	-
Total	2	100%

Tabla 54

Responsable de charlas
¿Quién dirige esas charlas?

Respuesta	Cantidad	%
Ing. que realiza la Cloración	2	100%
Total	2	100%

Tabla 55

Frecuencia de charlas
¿Cuántas veces al año?

Respuesta	Cantidad	%
Quincenal	2	100%
Total	2	100%

Encuesta Tipo II:

Tabla 56

Satisfacción con el sistema
¿Se encuentra satisfecho con el sistema de agua potable?

Respuesta	Cantidad	%
SI	6	37.5
Relativamente	10	62.5
NO	-	-
Total	16	100%

Tabla 57*Problemas después de la entrega del sistema*

¿Se han presentado problemas después de la entrega del sistema de agua potable a los usuarios?

Respuesta	Cantidad	%
SI	10	62.5
NO	6	37.5
Total	16	100%

Tabla 58*Presencia de roturas de tuberías*

¿Ha observado rotura de tuberías en su domicilio por altas presiones?

Respuesta	Cantidad	%
NO	16	100%
SI	-	-
Total	16	100%

Tabla 59*Intervenciones del sistema*

¿Se han realizado intervenciones después de haber entregado el sistema de agua potable a los usuarios?

Respuesta	Cantidad	%
NO	16	100%
SI	-	-
Total	16	100%

Tabla 60*Variación de presión de agua**¿Hay variación de presión de agua en su vivienda, durante el día?*

Respuesta	Cantidad	%
Mañana	-	-
Medio Día	3	18.75%
Tarde	-	-
Todo el día	-	-
Regular	13	81.25%
Total	16	100%

Tabla 61*Responsable de la Operación y mantenimiento**¿Quién es el responsable de la Operación y mantenimiento del servicio de agua potable?*

Respuesta	Cantidad	%
Junta Directiva	16	100%
Empresa Privada	-	-
Municipalidad	-	-
Total	16	100%

Tabla 62*Cuota familiar**¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable?*

Respuesta	Cantidad	%
-----------	----------	---

SI (1 sol)	16	100%
NO	-	-
Total	16	100%

Tabla 63

Participación en los mantenimientos rutinarios

¿Usted participa en los mantenimientos rutinarios?

Respuesta	Cantidad	%
SI	16	100%
NO	-	-
Total	16	100%

Tabla 64

Frecuencia de la limpieza y desinfección del sistema de agua potable

¿Cada cuánto tiempo se realiza la limpieza y desinfección del sistema de agua potable?

Respuesta	Cantidad	%
Una vez al año	-	-
Dos veces al año	-	-
Tres veces al año	-	-
Cuatro veces al año	12	75%
No sabe	4	25%
Total	16	100%

Tabla 65*Satisfacción de la administración del servicio de agua**¿Cómo ve usted la administración del servicio de agua por parte de la junta directiva?*

Respuesta	Cantidad	%
Buena	9	56.25%
Regular	7	43.75%
Mala	-	-
Total	16	100%

Tabla 66*Capacitaciones sobre el manejo responsable del agua**¿Ha recibido charlas o capacitaciones sobre el manejo responsable del agua potable?*

Respuesta	Cantidad	%
SI	16	100%
NO	-	-
Total	16	100%

Tabla 67*Responsable de dirección de charlas**¿Quién dirige esas charlas?*

Respuesta	Cantidad	%
Centro de Salud	8	50%
Reuniones de la comunidad	8	50%
Total	16	100%

Tabla 68*Frecuencia de charlas**¿Cuántas veces al año?*

Respuesta	Cantidad	%
2 veces al año	8	50%
De 3 a 4 veces al año	8	50%
Total	16	100%

4.2.5 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

Después de realizar la evaluación del sistema de agua de uso doméstico en el centro poblado de Nuevo San Juan Alto, Hualgayoc, se han identificado algunas falencias en su funcionamiento. A continuación, se presentan las propuestas para mejorar la cobertura y calidad del servicio de agua:

- Captación La Shita: Los análisis de agua de la captación registran una concentración de fósforo de 0.141 mg/l, cuando el límite establecido es de 0.1 mg/l. Para corregir esta desviación, se recomienda la adición de 5 ml de sulfato de cobre por cada litro de agua cruda. Esta medida permitirá reducir la concentración de fosfatos en un 82.5%, haciendo que el agua sea apta para el consumo humano.
- Usuarios no atendidos: Actualmente, 27 familias ubicadas en la zona alta del Centro poblado no cuentan con acceso al sistema de agua potable. Además, recientemente se han unido al sistema 12 familias adicionales en la zona baja. Para garantizar la cobertura a todos los habitantes, se propone la ampliación de redes y la creación de un sistema de bombeo. Los detalles técnicos del diseño de este sistema son los siguientes:

Población actual: $27 \text{ familias} \times 5 \text{ personas/familia} = 135 \text{ habitantes}$

Tasa de crecimiento poblacional anual: 2.44%

Periodo de diseño: 20 años

Población futura proyectada: 204 habitantes

Dotación de agua: 80 L/hab/día

Consumo promedio anual: 0.192 L/seg

Consumo máximo diario: 0.250 L/seg

Volumen del reservorio requerido: 7 m³

Consumo máximo horario: 0.384 L/seg

Caudal de bombeo necesario: 0.00044994 m³/seg

Dimensiones de las tuberías:

Línea de impulsión: 1" (aproximadamente)

Línea de succión: 2"

Altura de succión: 2.50 m

Altura de impulsión: 324.19 m

Longitud de la línea de impulsión: 755.21 m

Velocidad del agua en la línea de impulsión: 0.99 m/seg

Pérdidas de carga estimadas: 29.53 m

Altura dinámica total: 356.22 m

Potencia teórica de la bomba: 3.95 HP

Potencia instalada recomendada: 5.93 HP (aproximadamente 6 HP)

- Se propone la instalación de cámaras rompe presión con el fin de mitigar las presiones elevadas en la zona baja del centro poblado. Este mecanismo contribuirá a regular y estabilizar la presión del sistema, evitando posibles daños a la infraestructura y mejorando la eficiencia en el suministro de agua.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se describieron las estructuras que conforman el sistema en estudio, incluyendo medidas, características y estado actual. La inspección visual de las estructuras indicó que se encuentran en buen estado y que reciben mantenimiento rutinario por parte de las autoridades.
- Se estimó la demanda actual y la dotación en el centro poblado, obteniendo un caudal promedio de 0.68 l/s. Por su parte, el caudal proporcionado por la captación fue de 1.84 l/s, lo cual es suficiente para cubrir las necesidades de agua de la población durante la época de estiaje.
- Se evaluó hidráulicamente la infraestructura del sistema, identificando que ambos reservorios logran abastecer a sus usuarios. En cuanto a las presiones, se encontró que el 87.6% de los nodos en las viviendas presentan presiones que cumplen con lo especificado por el MVCS, y que el 23.21% de la población no cuenta con acceso al agua potable.
- Se evaluó la operación y mantenimiento del sistema de agua potable en el centro poblado mediante encuestas. Los resultados indicaron que el mantenimiento se realiza cada tres meses, la limpieza y desinfección se efectúan cuatro veces al año, y la cloración se lleva a cabo cada 15 días. En cuanto a la satisfacción de los usuarios, el 62.5% se siente relativamente satisfecho. Además, el 56.25% califica como "buena" la administración del servicio por parte de la junta directiva.
- Se elaboró una propuesta de mejora para cada componente del sistema en estudio, que incluye la creación de una estación de bombeo para las 27 familias de la zona alta del centro poblado, con el objetivo de prevenir el aumento de casos de enfermedades parasitarias e intestinales. Además, se propone la ampliación del servicio de agua a las 12 familias de la zona baja. En cuanto al tratamiento del agua, se propone la adición de 5 ml de sulfato de cobre por cada litro de agua cruda, lo cual podría reducir en un 82.5% la concentración de fosfatos, transformando el agua en apta para el consumo humano. También se sugiere la implementación de cámaras rompe presión en la zona baja para regular las presiones elevadas.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda incrementar la frecuencia de los estudios de agua de la captación La Shita para monitorear de manera constante la calidad del agua suministrada a los usuarios de Nuevo San Juan Alto.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 BIBLIOGRAFÍA

- Van Gigch, J. P. (2006). *Teoría General de Sistemas*. (3ra.ed., pp.1-28) Editorial Limusa.
- Agüero Pittman, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. (1ra.ed., pp.19-114). Editorial SER.
- García Trisolini, E. (2009). *Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales*. (1ra.ed., pp.10-36) Fondo Perú-Alemania.
- CARE - PROPILAS. (2008). *El sistema de información sectorial en agua y saneamiento en la región Cajamarca*. (1ra.ed., pp.7-20). LEDEL S.A.C.
- MVCS. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (1ra.ed., pp.30-139) Dirección de saneamiento
- SNIP (2011). *Saneamiento Básico. Guía para la formulación de proyectos exitosos. Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil*. (1ra.ed., pp.27-55). Ministerio de Economía y Finanzas
- Pita, G. (2022). *MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- Sánchez C. (2023) *Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro poblado de Callancas, San pablo - Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Universidad Nacional de Cajamarca.
- Díaz D.(2023) *Evaluación del sistema de agua potable la totora en el distrito de Chugur-Hualgayoc-Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Universidad Nacional Cajamarca.
- Bardales, Y.A (2022) *Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Jesús – Cajamarca* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero hidráulico] Universidad Nacional de Cajamarca.

6.2 LINKOGRAFÍA

- OMS. (2023) Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- CARE. (2021). ESCASEZ DE AGUA: UNO DE LOS MAYORES DESAFÍOS DEL SIGLO XXI. <https://care.org.pe/escasez-de-agua-uno-de-los-mayores-desafios-del-siglo-xxi/>
- MIDIS. (2017). ¿Dónde invertir para incluir? Seguimiento de las brechas de acceso a servicios básicos. <https://sdv.midis.gob.pe/redinforma/Upload/publicacion/Boletin%20de%20Brechas%20Servicios%20Basicos.pdf>
- Bonito V. y Cevallos A. (2021) Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la Parroquia San Gregorio Cantón Muisine provincia de Esmeraldas [Proyecto previo a la obtención del Título de Tecnóloga(o) en agua y saneamiento ambiental] Repositorio Digital Institucional de la Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22044>
- Medina L.(2022) Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, Cantón Pastaza, provincia de Pastaza. . [Proyecto técnico previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil] Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34704>
- Pineda H.(2022) Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para mejorar la condición sanitaria de la población en el caserío La Rinconada, distrito de Quillo, provincia de Yungay, región Áncash – 2022.[Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Repositorio Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/33591>
- Tapia M.(2019) Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona operacional XII de la ciudad del Cusco. [Tesis de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3746>

- Vargas, J., & Huayhua, H. (2020). Ampliación y mejoramiento integral de los sistemas de agua potable y desagüe en las ciudades de Ccollotaro y Ccoyaraqui del distrito de Caica y, provincia de Paucartambo, región Cusco. [Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil] . Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco ,Cusco, Perú: Facultad de arquitectura e Ingeniería civil. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5258?locale attribute=en>
- Real Academia Española. (2023). Cobertura. En Diccionario de la lengua española (23.ª ed.). Recuperado de <https://dle.rae.es/cobertura>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006a). Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2007). Reglamento de calidad de la prestación de los servicios de saneamiento. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/08/RCD-N%C2%B0-011-2007-SUNASS-CD-Reglamento-de-Calidad.pdf>
- INEI (2023). Glosario de Términos. Acceso al Abastecimiento de Agua Potable. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1768/glosario.pdf
- ULPGC (2005). Elementos para una definición de evaluación. https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/38/38196/tema_5_elementos_para_una_definicion_de_evaluacion.pdf
- USGS (2017). La Ciencia del Agua para escuelas. Uso doméstico del agua. <https://water.usgs.gov/gotita/wudo.html#:~:text=Este%20tipo%20de%20uso%20corresponde,y%20%C2%A1Hasta%20ba%C3%B1ar%20al%20perro!>
- SSWM (2023). Tecnologías de agua y saneamiento. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribucion-comunitaria>.
- Gobierno de Aragón (2012). Manual para manipuladores de alimentos. Abastecimientos de agua. <https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Manual%20de%20manipuladores%20de%20abastecimientos%20de%20agua-1.pdf/614d228b-06c6-bde7->

ANEXOS

ANEXO 1

Carta de no autorización de ensayo de esclerometría

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

CARTA DE NO AUTORIZACIÓN

30 de agosto de 2024

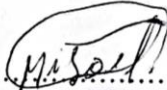
Hualgayoc-Cajamarca

ASUNTO: *No autorización para realizar el ensayo de esclerometría en estructuras del sistema de agua del Centro Poblado Nuevo San Juan Alto.*

Yo Misael Ramos Catalán.....
identificado con DNI N°.....80703345, en condición de Teniente Gobernador del Centro Poblado Nuevo San Juan Alto, distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc, por la presente NO AUTORIZO de manera expresa que se realice el estudio de Esclerometría en las estructuras que conforman el sistema de agua potable (captación y reservorios).

La razón por la que no autorizo el permiso para realizar el ensayo es que no existe mutuo acuerdo entre todas las autoridades, representantes y pobladores del centro poblado, y no se considera pertinente el retiro del tarrajeo de dichas estructuras (indispensable para realizar el ensayo).

Esperando el cabal cumplimiento de la presente y en pleno ejercicio de mis deberes, derechos y responsabilidades firmo la presente.


.....80703345
DNI: Teniente Gobernador

ANEXO 2

Modelo de Encuesta


ENCUESTA I: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO- HUALGAYOC-CAJAMARCA,2024

NOMBRE:.....Humberto Chavez Romero.....

FECHA: .30.../...03.../2024

1. Cargo:.....Tesorero.....de.....la Jass.....
2. Fecha en que concluyó el proyecto del sistema de agua potable:.....2015.....
3. Institución ejecutora:.....Wilmer Vasquez.....
4. Cada cuánto tiempo se realiza mantenimiento en el sistema de agua potable:.....c/. 3 meses
5. ¿Quiénes son los encargados en realizar el mantenimiento del sistema de agua potable?20 personas.....
6. ¿Se han presentado problemas después de la entrega del sistema de agua potable a los usuarios?
SI ().....NO(X)
7. Existen quejas por parte de los beneficiarios del sistema de agua
SI ()NO(X)
8. ¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable?
SI (X)S/.....1,00.....Sol.....mensual.....NO()
9. ¿Los usuarios participan en los mantenimientos rutinarios?
SI (X).....NO()
10. ¿Cada que tiempo se realizan la limpieza y desinfección del sistema de agua potable?
Una vez al año () dos veces al año () tres veces al año () () cada 3 meses
11. ¿Ha recibido charlas o capacitaciones sobre el manejo responsable del agua potable?
SI (X).....La empresa Ejecutora.....NO()
11.1 ¿Quién dirige esas charlas?.....Por parte del ing. de Claracion.
11.2¿Cuántas veces al año?.....
El monitoreo se hace quincenal


10460379

ANEXO 3

Resultados del Estudio de agua-Captación La Shita

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

ENSAYOS			MUESTRAS						NORMATIVA
Parámetro	Unidad	LCM	San Juan Alto	-	-	-	-	-	ECA A1 (D.S-004)
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	-	-	-	-	-	N.A.
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.033	-	-	-	-	-	0.9
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	-	-	-	-	-	0.01
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	-	-	-	-	-	2.4
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.024	-	-	-	-	-	0.7
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-	0.012
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	-	-	-	-	-	N.A.
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	59.940	-	-	-	-	-	N.A.
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-	0.003
Cerio (Ce)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-	N.A.
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-	N.A.
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-	0.05
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	-	-	-	-	-	2
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	-	-	-	-	-	0.3
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.327	-	-	-	-	-	N.A.
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	-	-	-	-	-	N.A.
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	4.036	-	-	-	-	-	N.A.
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-	0.4
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-	0.07
Sodio (Na)	mg/L	0.026	1.718	-	-	-	-	-	N.A.
Niquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	-	-	-	-	-	0.07
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.141	-	-	-	-	-	0.1

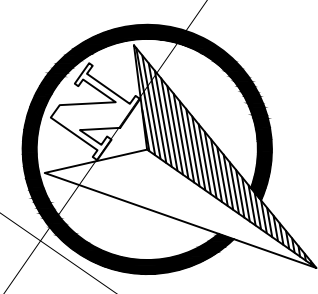
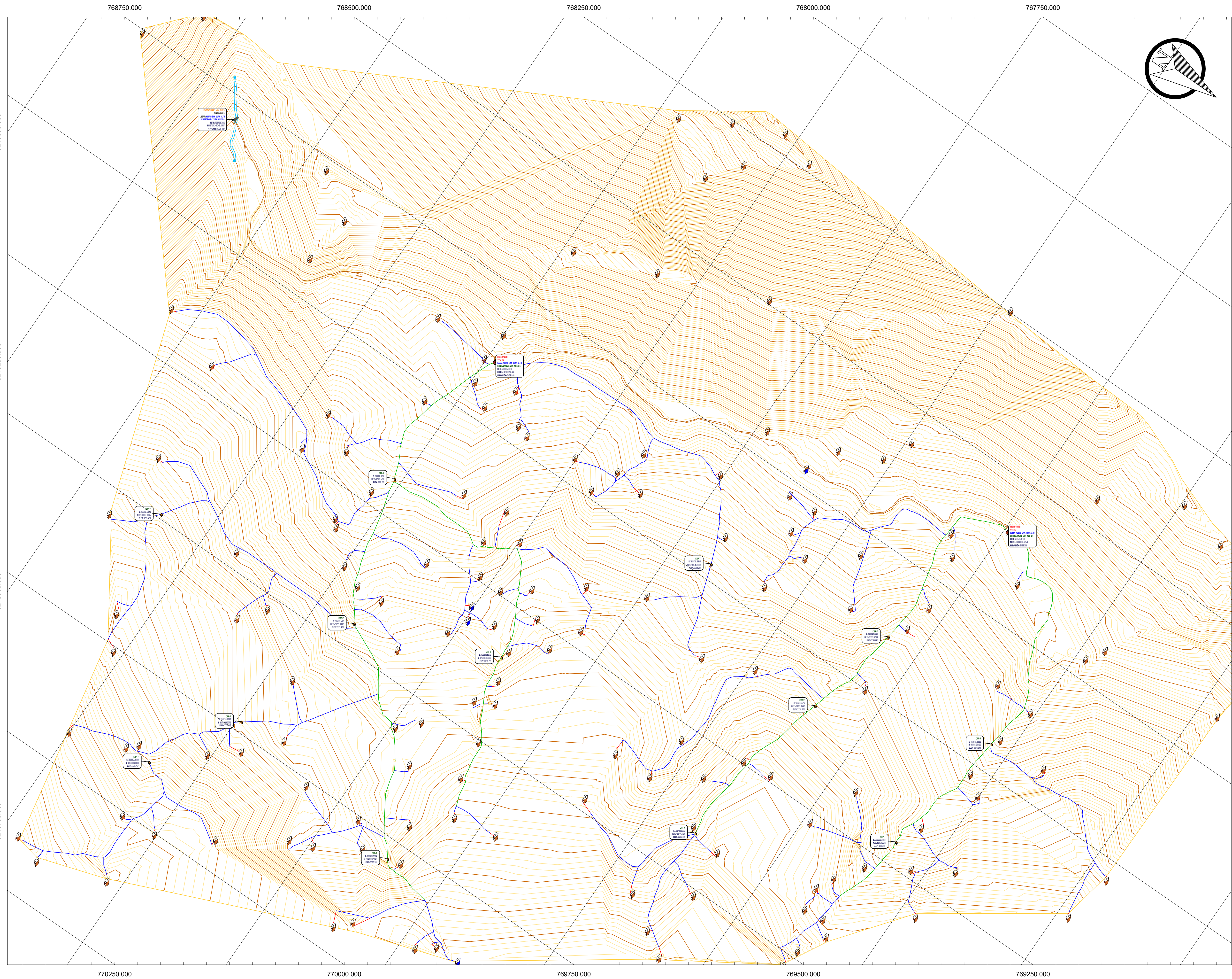
INTERPRETACIÓN

- De los resultados de la muestra San Juan Alto, el parámetro resaltado se encuentra fuera del límite establecido, según La Categoría 1 Subcategoría A1. (Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) del

Nota: N.A.- No Aplica



Cajamarca, 13 de Julio de 2023



UBICACIÓN DE LA CAPTACIÓN				
N°	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM		COTA
		ESTE	NORTE	
01	CAPTACIÓN N° 1 LA SHITA	768.793.7186	9.248.340.9	3440.937

UBICACIÓN DEL RESERVORIO				
N°	ESTRUCTURA	COORDENADAS UTM		COTA
		ESTE	NORTE	
01	RESERVORIO N°1	768.887.337	9.249.014.9	3428.849
02	RESERVORIO N°2	768.995.947	9.250.005.9	3428.50

LEYENDA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.
	CAPTACIÓN DE LADERA	1.00	Und.
	RESERVORIO	2.00	Und.
	CAMARA ROMPEPRESIÓN VII	13.00	Und.
	NODO	129.00	Und.

CUADRO DE CONEXIONES AGUA POTABLE	
DOMICILIARIOS	127
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	02
TOTAL	129

LEYENDA DE TUBERIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1.5"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=3.4"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1.2"

RESUMEN:	
SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO	
CAPTACIÓN DE LADERA-LA SHITA	1 und
LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1.5"	6984.50 m
RESERVOIRO CIRCULAR V=3 m=3	1 und
RESERVOIRO CIRCULAR V=3 m=3	1 und
RED DE DISTRIBUCIÓN 1"	3992.37 m
RED DE DISTRIBUCIÓN 3/4"	11071.8 m
CRP TIPO 7	13 und
VALVULAS DE CONTROL	18 und
VALVULAS DE PASAJE	20 und
VALVULAS DE AIRE	2 und
REJES DOMICILIARIOS	129 und
RED DE CONEXION DOMICILIARIA 1/2"	813.12 m

UBICACIÓN DE CRPVII			
N°	COTA	X	Y
CRPVII-1	3.336.19	769.206.31	9.250.169.29
CRPVII-2	3.329.07	769.080.15	9.249.893.85
CRPVII-3	3.283.51	769.410.57	9.249.844.32
CRPVII-4	3.370.87	768.970.69	9.249.575.96
CRPVII-5	3.329.27	769.345.51	9.249.348.02
CRPVII-6	3.381.21	769.180.91	9.248.985.52
CRPVII-7	3.332.97	769.453.14	9.249.079.89
CRPVII-8	3.292.96	769.785.80	9.249.387.92
CRPVII-9	3.272.62	769.730.26	9.249.009.38
CRPVII-10	3.228.77	769.893.93	9.248.908.20
CRPVII-11	3.275.48	769.491.53	9.248.657.39
CRPVII-12	3.361.19	768.892.20	9.249.933.58
CRPVII-13	3.378.34	768.948.33	9.250.212.51

LEYENDA GENERAL	
	Captación de Ladera
	Reservorio
	Casa rural
	Instituciones
	Curvas de nivel

PLANTA
ESC.:1/3500

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO- HUACAYOC-CAJAMARCA			
TESISTA: TOMAS ALVARO SAUCEDO ANGELO ALJENDERA	ASESOR: DR. ING. GASPAR VIBERO MENDOZA CRUZ	UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Huacapistán Distrito: Huacapistán C.P. Nuevo San Juan Alto	LAMINA N°: P-01
DESCRIPCIÓN: PLANO DEL SISTEMA ACTUAL	ESCALA: Inducida	FECHA: Septiembre 2024	
SIS. PROV. CARTOGRAFICA UTM	CUADRICULA M	DATUM WGS 84	ZONA 17S

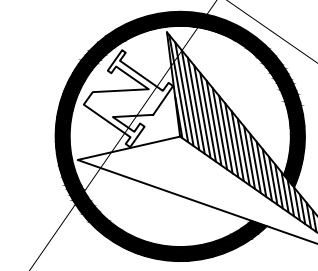
769000.000 768750.000 768500.000 768250.000 768000.000 767750.000

9248000.000

9248250.000

9248500.000

9248750.000



UBICACIÓN DE LA CAPTACIÓN				
N°	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM		COTA
		ESTE	NORTE	
01	CAPTACIÓN N° 1 LA SHITA	768.793.7186	9.248.340.9	3440.937

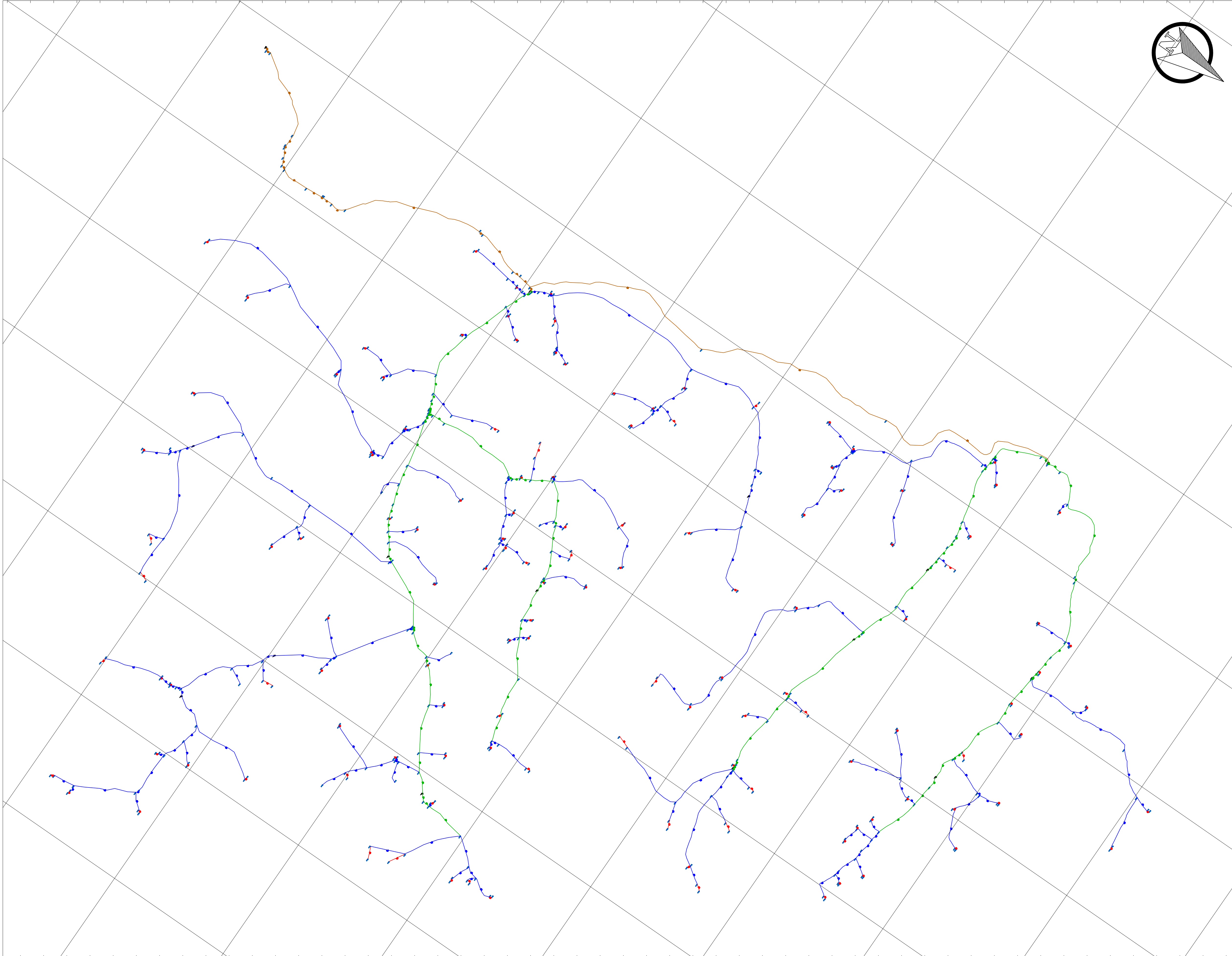
UBICACIÓN DEL RESERVORIO				
N°	ESTRUCTURA	COORDENADAS UTM		COTA
		ESTE	NORTE	
01	RESERVORIO N°1	768.887.337	9.249.014.9	3428.849
02	RESERVORIO N°2	768.995.947	9.250.005.9	3428.50

LEYENDA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.
	CAPTACIÓN DE LADERA	1.00	Und.
	RESERVORIO	2.00	Und.
	CAMARA ROMPEPRESIÓN VII	13.00	Und.
	NODO	129.00	Und.

CUADRO DE CONEXIONES AGUA POTABLE	
DOMICILIARIOS	127
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	02
TOTAL	129

LEYENDA DE TUBERIAS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1.5"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=3/4"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1"
	TUBERIA DE PVC NTP 399.002 C-10 Ø=1/2"

9250000.000
9250250.000
9250500.000
9250750.000



770250.000 770000.000 769750.000 769500.000 769250.000

PLANTA
ESC.:1/3500

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			LAMINA N°:
	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO DEL CENTRO POBLADO DE NUEVO SAN JUAN ALTO- HUAYAYOC-CAJAMARCA				
TESISTA: TOMAS ALVARO SAUCEDO ANGEL ALEXANDRA	ASESOR: DR. ING. GASPAR VIELO MÉNDEZ CRUZ	UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Huayabamba Distrito: Huayabamba C.P.: Nuevo San Juan Alto	P-01	
DESCRIPCIÓN: PLANO DEL SISTEMA ACTUAL	ESCALA: Indicada	FECHA: Septiembre 2024		
SIS. PROV. CARTOGRAFICA UTM	CUADRICULA M	DATUM WGS 84	ZONA 17S	