

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



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Segura Bernal, Jeiner Eber

Asesor:

Mgs. Ing. José Hilario Longa Álvarez

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** JEINER EBER SEGURA BERNAL
DNI: 47624437
Escuela Profesional:
Ingeniería civil
- Asesor:** M.CS.Ing. José Hilario Longa Álvarez
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN,
DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022"
- Fecha de evaluación:** 26/08/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 13%
- Código Documento:** 3117:375892277
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/08/2024

 <hr/> FIRMA DEL ASESOR M.CS.Ing. José Hilario Longa Álvarez DNI: 26612572	 <hr/> UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
---	---

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Augusto Segura y Teodocia Bernal por su apoyo constante en mi formación académica.

Al Mgs. Ing. José H. Longa Álvarez, por su apoyo incondicional y su tiempo dedicado para la realización de mi proyecto de tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Facultad de Ingeniería y sus docentes.

A los directivos de las JASS y a todos los usuarios del sistema de agua potable del centro poblado de san juan, por su predisposición y colaboración.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme salud y sabiduría para lograr culminar mis estudios y así poder iniciar este proyecto de tesis.

A mis padres, en especial a mi madre que nunca perdió la fe y me apoyó hasta el último momento.

A mis hermanos que siempre estuvieron pendiente de mi día a día y me apoyaron ante cualquier obstáculo y en los momentos más difíciles.

A mis hijos Fabrizio y Camila, que a pesar de las circunstancias son mi motor para poder seguir adelante.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE GRAFICOS	vii
ÍNDICE DE FOTOS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	4
2.1.1. Internacionales.....	4
2.1.2. Nacionales	5
2.1.3. Locales.....	7
2.2. Bases teóricas	7
2.2.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable.....	7
2.2.2. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.....	9
2.2.3. Estimación de la demanda de agua	11
2.2.4. Consideraciones técnicas y Normativas	13
2.3. Definición de términos básicos	16
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Descripción de la zona de estudio	19

3.2. Materiales, equipos y software	19
3.2.1. Materiales	19
3.2.2. Equipos	20
3.2.3. Software.....	20
3.3. Metodología.....	20
3.4. Procedimiento.....	21
3.4.1. Evaluación de la infraestructura hidráulica.....	21
3.4.2. Evaluación de la operación y mantenimiento.....	24
3.4.3. Evaluación de la gestión administrativa	24
3.5. Análisis de datos y resultados	25
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
4.1. Reconocimiento y evaluación de los componentes hidráulicos del sistema	27
4.2. Evaluación hidráulica del Sistema de Agua Potable de la localidad de San Juan	36
4.3. Evaluación de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad de San Juan.....	48
4.4. Evaluación de la gestión administrativa del sistema.....	53
4.5. Discusión de resultados.....	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	60
ANEXOS	64
Anexo 1 : Croquis del sistema de agua potable de la localidad de san juan	64
Anexo 2: Análisis físico – químico y bacteriológico	65

Anexo 3 : Medidas de altura de agua consumida durante cada hora en reservorio.....	69
Anexo 4: Tablas de Excel del procesamiento de datos para obtener el Qmd y Qm	70
Anexo 5 : tabla del procesamiento de datos para obtener Qmh	77
Anexo 6 : Plano de modelamiento hidráulico en la localidad de San Juan haciendo uso del software WaterCad.....	78
Anexo 7 : Panel fotográfico	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotación diaria en comunidades rurales	12
Tabla 2: preguntas de la encuesta que se hizo a la población.....	26
Tabla 3 : Características de la Red de Distribucion.....	31
Tabla 4 : Válvulas de Control	32
Tabla 5: Resultado de la evaluación a los componentes del sistema	34
Tabla 6 : caudal de la captación en periodos de estiaje y lluvias	36
Tabla 7 : cálculo de consumos diarios durante el mes.....	40
Tabla 8 : Resumen de Cálculos Hidráulicos.....	45
Tabla 9: Resumen presiones en viviendas de la red de distribución obtenidas con el manómetro vs WaterCad	47
Tabla 10: Rutinas de mantenimiento efectuados a componentes del sistema.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de abastecimiento básico.....	8
Figura 2: Tipos de redes de distribución	11
Figura 3: Proyección de la población según complejidad del sistema	13
Figura 4: Periodos de diseño para estructuras sanitarias	14
Figura 5 : Croquis de Reservorio.....	38
Figura 6 : Cálculos para obtener el Qmh y Qm	39
Figura 7 : cálculos para obtener el Qmh	42
Figura 8 : modelamiento del sistema en el software WaterCad	47

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 : consumo diario - semanal.....	41
Gráfico 2 : registro de consumo horario	43
Gráfico 3: presiones dinámicas en viviendas medidas con manómetro	46
Gráfico 4: Disponibilidad del servicio de agua potable	48
Gráfico 5: Duración del servicio de agua potable	49
Gráfico 6: Presión de agua disponible.....	49
Gráfico 7: Opinión sobre la apariencia del agua	50
Gráfico 8: Opinión sobre el olor del agua	51
Gráfico 9: Opinión sobre el padecimiento de enfermedades por el consumo de agua .	51
Gráfico 10: Opinión sobre el mantenimiento realizado al sistema de agua potable	52
Gráfico 11: Viviendas por el servicio de agua potable.....	54
Gráfico 12: Satisfacción con la calidad del servicio obtenido	55

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Vista de ingreso a captación con las autoridades de la comunidad	22
Foto 2: Captación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de San Juan	28
Foto 3: Pases aéreos en la línea de conducción.....	29
Foto 4: Reservorio rectangular de concreto armado	30
Foto 5 : Pileta Desprendida en Conexión Domiciliaria	32
Foto 6 : Válvula de Control con presencia de agua.....	33
Foto 7 : Cámara Rompe Presión T - 7	34

RESUMEN

Las comunidades rurales suelen presentar deficiencias en la prestación de servicios básicos a la población, lo que disminuye la calidad de vida, donde la evaluación es el primer paso para formular mejoras. La presente investigación tuvo el objetivo de evaluar el sistema de agua potable en el centro poblado de San Juan, distrito de Matara, provincia y departamento de Cajamarca. Se trató de una investigación de enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, donde se realizaron visitas de campo, encuestas, análisis de muestras de agua y un modelo hidráulico en el programa WaterCAD para la comparación del funcionamiento actual del sistema con parámetros contenidos en Normas y códigos de diseño, evaluando las instalaciones de captación, línea de conducción, almacenamiento y la red de distribución de agua en la referida localidad. Se determinó los caudales ($Q_m = 0.715$ L/s, $Q_{md} = 0.765$ L/s, $Q_{mh} = 1.475$ L/s) y con los datos obtenidos se calculó los coeficientes de variación de consumo, obteniéndose $K_1 = 1.169$ y el $K_2 = 2.063$; así mismo se determinó la dotación, obteniendo un valor de 74.8 l/p/d. Se observó que el sistema en general se encuentra en un estado regular, encontrándose deficiencias en el proceso de desinfección, con la presencia de bacterias, virus y un nivel insuficiente de cloro residual. Las mediciones en campo señalan que el 73.5% de las viviendas cumplen con la presión mínima exigida, pero el 23% superan la presión máxima recomendada, encontrándose también roturas en las tuberías. De esta manera, aunque todas las viviendas se encuentran afiliadas al servicio, el 58% de la población está insatisfecho con el mismo. Se concluye que el sistema de agua potable en la comunidad de San Juan no cumple con los estándares de calidad esperados, lo que perjudica la calidad de vida de la población.

Palabras claves: dotación, agua, caudal, consumo, población.

ABSTRACT

Rural communities usually have deficiencies in the provision of basic services to the population, which decreases the quality of life, where evaluation is the first step to formulate improvements. The present research aimed to evaluate the drinking water system in the town center of San Juan, district of Matara, province and department of Cajamarca. It was a quantitative approach research and a non-experimental design, where field visits, surveys, analysis of water samples and a hydraulic model were carried out in the WaterCAD program for the comparison of the current operation of the system with parameters contained in Standards and design codes, evaluating the collection facilities, pipeline line, storage and the water distribution network in the aforementioned locality. The flow rates were determined ($Q_m = 0.715$ L/s, $Q_{md} = 0.765$ L/s, $Q_{mh} = 1,475$ L/s) and with the data obtained the consumption variation coefficients were calculated, obtaining $K_1 = 1,169$ and $K_2 = 2,063$; the endowment was also determined, obtaining a value of 74.8 l/p/d. It was observed that the system in general is in a regular state, finding deficiencies in the disinfection process, with the presence of bacteria, viruses and an insufficient level of residual chlorine. Field measurements indicate that 73.5% of homes meet the required minimum pressure, but 23% exceed the maximum recommended pressure, also finding breaks in the pipes. In this way, although all the homes are affiliated with the service, 58% of the population is dissatisfied with it. It is concluded that the drinking water system in the community of San Juan does not meet the expected quality standards, which harms the quality of life of the population.

Keywords: endowment, water, flow, consumption, population.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para el ser humano pues de ello depende gran cantidad de sus funciones fisiológicas, pero también lo es para la sociedad moderna en la que vivimos hoy en día, debido a las demandas que ejercen las poblaciones y su uso como elemento energético, así como también la necesidad para desarrollar la agricultura y otros usos de los que depende el desarrollo de comunidades y países; las crisis en la administración del agua conducen a crisis de desarrollo (Martínez y Villalejo 2018). Es así que, el acceso al agua es uno de los derechos fundamentales del ser humano y un indicador de la calidad de vida a nivel mundial, donde las comunidades carentes de ella se encuentran clasificadas dentro de los umbrales de pobreza (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] 2020).

A nivel mundial, se estima que 1 de cada 3 personas carecen de acceso a agua potable de calidad, lo que viene a representar cerca de 2.2 billones de personas, de lo cual, la cobertura del servicio oscila entre un 85% en las áreas urbanas y del 53% en las áreas rurales (Arora 2019). Por su parte, de acuerdo al INEI, el 90.8% de la población en el país obtiene agua gracias redes públicas de distribución, sin embargo, este número disminuye a un 75.3% cuando se habla específicamente de comunidades rurales (INEI 2020), lo que refleja que estas poblaciones enfrentan desafíos en cuanto a la obtención eficaz y eficiente de este recurso, presentando ellas las mayores brechas en cuanto a desarrollo, pues las inversiones públicas suelen concentrarse en las ciudades, en especial, aquellas que concentran grandes cantidades de personas (Sosa 2020), todo lo contrario a lo que presentan las comunidades rurales. Se estima que el 97% de las comunidades con menos de 200 habitantes tiene deficiencias en el acceso a agua potable (Planeta Futuro, 2022).

Bajo este contexto, se encuentra el Centro Poblado de San Juan, Distrito de Matara, Cajamarca, el cual padece de problemas en el funcionamiento del servicio de agua potable que inciden en la calidad de vida de la población, condición que se atribuye a la falta de mantenimiento y la baja capacidad

respecto a la demanda actual, sin embargo, se desconoce la causa raíz del problema. En vista de ello, surge el **problema principal** de investigación, ¿se ha evaluado el sistema de agua potable en el Centro Poblado de San Juan, Distrito de Matara – Cajamarca para poder identificar dónde surge la mayor problemática en cuanto al abastecimiento de agua potable?, de este modo, se tiene como **hipótesis general**, que el sistema de agua potable que abastece a dicha comunidad presenta deficiencias hidráulicas, siendo que se hace necesario un análisis integral de los componentes del sistema para diagnosticar de forma acertada la realidad que acontece.

En vista de lo anterior, el **objetivo general** de la investigación es realizar la evaluación del sistema de agua potable en el Centro Poblado de San Juan, Distrito de Matara – Cajamarca, teniendo como **objetivos específicos** evaluar los componentes hidráulicos, la operación, el mantenimiento y la gestión administrativa del sistema. **La importancia** de llevar a cabo el estudio radica en conocer la condición en la que se encuentran los elementos del sistema de abastecimiento y distribución, su estado de operación actual, y con ello, detectar las deficiencias y oportunidades de mejora aplicables. Siendo ésta una comunidad rural, la disponibilidad de recursos es limitada, por lo que un análisis detallado del sistema mediante un modelo hidráulico permite una mayor comprensión del problema, y con ello, identificar los elementos en los que se requiere enfocar esfuerzos de forma objetiva y oportuna.

El alcance de la investigación gira en torno a la evaluación del sistema de agua potable, procediendo a inspeccionar las características y verificar el funcionamiento de los elementos que conforman los componentes del sistema como es la captación, conducción, almacenamiento y la red de distribución de agua potable en la referida comunidad. Se realizaron visitas de campo para constatar el estado de los componentes del sistema, aforos de caudal, presión en puntos de la red distribución y un modelo hidráulico en el software WaterCAD, a fin de comprobar el cumplimiento de parámetros según las Normas de diseño pertinentes y la percepción de los pobladores sobre la calidad del servicio.

De esta manera, el presente trabajo está dividido en cinco capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se presentan los objetivos de la investigación, su alcance y la estructura del estudio realizado.

Capítulo II: Marco teórico, en cual contiene los antecedentes y bases teóricas que sustentan la investigación, definiendo también los términos utilizados en el desarrollo de esta.

Capítulo III: Materiales y métodos, en el que se expone la metodología utilizada en el estudio, las características de la zona de estudio, y las técnicas y herramientas empleadas en la recolección y análisis de la información.

Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados, donde se da respuesta a los objetivos de la investigación y se contrastan los resultados obtenidos con las bases teóricas y trabajos de referencia empleadas.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones, en el que se da cierre a la investigación, puntualizando los hallazgos realizados y las recomendaciones derivadas de ellos. Finalmente, se incluyen los anexos que complementan el desarrollo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Internacionales

Ayala (2022), en su artículo “Evaluación del suministro de agua potable en las zonas rurales frente a la Resolución 844, caso Cogua – Cundinamarca”, tuvo el objetivo de evaluar los sistemas de abastecimiento y saneamiento en el municipio de Cogua, Colombia. Los trabajos de campos evidenciaron que se presentan falencias en los sistemas rurales, no cumpliendo con las Normativas de calidad y con un abastecimiento con interrupciones, concluyendo que las deficiencias encontradas se deben a la baja inversión que este tipo de comunidades recibe del estado, sumado a una escasa fiscalización, donde un 66% de la población carece de sistema de saneamiento. Por ello recomienda como soluciones con alta viabilidad técnica y económica la optimización del abastecimiento de tipo superficial, con un reservorio elevado, y un sistema de pozo séptico para el tratamiento de las aguas residuales, el cual presenta un bajo costo de construcción, operación y mantenimiento.

Macías et al. (2018) presentaron la investigación “Evaluación del sistema de agua potable de la cabecera parroquial Caracol y propuesta de mejoras”, llevada a cabo en la parroquia de Babahoyo, Ecuador, con el objetivo de evaluar el funcionamiento del sistema, siendo que los pobladores manifiestan sufrir de interrupciones en el servicio, baja presión y caudal, así como también recibir agua con una elevada turbiedad. Encontró que las recaudaciones por la prestación de servicio no cubren los gastos de operación y mantenimiento, por lo que no se cumplían las disposiciones de la Normativa legal vigente. Para ello, la propuesta de mejora consistió en perforar un nuevo pozo de captación, realizar un tratamiento con aireación, filtración y desinfección, construir un reservorio de tipo elevado con capacidad de 185 m³ y una red de distribución con tuberías de 160 mm,

110 mm y 75 mm, concluyendo que esta solución es factible bajo las condiciones socioeconómicas que presenta la población.

Granados y Peña (2016) llevaron a cabo la investigación “Evaluación de alternativas para un sistema sostenible de abastecimiento de agua potable para los corregimientos de San Joaquín, Monroy y San Francisco en el Departamento de Bolívar”, en Colombia, en la que tuvieron como objetivo proponer una alternativa sostenible para el abastecimiento en la referida comunidad. La principal deficiencia encontrada en el funcionamiento actual era la prestación del servicio por 8 horas diarias cada 2 días, cuyas aguas resultaron ser no aptas para el consumo humano por la presencia de sal disuelta. Por este motivo, se evaluaron soluciones no convencionales, siendo que la comunidad es de bajos recursos económicos y con poco nivel técnico para conducir la operación y mantenimiento del sistema. Encontró que la capacidad del acuífero disponible en la zona no era suficiente para abastecer al sistema, por lo que la solución propuesta consistió en el abastecimiento desde el sistema de abastecimiento de una comunidad cercana a 13 kilómetros de distancia, donde, sin embargo, la distribución es por gravedad, lo que resulta favorable para los costos de implementación.

2.1.2. Nacionales

Delgado y Falcón (2019) condujeron la investigación titulada “Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú”, la cual tuvo el objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento de dicha comunidad, considerando la operación, el mantenimiento y la gestión administrativa, a fin de proponer mejoras para suplir la demanda poblacional y la sostenibilidad del sistema. En ello realizó inspecciones a los elementos del sistema y análisis de la calidad de agua suministrada. Encontró que el sistema presenta un nivel medio a bajo en cuanto a sostenibilidad, con interrupciones en la continuidad del servicio prestado a la población e infraestructuras en estado

de deterioro, con un nivel de gestión en la operación y mantenimiento deficiente. Así mismo, encontró que el agua abastecida cumple con los parámetros físicos y químicos de calidad, pero no superó el análisis bacteriológico, presentando mohos y parásitos. Por ello concluye que se hace necesario la aplicación de un régimen de actividades de mantenimiento periódico, con actividades puntuales que se deben realizar cada semana, mes y al año, así como la incorporación de un sedimentador y válvulas de aire que permitan la continuidad del servicio cumpliendo con los parámetros de calidad.

Baneo y De La Cruz (2021) realizaron la investigación “Evaluación y mejoramiento del sistema de agua y evacuación de excretas de la comunidad nativa de Limongema, Manantay, coronel Portillo, Ucayali”, con el objetivo de diseñar un sistema para el abastecimiento de agua potable y manejo de las aguas residuales en la comunidad. La evaluación de campo realizada encontró que existían 51 pobladores sin acceso al abastecimiento, mientras que, en cuanto a la calidad del agua, esta presentaba contaminación por Coliformes. En base a ello diseñaron un sistema de captación de tipo pozo, la línea de impulsión a un tanque elevado, y las tuberías para el abastecimiento y recolección de aguas residuales, para un periodo de 20 años y dotación de 70 litros por segundo, concluyendo que se hace necesario la incorporación de estos elementos para poder abastecer de forma continua a la comunidad y cumplir con los parámetros de calidad pertinentes.

Molina (2018) presentó una investigación con el nombre de “Mejoramiento y renovación del sistema de abastecimiento de agua potable en el sector las Palmeras Pisco Ica”, la cual tuvo por objetivo proponer criterios para la mejora y renovación del sistema. Del estudio de campo se obtuvo que el abastecimiento actual era por gravedad, cumpliendo con los parámetros de calidad, pero sin suplir por completo la demanda impuesta por la población. Como solución, se planteó un sistema por gravedad, dado que las pendientes en la zona presentan valores de entre 1% a 20%, con tuberías

en PVC de 20 mm, 25 mm y 40mm, surtiéndose de un reservorio apoyado sobre el suelo de 5 m³ de capacidad.

2.1.3. Locales

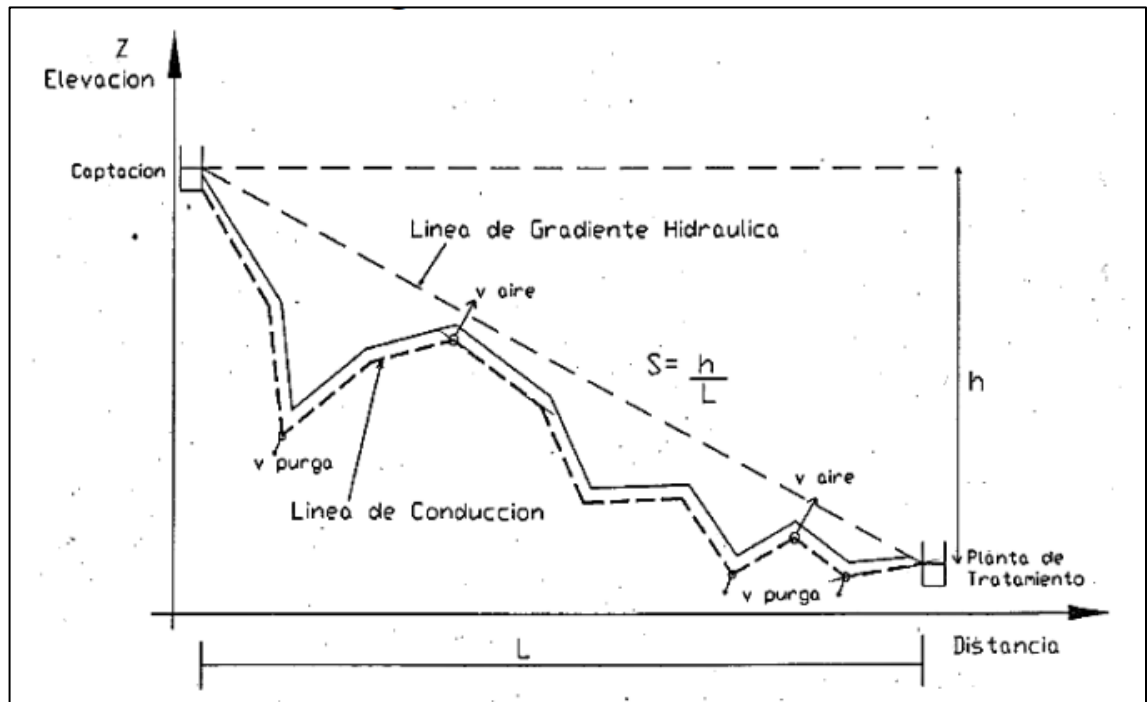
Soto (2014), en su investigación “La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito la Encañada, Cajamarca, 2014”, tuvo el objetivo de determinar el nivel de sostenibilidad del referido sistema de abastecimiento, encontrando como resultado un índice de 2.35 puntos, lo cual es considerado muy bajo, siendo que el estado general del sistema se encontraba en un grave proceso de deterioro, limitada cobertura a los miembros de la comunidad e irregularidades en la continuidad del servicio. Concluye que se hace necesario la incorporación de un nuevo sistema de captación y un reservorio, a fin de subsanas las deficiencias encontradas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable

Con este nombre se conoce al conjunto de instalaciones que intervienen en la captación, transporte y distribución del agua potable a una comunidad de usuarios (Delgado y Falcón 2019). Este sistema se compone de elementos hidráulicos y físicos que, mediante procesos operativos y equipos permiten la toma de agua en el punto de captación y su suministro hasta las conexiones domiciliarias, con el fin de que los usuarios puedan satisfacer sus necesidades cotidianos o productivas (Baneo y De La Cruz 2021). El esquema básico de un sistema de abastecimiento se muestra en la figura 1, estando compuesto por la captación, línea de conducción y planta de tratamiento.

Figura 1: Sistema de abastecimiento básico



Fuente: (Moya, 1997)

El objetivo de todo sistema de abastecimiento es el de proporcionar a los usuarios de una cantidad de agua suficiente para sus necesidades, considerando que esta debe ser apta para el consumo humano, por lo que debe cumplir con estrictos parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, y además, que el suministro debe estar disponible de forma continua y confiable (Molina 2018). Comúnmente se suele distinguir entre el abastecimiento a zonas urbanas o rurales, siendo que en ambos casos se suele recurrir a plantas de tratamiento para su adecuación, sin embargo, en el caso de los medios rurales, estas suelen presentar deficiencias operativas, especialmente cuando su atención depende de servicios particulares individuales (Barboza y Rivera 2019).

En cada país, los ministerios de obras públicas suelen ser los encargados de la gestión de los recursos hídricos, a través de distintas dependencias, direcciones o departamentos, sin embargo, existen también medidas

alternativas para comunidades que se encuentran alejadas de los grandes centros poblados (Barboza y Rivera 2019). En el caso del Perú, las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) son entidades comunales presentes en medios rurales que adquieren el papel de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento, lo que incluye el servicio de agua potable y alcantarillado, cuando dicha población se encuentra dispersa, alejada de una entidad prestadora del servicio.

2.2.2. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua

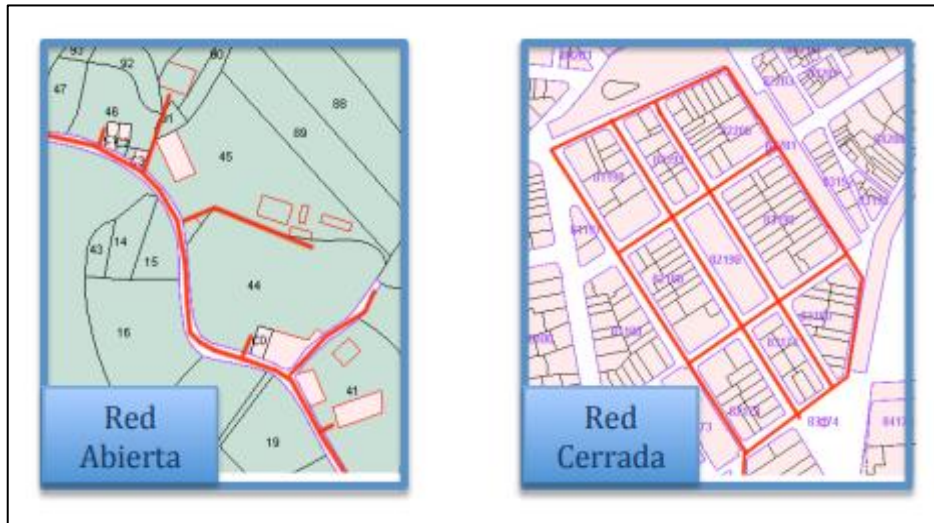
Siendo que el abastecimiento de agua refiere al conjunto de obras de ingeniería, estructuras y elementos que permiten el suministro hasta las conexiones domiciliarias, los componentes que forman el sistema se pueden clasificar según su función en (Delgado y Falcón 2019):

- Fuente: se refiere al origen de las aguas para el suministro a la población. puede provenir de la lluvia, aguas superficiales (ríos, lagos, manantiales) o subterráneas (pozos o galerías filtrantes). Este punto también es conocido como sitio de captación, donde se instalan equipos que permiten su ingreso a la red de abastecimiento.
- Conducción: con este nombre se indica la estructura que cumple la función de transportar el agua desde la captación hasta un reservorio o planta de tratamiento. La conducción se puede realizar por medio de canales o tuberías, mientras que el transporte en sí mismo puede ocurrir empleando la fuerza de gravedad o disponiendo de un sistema de bombeo hidráulico para proveer la energía necesaria cuando el punto de captación está por debajo del punto de suministro o por requerimiento hidráulicos de presión y velocidad.
- Tratamiento: son instalaciones cuyo fin tienen la eliminación de agentes contaminantes o sustancias indeseadas en el agua, a fin de pueda ser utilizada para consumo humano sin poner en riesgo la salud de las personas. En una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) suelen emplearse procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, siendo común el uso de

sustancias como el sulfato de aluminio y cloro. La capacidad de la planta debe ser por lo menos igual al gasto diario en el día de máximo consumo de la población.

- Almacenamiento: estructuras destinadas a albergar agua en cantidad suficiente para sobrellevar las variaciones en el consumo, así como también, para abastecer agua en caso de incendios o por previsión en caso de la suspensión del funcionamiento de la PTAP por mantenimiento o fallas. Como mínimo, el volumen de regulación debe ser el 25% de la demanda promedio anual, mientras que el volumen contra incendios debe ser de 50 m³ para zonas residenciales o determinarse a partir de consideraciones técnicas, según expone la Norma OS.030. Según su ubicación, los reservorios pueden ser enterrados, apoyados sobre el terreno o elevados, siendo común el uso de concreto armado como material estructural.
- Distribución: se refiere al sistema de tuberías que llevan el agua desde el reservorio hacia la población. Según su configuración, puede ser clasificada en redes abiertas y redes cerradas, donde el primer caso, las tuberías se encuentran dispuestas con un ramal principal o matriz y ramificaciones secundarios que suelen ser de menor envergadura, aplicable cuando la comunidad tiene un crecimiento lineal, o pertenecer al segundo caso, donde la interconexión de las tuberías forma una malla o circuito cerrado, como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Tipos de redes de distribución



Fuente: Tomado de Red de distribución general, por Álvarez, 2013.

2.2.3. Estimación de la demanda de agua

La demanda al sistema de abastecimiento depende directamente del número de usuarios conectados a la red, así como también del uso que se le dé al recurso hídrico. En este sentido, es posible clasificar los usos en residencial, comercial, industrial o para fines públicos (escuelas, hospitales, instituciones, entre otros) (Granados y Peña 2016).

Se entiende entonces que la demanda de agua depende directamente de la cantidad de personas y las condiciones de uso, así como también posibles pérdidas en el sistema y las condiciones ambientales, lo cual es finalmente expresado en el consumo total por personas por día (Molina 2018). La tabla 1 muestra los valores dados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para poblaciones rurales, el cual depende del sistema de disposición de excretas disponible y la ubicación geográfica de la comunidad.

Tabla 1: Dotación diaria en comunidades rurales

Región	Dotación diaria en comunidades con disposición de excretas sin arrastre hidráulico	Dotación diaria en comunidades con disposición de excretas con arrastre hidráulico
Costa	60 litros por habitante	90 litros por habitante
Selva	70 litros por habitante	100 litros por habitante
Sierra	50 litros por habitante	80 litros por habitante

Fuente: Tomado de Norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural, por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018.

Aunado a lo anterior, se debe tomar en cuenta que el sistema debe ser capaz de operar eficazmente durante toda su vida útil, por lo tanto, requiere no solo satisfacer a la población actual sino a la que se tendría en el futuro según el periodo de diseño. Por esta razón, se hace necesario proyectar la población actual hacia el futuro, donde, según Granados y Peña (2016), se debe considerar la cantidad de personas suscritas al servicio actualmente y el comportamiento histórico del crecimiento poblacional en la zona de estudio, así como también los planes de ordenamiento territorial o la complejidad del sistema (figura 2), y cuantificar dicha información con alguno de los siguientes métodos:

- Método aritmético: supone un crecimiento balanceado entre la mortalidad y la emigración
- Método geométrico: adecuado cuando la comunidad esté sujeta a una posible expansión económica o social que motive un aumento en los servicios públicos
- Método exponencial: cuando la población experimenta un crecimiento abundante, con distintas áreas en expansión.

- Métodos demográficos: cuando se requiera considerar posibles variaciones en el comportamiento de la población que incidirían en un crecimiento continuo, sino más bien, variable con el tiempo.

Figura 3: Proyección de la población según complejidad del sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

Fuente: Tomado de Granados y Peña, 2016.

2.2.4. Consideraciones técnicas y Normativas

- Periodo de diseño: indica el periodo durante el cual debe garantizarse la funcionabilidad de los componentes del sistema, considerando en ello la vida útil de las estructuras y equipos, el crecimiento de la población y los costos de implementación y reposición (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2018). Sobre ello, se recomiendan los valores mostrados en la figura 3 en el caso de instalaciones en el ámbito rural.

Figura 4: Periodos de diseño para estructuras sanitarias

ESTRUCTURA	PERIODO PARA EL DISEÑO Años
Fuentes para el abastecimiento	20
Obras para la captación de agua.	20
Pozos	20
Planta para el tratamiento de las agua para consumo humano (PTAP)	20
Reservorios	20
Línea de conducción, aducción, impulso y de distribución.	20
Estaciones para el bombeo	20
Equipo para el bombeo	10
Unidades básicas de saneamiento (con arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10
Unidades básicas para saneamiento (hoyos secos ventilados)	05

Fuente: Tomado de la Norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018.

- Calidad del agua: se considera agua potable a aquella que al ser consumida no repercute en la salud de una persona, por lo que no debe contener ningún organismo patógeno, como bacterias o virus, a fin de no causar el brote de enfermedades, así como tampoco contener elementos físicos o químicos que puedan causar daño al organismo de una persona, ni sea de apariencia desagradable (Barboza y Rivera 2019). En cuanto este último punto, se incluye que el agua no sea salina, ni de apariencia turbia o coloreada, sin olor ni sabor desagradable. En relación a ello, los valores máximos permitidos en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos están contemplados por el Ministerio del Ambiente, cuyos valores se muestran en el anexo 3.
- Parámetros operativos: parámetros hidráulicos destinados a garantizar la calidad del servicio y la eficiencia del sistema de abastecimiento, según dispone el Reglamento Nacional de

Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006):

- Presión mínima y máxima: en la red de distribución de agua, la presión estática no deberá exceder los 50 metros de columna de agua, ni ser menor a 10 metros en condiciones de demanda máxima horaria. Si el abastecimiento es por medio de piletas de agua, entonces la presión mínima será de 3.0 metros, según la Norma OS.050.
- Velocidad mínima y máxima: La velocidad mínima del agua dentro de una tubería de conducción no debe ser menor a 0.60 m/s para evitar obstrucciones por el depósito de sedimentos, ni mayor a las recomendaciones técnicas según el material de la tubería (se recomienda máximo 3 m/s para tuberías de concreto y 5 m/s para tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) o de acero), según la Norma OS.010. Por su parte, para la red de distribución, se establece una velocidad máxima de 3 m/s en general, y solo de 5m/s para casos debidamente justificados, según la Norma OS.050.
- Diámetros de tubería: En la red de distribución, el diámetro de la tubería principal no será menor de 75 mm para viviendas ni de 150 mm en usos industriales, según la Norma OS.050.
- Plantas de tratamiento: deben tener capacidad para suministrar agua en una cantidad igual al consumo diario del día de máxima demanda anual. Los procesos a emplear para el tratamiento dependen de los parámetros de calidad del agua que se desean corregir, pudiendo emplear medios físicos (desarenadores, sedimentadores, filtros lentos) o fisicoquímicos (mezcladores, floculadores, decantadores), e invariablemente, la desinfección del agua, según la Norma OS.020.

- Disponibilidad del suministro: El servicio a la comunidad se debe prestar de forma permanente, pudiendo recurrir a reservorios que permitan compensar las variaciones de la demanda, o cuando se suspenda el abastecimiento o se presenten fallas en la planta de tratamiento, según la Norma OS.030.

2.3. Definición de términos básicos

- Agua potable: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006).
- Agua cruda: agua en estado natural, que no ha sido sometida a procesos de adecuación para que sea apta para el consumo humano (Delgado y Falcón 2019).
- Cámaras rompe-presión: Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería; son de uso frecuente cuando existen grandes desniveles entre los puntos en la línea de conducción (Roberti 2020).
- Captación: Estructura que permite captar agua desde un cuerpo de agua para ser suministrada a una comunidad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006).
- Caudal: Volumen de agua que circula de un punto a otro en un espacio de tiempo determinado (Barboza y Rivera 2019).
- Caudal máximo diario: máximo consumo en el periodo de un año, sin considerar casos de incendio o pérdidas en el sistema (Barboza y Rivera 2019).
- Coliformes: grupo de bacterias presentes en el medio ambiente, tanto en suelos como en cuerpos de agua. Dentro de esta clasificación se encuentran los Coliformes fecales, como el *Escherichia Coli*, el cual es un común indicador de contaminación por materia fecal en las fuentes de

agua, puede provocar serias enfermedades a gastrointestinales graves (Swistock 2022).

- Conexión domiciliaria: elemento incorporado al sistema de distribución con el propósito de abastecer un lote (Barboza y Rivera 2019).
- Consumo de agua: Volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades reales de los usuarios (Granados y Peña 2016).
- Demanda: Volumen total de agua requerido por una población en un periodo de tiempo, para satisfacer todos los tipos de consumo, incluyendo las pérdidas en el sistema (Granados y Peña 2016).
- Dotación: Cantidad de agua potable asignada a cada habitante en un día medio anual, considerando su consumo, más la parte proporcional de los servicios comercial e industrial, y de las pérdidas físicas que existen en el sistema de distribución; su unidad es l/hab/día (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006).
- Eficiencia del sistema de agua potable: Capacidad de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total. (Comisión Nacional del Agua, 2012)
- Operación y mantenimiento. Está referida a una buena operación y mantenimiento del servicio, distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del sistema, desinfección, reparaciones, presencia de un operador y sectorización, como también, la disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para reemplazos o reparaciones; protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento y el servicio que se brinda a domicilio (Delgado y Falcón 2019).
- Línea de conducción: Estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento (Delgado y Falcón 2019).

- Red de distribución: Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas (Delgado y Falcón 2019).
- Reservorio (o depósito): Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento o de alguna combinación de las mismas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006).
- Turbiedad: indicador de calidad del agua que puede indicar la presencia de contaminantes en forma de partículas en suspensión o presencia de bacterias (Conejeros et al. 2021).
- Válvula de purga: Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El Centro Poblado de San Juan se encuentra ubicado en el distrito de Matara, perteneciente a la Provincia de Cajamarca, al norte del Perú. En función del número de pobladores, se considera una comunidad rural, ya que posee menos de mil habitantes (INEI 2017).

El área a evaluar se encuentra limitada de la siguiente manera:

Por el Norte :	Con el Caserío del Cochecorral
Por el Sur :	Con el Distrito de Matara
Por el Este :	Con Caserío Chim Chim
Por el Oeste :	Con el Distrito de Matara

El Distrito de Matara está ubicado a 46.8 kilómetros de la Ciudad de Cajamarca, el acceso es por medio de una Carretera Asfaltada, la principal vía de acceso a la zona de estudio, es la ruta que conecta Cajamarca a San Marcos, luego mediante trocha carrozable en una longitud de 1.5 km.

3.2. Materiales, equipos y software

3.2.1. Materiales

- Ficha de registro: instrumento utilizado para recolectar información relativa a los componentes del sistema de agua potable, sus características y estado de conservación. También engloba a la ficha de resultados obtenidos en los análisis de calidad de agua efectuados.
- Cuestionario: instrumento empleado para conocer de mano de los pobladores de la comunidad acerca del funcionamiento y deficiencias en la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

3.2.2. Equipos

- GPS
- Manómetro
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes

3.2.3. Software

- AutoCAD Civil 3D
- Microsoft Office
- WaterCAD

3.3. Metodología

La metodología aplicada corresponde al de una investigación básica, siendo que el propósito de la investigación es el de aumentar los conocimientos sobre la problemática de estudio, sin llegar a causar un cambio directo sobre ella (Baena 2017), siendo que el objetivo principal es el de realizar una evaluación al sistema de abastecimiento de agua en el Centro Poblado de San Juan, en base a lo cual se detectaran las deficiencias y oportunidades de mejora, sin llegar a ser implementadas.

Aunado a lo anterior, posee también un nivel explicativo, donde se va más allá de la mera descripción de los hechos, sino que se profundiza en su significado y causas. Así mismo, se emplea un diseño no experimental, dado que no se da una manipulación de variables de forma deliberada, donde se procedió a señalar las características del sistema de abastecimiento de agua y las deficiencias que presenta, empleando en ello un enfoque cuantitativo, sirviéndose del análisis de la información por medio de técnicas estadísticas (Hernández y Mendoza 2018).

La toma de datos para la evaluación de la captación y línea de conducción se tomó en dos momentos, uno en época de estiaje y otro en época de lluvias. Para el análisis de la red de distribución los datos se tomaron durante 4 semanas consecutivas en el intervalo de una hora desde que se abre las llaves (5:30 am) hasta cuando se termine el volumen del reservorio.

Aunado a ello, se aplicó el método deductivo, procediendo a análisis minucioso de la información para establecer patrones de comportamiento que expliquen el fenómeno de estudio (Baena 2017), lo que permitió responder a los objetivos y contrastar las hipótesis planteadas.

3.4. Procedimiento

3.4.1. Evaluación de la infraestructura hidráulica

Consistió en realizar una inspección a los componentes del sistema de distribución agua, aplicando la técnica de la observación y utilizando fichas de registro de información:

a) Captación:

- denominada “El Cumbe”, consiste en un sistema de cámaras de concreto (cámara húmeda y cámara seca) con las que se capta el agua del manantial de ladera, las válvulas y cerco perimétrico que rodea la estructura.
- Se realizará las medidas de toda la estructura y así poder realizar un croquis de la captación
- Se realizará el aforo del caudal de la captación el cual se comprobará en el ingreso al reservorio para detectar si es que hay fugas de agua en la línea de conducción.
- Se tomará muestras del agua potable para su análisis físico químico en el laboratorio.

Foto 1: Vista de ingreso a captación con las autoridades de la comunidad



b) Línea de conducción: tubería que va desde la captación hasta el reservorio, teniendo una longitud de 3.22 kilómetros.

- Durante la inspección se verificará la presencia de fugas, el estado de las válvulas de aire, válvula de purga, cámara rompe presión tipo 6, pases aéreos y la tubería.

c) Reservorio: La localidad de San Juan cuenta con un reservorio de sección cuadrada de 3m de ancho de concreto armado para el almacenamiento del agua.

Se inspeccionará en busca de fugas de agua, fisuras o grietas en los muros, estado de conservación de las válvulas de operación, el sistema de cloración y su dosificación empleada.

Al no contar con medidores en las conexiones domiciliarias, se realizará mediciones del nivel de agua en el interior del reservorio a intervalos de una hora durante el tiempo en que se apertura las válvulas de control hasta que se termina de vaciar el reservorio, para estimar la manera como se consume el agua en la población.

Los valores de la altura de agua se anotarán en el cuaderno de apuntes para luego digitalizarlo en el Excel, del mismo modo se medirá las dimensiones del reservorio y con estos datos se procederá a calcular el volumen consumido durante cada hora del día. Para ello se procederá a cerrar la válvula que da ingreso al agua proveniente de la captación y la evaluación se hará con el volumen de agua almacenado en el reservorio.

El volumen del reservorio (15m³) fueron consumidos en diferente cantidad de horas, por lo cual se hizo un promedio para poder establecer una línea de tiempo para la evaluación.

Obtenido los caudales (Qm, Qmd y Qmh) se procederá a calcular los coeficientes de variación K1 y K2 de la localidad de San Juan. Las mediciones de los caudales se realizarán en la época de mayor escases del agua que es el mes de julio.

d) Red de distribución:

- Se procederá a realizar el levantamiento topográfico de toda la red y con ayuda de la autoridad competente se irá verificando el cambio de diámetro de la tubería. Esto nos servirá para realizar el modelamiento hidráulico de la red de distribución con la ayuda del software WaterCad8i para luego comparar con lo indicado en la Norma OS 050 del RNE.

- Dado que la localidad San Juan tiene una gran cantidad de usuarios y muchos de ellos no están dispuestos a colaborar con el presente estudio de investigación, optamos por tomar una muestra representativa para realizar la medida de las presiones (mca) en las zonas más críticas durante la hora de máximo consumo; estos valores serán obtenidos en campo mediante el uso del manómetro. Del mismo modo se realizará encuestas a la población seleccionada, se procederá a inspeccionar el estado de las piletas, el estado de las válvulas de control, válvulas de aire, válvulas de purga y las cámaras rompe presión tipo 7.

- Para obtener la muestra se utilizó el siguiente procedimiento como se detalla a continuación:

Población: la cantidad universo viene a ser el total de viviendas que cuentan con el servicio de abastecimiento, siendo un **total de 309 conexiones**

Muestra: para obtener la muestra se ha utilizado la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N-1) + Z^2 pq} \quad \text{..... Ec.1.}$$

donde:

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población = 309

p = variabilidad positiva = 0.5

q= variabilidad negativa = 0.5

Z = nivel de confianza = 95% = 1.96

E = precisión de error, varía entre 1% - 9%, asumiremos 9 % = 0.09

Por lo tanto:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N-1) + Z^2 pq} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 309}{0.09^2 (309-1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 87 \text{ usuarios}$$

3.4.2. Evaluación de la operación y mantenimiento

Se consultó a la población acerca de las actividades de mantenimiento aplicadas a los componentes del sistema y su apreciación sobre la efectividad de las mismas, sobre la forma en que llevan a cabo estos mantenimientos y su grado de aprobación respecto a ello.

3.4.3. Evaluación de la gestión administrativa

Se investigará la forma en que se elige su comité, sus funciones a cumplir durante el periodo que estén a cargo, si hay alguna remuneración económica por el cargo ocupado. Mediante las encuestas se consultará a la población sobre la conformidad que tienen con respecto a la manera en que viene operando la junta administrativa.


3.5. Análisis de datos y resultados

Se empleó la estadística descriptiva para exponer por medio de tablas y graficas las características encontradas en la evaluación del sistema de agua potable, los parámetros hidráulicos asociados a su funcionamiento, obtenidos mediante la evaluación realizada, haciendo un contraste con los lineamientos contenidos en las Normas y reglamentos respectivos, así como también para mostrar los resultados relativos al funcionamiento del sistema según lo percibe la población del centro poblado.

Para evaluar la infraestructura hidráulica del sistema de abastecimiento, se ponderó el número de elementos inspeccionados y el estado de conservación en el que se encontraban, lo que dio como resultado una apreciación general de toda la red. De forma similar, la operación y mantenimiento se evaluó en función de las actividades planificadas y aquellas realmente ejecutadas por los encargados de la gestión, así como su incidencia en la calidad del servicio y del agua misma. Finalmente, la gestión administrativa se evaluó observando la cobertura dada a los habitantes de la comunidad, así como también la percepción que estos tienen sobre el servicio ofrecido.

Aunado a lo anterior se estará proponiendo alternativas de solución para poder mejorar la calidad del servicio.

Tabla 2: preguntas de la encuesta que se hizo a la población

	<p>“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”</p>
<p>Encuesta sobre el servicio de agua potable en el Centro Poblado de San Juan, distrito de Matara, Cajamarca</p>	
<p>La presente encuesta tiene el propósito de conocer las características y calidad del servicio de agua potable en la comunidad, a fin de detectar las deficiencias y poder determinar las mejoras necesarias. Por favor, sírvase contestar las siguientes preguntas sin dejar ninguna respuesta en blanco.</p>	
<p>1.- ¿Su vivienda está conectada a la red de distribución de agua potable? Sí ____ No ____</p>	
<p>2.- ¿Con qué frecuencia está disponible el suministro de agua potable? Todos los días _____ Cada dos días _____ 2 veces por semana _____ 1 vez por semana _____</p>	
<p>3.- ¿Qué duración tiene el suministro de agua potable a su vivienda? Todo el día (24 horas) _____ Casi todo el día (13 a 24 horas) _____ Medio día (8 a 12 horas) _____ Solo unas horas al día (menos de 8 horas) _____</p>	
<p>4.- ¿Siente que el agua llega con una presión adecuada a su vivienda? Sí ____ No ____ A veces _____</p>	
<p>5.- ¿El agua tiene buena apariencia (transparente)? Sí ____ No _____ A veces _____</p>	
<p>6.- ¿El agua tiene algún olor desagradable? Sí _____ No _____ A veces _____</p>	
<p>7.- ¿Piensa que se ha enfermado del estómago por tomar agua del sistema de distribución? Sí _____ No _____ A veces _____</p>	
<p>8.- Según usted, ¿se realiza mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua potable? Sí _____ No _____ No lo sé _____</p>	
<p>9.- ¿Se encuentra satisfecho con la calidad del servicio de agua potable? Sí _____ No _____</p>	

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Reconocimiento y evaluación de los componentes hidráulicos del sistema

El centro poblado de San Juan en el distrito de Matara, Cajamarca, es una comunidad rural que se abastece de agua con un sistema de captación de ladera, cuyo punto de captación se ubica al norte del centro poblado, y es el medio por el cual se abastecen los 309 asociados a la JASS San Juan. De esta manera, la evaluación de la infraestructura hidráulica condujo a la inspección de los elementos encontrados en la captación, la línea de conducción, el sistema de almacenamiento de agua, y la red de distribución ubicada en el centro poblado, tales que se muestran en la figura 5. Las inspecciones se realizaron en compañía del presidente de las JASS y del operador de las llaves de regulación.

a) Captación

Denominada “El Cumbe”, se ubica a al norte del centro poblado, ubicado al costado de la quebrada La Masma en las siguientes coordenadas UTM:

X = 802567

Y = 9204664

Z= 3280.00

Está construida en muros de concreto armado, con una antigüedad de 10 años (foto 2). Cuenta además con un cerco perimétrico de malla galvanizada en la parte inferior, en la parte superior de la estructura tiene un cerco natural (cerro) en el cual se ha hecho un enrocado para evitar desprendimiento de rocas o tierra, los aleros y la cámara de protección del afloramiento se encuentra en buen estado y cubren toda el área de recolección de agua; sin embargo en la parte inferior de la captación hay un escurrimiento superficial de tierra ocasionado por el agua de la quebrada y por el agua del rebose que está dirigido a esa zona, generando así un peligro inminente en la estructura.

La cámara húmeda tiene las dimensiones de 1.1 x 1.10 m y 1.10 m de altura, cuenta con una tubería de rebose de 2" de diámetro, una tubería de salida de 2" y una canastilla de bronce de 4". Por otra parte, la cámara seca tiene las dimensiones de 0.80x0.80m y 0.70m de altura, en ella se encuentra una válvula compuerta de cierre esférico c/manija de 2".

Foto 2: Captación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de San Juan



Se evidenció que la estructura de la captación se encuentra en buen estado de conservación, igualmente, la cámara húmeda, la caja de llaves, la cual cuenta con una válvula de esfera, y el cono de rebose en tubería de 2 pulgadas, sin embargo, en la parte inferior viene dándose una erosión permanente por parte del agua de rebose y el agua de la quebrada cuando hay avenidas máximas (ver panel fotográfico en anexos).

b) Línea de conducción

La línea de conducción va desde la salida de la captación hasta el tanque de almacenamiento, con una tubería de 2 pulgadas de diámetro y una longitud de 3.22 kilómetros. En la inspección se evidenció que la mayoría de la línea de conducción va tubería HDPE adosada al terreno por ser una zona rocosa y otro tramo está instalada tubería PVC C-10, en su trayectoria se encontraron tres pases aéreos, como se muestran en la foto 03.

Foto 3: Pases aéreos en la línea de conducción



Además, la línea de conducción cuenta con una válvula de aire en el km 1+960.10, una válvula de purga en el km 1+848.45, así mismo, se encontraron dos cajas rompe presión tipo 6 en las progresivas 1+633 y 2+691. Todas las estructuras se encontraron en buen estado de conservación, sin presentar fugas u otras patologías que indiquen un funcionamiento inadecuado.

c) Almacenamiento

El almacenamiento de agua en el sistema de distribución se realiza a través de un reservorio estructurado en concreto armado, de forma rectangular, de 3.00 metros de ancho y 2.17 metros de altura, con un borde libre de 0.50 metros y una escalera de gato en el interior para acceder a la limpieza y mantenimiento (foto 4). Junto a él, se encuentra la caja de llaves del reservorio, también superficial de concreto armado y con tapa metálica, de medidas 1.10 de ancho por 0.90 de largo y 1.00 metro de altura, en cuyo interior se observan las tuberías de ingreso al reservorio, de rebose, la que dirige agua al clorador y la de salida a la red de distribución, dicha llave se encuentra en mal estado.

Foto 4: Reservorio rectangular de concreto armado



El recinto se encuentra rodeado por una cerca perimetral de malla galvanizada, la cual se encuentra en buen estado. Así mismo, no se observan fugas de agua ni grietas en la estructura del reservorio, no obstante, se observó que la pintura en la parte superior muestra signos de deterioro, que, sin embargo, no comprometen el funcionamiento ni la estanqueidad de la estructura. Se pudo conocer, de mano del presidente de la JASS que el clorador opera con una dosificación de 1 kilogramo de hipoclorito de sodio por día, coordinado con el centro de salud de la localidad, y que se aplica mantenimiento rutinario cada 6 días.

Según manifestaciones de las autoridades locales, antes que se construya este reservorio, el sistema funcionaba con un reservorio circular de 25 m³(ver anexo de panel fotográfico), sin embargo, el nuevo estudio que se hizo, solamente se construyó el actual reservorio de 15 m³ el cual más adelante iremos evaluando si este volumen es suficiente para abastecer a toda la población con el suministro de agua potable.

d) Red de distribución

- **Red de Distribución de agua potable**

En la red de distribución podemos encontrar 29,966.91 ml de tubería los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 3 : Características de la Red de Distribucion

Diámetro	Longitud (ml)	Material	Clase	Estado
2.5 "	1403.24	PVC	10	bueno
2"	916.95	PVC	10	bueno
1 1/2"	2075.12	PVC	10	bueno
1"	4738	PVC	10	regular (con roturas)
3/4"	18863.6	PVC	10	regular (con roturas)
TOTAL	29966.91 ml			

- **Conexiones Domiciliarias de Agua Potable**

Se observo la instalación de un total de 319 conexiones domiciliarias y una conexión para el tratamiento de aguas residuales (UBS).

Las instalaciones constan de 01 caja de agua potable, tubería PVC clase 10 DN 1/2", llave de paso y accesorios de 1/2" y están ubicadas lo más cercanas posible a cada una de las viviendas.

Se hicieron inspecciones en las piletas ubicadas en las viviendas, observándose llaves desprendidas que evitan su uso adecuado. Así mismo, se observaron algunas roturas en la red, reparadas de manera improvisada, ya que no se cuenta con un plan de intervención propiamente dicho.

Foto 5 : Pileta Desprendida en Conexión Domiciliaria



- **Válvulas de control**

Se encontraron 03 Válvulas de control ubicados en las intersecciones de la red de distribución.

Tabla 4 : Válvulas de Control

UBICACIÓN	NORTE	ESTE	ESTADO
RD	9198320	803757	Regular
RD	9198317	803751	Regular
RD	9197906	803604	Bueno

se pudo evidenciar que en dos válvulas hay fugas de agua, como se verifica en la siguiente foto:

Foto 6 : Válvula de Control con presencia de agua



- **Cámaras Rompe Presión T -7**

Se encontró la presencia de 20 CRP, en 6 de ellas se pudo evidenciar la falta de mantenimiento, ya que se pudo notar la presencia de sarro y manchas verdosas en las paredes de la estructura. Esto nos indica la falta de mantenimiento adecuado el cual se verifica con la encuesta realizada donde algunos pobladores mencionaron la presencia de color y olor en el agua.

Foto 7 : Cámara Rompe Presión T - 7



En la tabla 5 se muestra un resumen de lo observado en las inspecciones a los componentes del sistema.

Tabla 5: Resultado de la evaluación a los componentes del sistema

Sub sistema	Componentes	Estado general	Resultado
Captación	Captación de ladera, estructura en concreto armado, cerco perimétrico en malla galvanizada	Si bien en la estructura y el funcionamiento hidráulico, no se encontraron fallas, se pudo apreciar que existe riesgo de derrumbe por la erosión que viene ocasionando el agua de la quebrada y el agua del rebose	Se encuentra en buen estado, pero existe riesgo inminente

Línea de conducción	Tubería enterrada de 3.22 kilómetros de longitud, cuenta además con pases aéreos, válvulas de aire y cajas rompe presión	No se observan fugas de agua ni otras fallas que comprometan la conducción del agua desde la captación al reservorio	Se encuentra en buen estado
Reservorio	Estructura de concreto armado, cuenta con cerco perimétrico en malla galvanizada	No se observan fallas en la estructura de concreto que comprometan la estanqueidad del reservorio, ni síntomas de deterioro prematuro que comprometan la estabilidad estructural. Pintura desgastada en parte superior requiere ser rehabilitada	Se encuentra en estado regular, pero su funcionamiento no se ve comprometido
Red de distribución	La red cuenta con piletas ubicadas en las viviendas, cámaras rompe presión y válvulas ubicadas a lo largo de la red	Se encontraron 69 piletas en mal estado y roturas en tramos de la red	Se considera en mal estado por la cantidad de piletas no funcionales y las roturas encontradas

Como resultado de lo mostrado en la tabla 5, se concluye que, en general, los componentes del sistema se encuentran en un estado regular, dado a las piletas no funcionales que perjudican a las familias, así como el desaprovechamiento del agua que se escapa por medio de las roturas en la red, impidiendo el libre disfrute del suministro.

4.2. Evaluación hidráulica del Sistema de Agua Potable de la localidad de San Juan

a) Captación

La captación está construida de concreto armado, con un cerco perimétrico de malla galvanizada, cuenta con un muro de concreto ciclópeo para evitar deslizamiento ya que se encuentra al margen de la quebrada

- **Caudal de la captación**

Se realizó el aforo mediante el método volumétrico, para ello se cerró la válvula en la caja de llaves y se procedió hacer el aforo en la tubería de rebose, se obtuvo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 6 : caudal de la captación en periodos de estiaje y lluvias

captación	caudal (L/s)			captación	caudal (L/s)		
	lluvias				estiaje		
	vol (lts)	tiempo (seg)	caudal promedio (l/s)		vol (lts)	tiempo (seg)	caudal promedio (l/s)
El Cumbe	4	3.09	1.3	El Cumbe	4	4.05	0.99
	4	3.08			4	4.03	
	4	3.1			4	4.04	

El caudal aforado en la captación de ladera “EL CUMBE” es de **0.99 L/s** para época de estiaje y **1.30 L/s** en época de lluvias

- **Análisis de agua en laboratorio**

Por su parte, también se realizó la toma de una muestra de agua, la cual fue analizada en laboratorio para comprobar la presencia de factores físicos, químicos y bacteriológicos (anexo 05). Con los principales valores encontrados, se ha hecho una comparación en relación a los límites permitidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) del Ministerio de Salud del Perú.

Nota. Los valores encontrados que contienen el símbolo “<” implica que el valor contenido en la muestra es menor al valor mínimo detectable por el ensayo realizado.

El resultado de laboratorio señala que la calidad referida a factores físicos, como la presencia de metales y material particulado se encuentra dentro de los límites permisibles, no obstante, aquellos relacionados a la presencia de bacterias y virus no cumplen con el estándar estipulado por el ministerio de salud. Esto se debe a que en la parte superior de la captación existe potreros de ganadería y eso estaría contaminando al agua, sin embargo, en el reservorio se viene dando tratamiento mediante un clorador de goteo y estaría dejando el agua APTA para consumo humano.

b) Almacenamiento

Según las encuestas realizadas se conoció que el suministro de agua potable en la localidad de San Juan varía entre las 8 -1 2 horas del día, ya que según información de los usuarios nos indicaron que por la noche muchos de los usuarios abren sus llaves para realizar riego a sus sembríos o pastos, perjudicando así a muchos beneficiarios, sobre todo en las partes altas del sistema, por esta razón es que se ha tomado el acuerdo en asamblea general que las válvulas de control se cierren a las 06:30 pm y se vuelvan abrir a las 5:30 am, para que el reservorio se pueda llenar durante la noche.

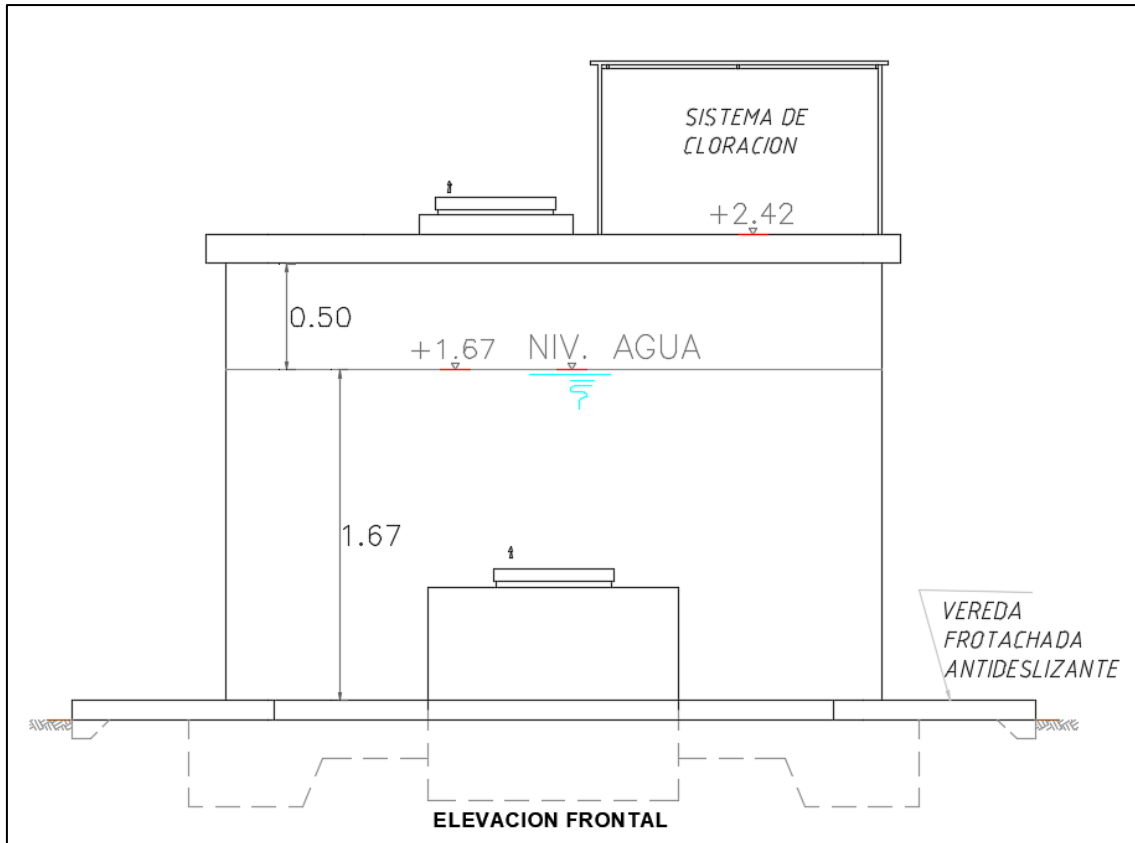
Este acuerdo nos ha facilitado en cierta parte para poder realizar el estudio de este proyecto de tesis, ya que con el apoyo de la JASS de San Juan, a las 5:30 que suelen aperturar las válvulas de control tanto de entada y salida de agua, solo se procedió abrir la válvula de salida de agua hacia la red de distribución, mas no la válvula donde deja el paso del agua de la captación hacia el reservorio, de esta manera se logró evaluar la forma en que la población consume el agua durante el periodo de tiempo que el reservorio se vacía por completo.

Una vez obtenido las medidas se organizó en hojas Excel para facilitar sus cálculos y se procedió a determinar el volumen consumido durante cada hora, el caudal máximo diario (Qmd), el caudal máximo horario (Qmh) y el caudal medio (Qm) para la localidad de San Juan. En este caso en particular se pudo apreciar que el consumo total del volumen del reservorio (15m³) de dio en diferente cantidad de horas, por lo cual la línea de tiempo a evaluar se tomara el promedio

de todas las horas en que se produjo el consumo total como se detalla a continuación:

- **Cálculo del caudal máximo diario (Qmd) y caudal medio (Qm)**

Figura 5 : Croquis de Reservorio



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

Altura de rebose: 1.67 m

Altura libre: 0.50 m

Área (sección cuadrada): $3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$

Figura 6 : Cálculos para obtener el Qmh y Qm

	Hora	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	N° de horas	
Día 1	Lectura (m)	0.49	0.86	1.10	1.18	1.51	1.58	1.67	7.00	lun-19-Jun-23
	Δ	0.49	0.37	0.24	0.08	0.33	0.07	0.09		
	h (m)	0.49	0.37	0.24	0.08	0.33	0.07	0.09		
	Volumen (L/h)	4410	3330	2160	720	2970	630	810		
	Qh (L/s)	0.224	0.169	0.10989	0.03663	0.151	0.032051	0.041209		
Día 2	Lectura (m)	0.48	0.88	1.09	1.16	1.54	1.67		6	mar-20-Jun-23
	Δ	0.48	0.4	0.21	0.07	0.38	0.13			
	h (m)	0.48	0.4	0.21	0.07	0.38	0.13			
	Volumen (L)	4320	3600	1890	630	3420	1170			
	Qh (l/s)	0.22	0.183	0.09615	0.032051	0.174	0.059524			
Día 6	Lectura (m)	0.58	1.00	1.26	1.67				4	sáb-24-Jun-23
	Δ	0.58	0.42	0.26	0.41					
	h (m)	0.58	0.42	0.26	0.41					
	Volumen (L)	5220	3780	2340	3690					
	Qh (l/s)	0.266	0.192	0.11905	0.187729					

Se puede apreciar el reservorio se termina de vaciar en distintas cantidades de horas, por lo tanto el promedio de las horas de consumo durante todo el mes se obtuvo 5.46 hrs, así pues, se tomó la línea de tiempo a evaluar se tomará a las 10hrs 30 min.

Medida 01, se tomó a las 7:30 am = 0.86 m

Medida 02, tomada a las 8:30 am = 1.10 m

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 (\text{med.02} - \text{med.01}) \times \text{Area Reserv. } 1000 &= \text{Vol. Consum. En 1 hora} \\
 &= (1.10 \text{ m} - 0.86 \text{ m}) \times 9 \text{ m}^2 \times 1000 = \mathbf{3330 \text{ Lts}}
 \end{aligned}$$

Conversión a (L/s):

Según el MVCS 2018 para convertir a L/s nos indica que se debe dividir entre 86400 que viene a ser el resultado de expresar 24 horas en segundos, sin embargo, para este estudio la evaluación solo se está haciendo en 5.46 horas y esto equivale a 19656 segundos, por lo tanto:

$$\frac{3330}{19656} = \mathbf{0.169 \text{ L/s}}$$

Esto vendría a ser el caudal consumido durante una hora (7:30 – 8:30) sin considerar el caudal de ingreso proveniente de la captación.

Como resultado tenemos el caudal promedio de una hora, como se indica en el cuadro. Más adelante se están presentando (Anexo 4) las tablas de Excel donde se hizo todo el procesamiento de datos. Del mismo modo se calculó para todas las horas que tardo en vaciar el reservorio.

Para poder calcular el consumo diario, que en este caso se está considerando hasta las 10:30 am (5 horas) se suma todos los resultados obtenidos en cada hora y tendríamos como resultado para el día lunes 19 de junio lo siguiente:

$$Q = 0.0224 + 0.169 + 0.10989 + 0.03663 + 0.151 = \mathbf{0.6914 \text{ L/s}}$$

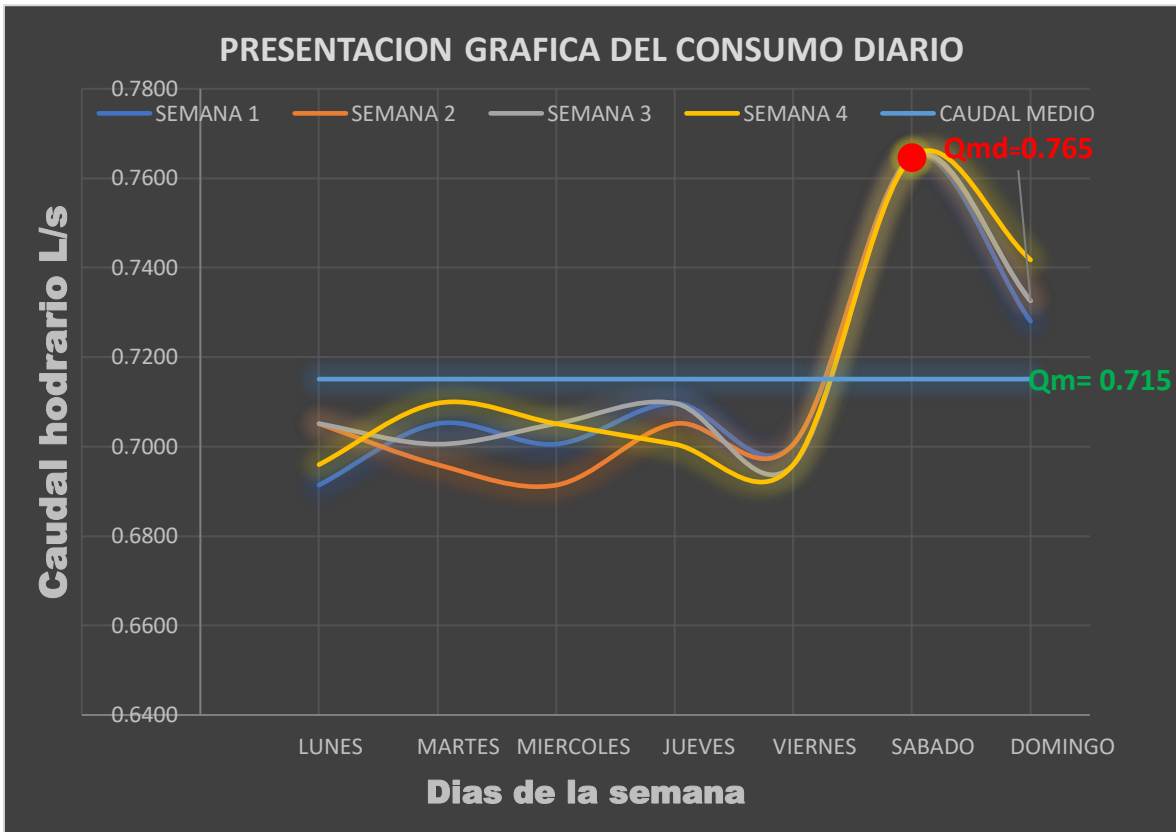
Del mismo modo de realizo el cálculo para todos los días del mes continuación, se presenta el resumen de consume de todos los días durante el mes que se tomó las lecturas:

Tabla 7 : cálculo de consumos diarios durante el mes

SEMANA	DESCRIPCION	DIAS						
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
SEMANA 1								
1	FECHA	19/06/2023	20/06/2023	21/06/2023	22/06/2023	23/06/2023	24/06/2023	25/06/2023
	VOLUMEN(L)	13590.00	13860.00	13770.00	13950.00	13770.00	15030.00	14310.00
	CAUDAL (L/S)	0.6914	0.7051	0.7005	0.7097	0.7005	0.765	0.728
SEMANA 2								
2	FECHA	16/01/2023	17/01/2023	18/01/2023	19/01/2023	20/01/2023	21/01/2023	22/01/2023
	VOLUMEN(L)	13860.00	13680.00	13590.00	13860.00	13770.00	15030.00	14400.00
	CAUDAL (L/S)	0.7051	0.6960	0.6914	0.7051	0.7005	0.765	0.733
SEMANA 3								
3	FECHA	23/01/2023	24/01/2023	25/01/2023	26/01/2023	27/01/2023	28/01/2023	29/01/2023
	VOLUMEN(L)	13860.00	13770.00	13860.00	13950.00	13680.00	15030.00	14400.00
	CAUDAL (L/S)	0.7051	0.7005	0.7051	0.7097	0.6960	0.765	0.7326
SEMANA 4								
4	FECHA	30/01/2023	31/01/2023	01/02/2023	02/02/2023	03/02/2023	04/02/2023	05/02/2023
	VOLUMEN(L)	13680.00	13950.00	13860.00	13770.00	13680.00	15030.00	14580.00
	CAUDAL (L/S)	0.6960	0.7097	0.7051	0.7005	0.6960	0.765	0.7418

De los datos obtenidos como se muestra en la tabla 7 procedemos a graficar y calcular el caudal máximo diario (Qmd) y el caudal medio (Qm)

Gráfico 1 : consumo diario - semanal



Según el gráfico n.º 1 tenemos lo siguiente:

- El día sábado se produce el máximo consumo de agua, así mismo, los días domingos, el consumo es mayor en comparación con los demás días de la semana.
- El valor del caudal máximo diario es: $Q_{md} = 0.765 \text{ l/s}$
- El valor del caudal medio $Q_m = 0.715 \text{ l/s}$

- **Cálculo del caudal máximo horario (Q_{mh})**

Para obtener el caudal máximo horario, se procedió a calcular el volumen (L/s) consumidos por la población durante cada hora mientras se consumía el total del volumen de agua almacenado en el reservorio, a continuación, se presenta un ejemplo demostrativo de cómo se procedió a encontrar estos valores.

Figura 7 : cálculos para obtener el Qmh

		<i>volumenes de consumo horario</i>									
		Hora	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	
Dia 6	Lectura (m)	0.58	1.00	1.26	1.67						sáb-24-Jun-23
	Δ	0.58	0.42	0.26	0.41						
	h (m)	0.58	0.42	0.26	0.41						
	Volumen (m3)	5.22	3.78	2.34	3.69						
	Qh (L/s)	1.45	1.05	0.65	1.025	0	0	0	0		

Del mismo modo que se hizo los cálculos para obtener el Qmd se procede a calcular los datos con la diferencia que la evaluación se hará para una hora como se detalla a continuación:

Medida 01, se tomó a las 7:30 am = 1.00 m

Medida 02, tomada a las 6:30 am = 0.58 m

Por lo tanto:

$$(med.02 - med.01) \times Area \text{ Reservorio} = Vol. Consumsumido (m3) \text{ En 1 hora}$$

$$= (1.00 \text{ m} - 0.58 \text{ m}) \times 9 \text{ m}^2 = 5.22 \text{ m}^3$$

Conversión a (L/s):

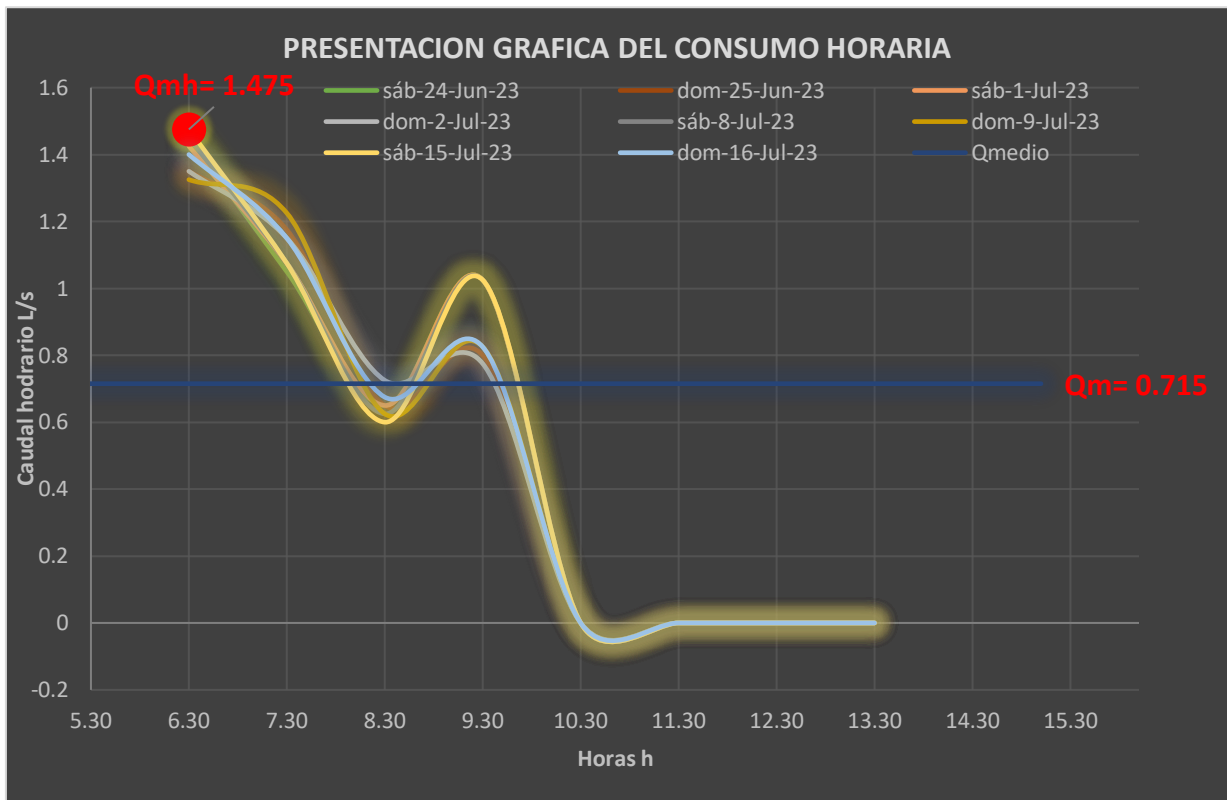
Según el MVCS 2018 para convertir a L/s nos indica que se debe multiplicar por (1000/3600) que viene a ser el resultado de expresar 1m³ en L/s, por lo tanto:

$$\frac{5.22 * 1000}{3600} = 1.05 \text{ L/s}$$

Esto vendría a ser el caudal consumido durante una hora (6:30 – 7:30) sin considerar el caudal de ingreso proveniente de la captación.

Con los datos encontrados, como se muestran en el anexo 5 y que a continuación de muestran en el gráfico N.º 2 nos permite determinar el caudal máximo horario (Qmh), el cual se define como el consumo máximo de una hora registrado durante el todo el día.

Gráfico 2 : registro de consumo horario



Según el gráfico N.º 2, podemos afirmar lo siguiente:

- La hora de máximo consumo se da en la primera hora que se apertura las llaves de control (5:30 – 6:30 am).
- El valor del caudal máximo horario es: **Qmh= 1.48 l/s**

Obtenido el valor de los caudales se procede a calcular los coeficientes de variación de consumo (K1y K2), cuyos resultados serán comparados con los valores que indica el RNE.

• **Coeficiente de variación diaria (K1)**

$$K1 = \frac{\text{Caudal maximo diario } (Qmd)}{\text{Caudal medio diario } (Qm)} = \frac{0.765 \text{ L/s}}{0.715 \text{ L/s}} = 1.169$$

El coeficiente de consumo diario es: K1= 1.169

• **Coeficiente de variación horaria (K2)**

$$K2 = \frac{\text{Caudal maximo horario } (Qmh)}{\text{Caudal medio diario } (Qm)} = \frac{1.475 \text{ L/s}}{0.715 \text{ L/s}} = 2.063$$

El coeficiente de consumo horario es: $K_2 = 2.063$

- **Dotación (Dot)**

$$Q_m = \frac{\text{poblacion} \times \text{dotacion}}{86400}$$

Como ya conocemos los datos tanto de la población y el caudal medio, entonces nuestra fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Dot} = \frac{86400 \times Q_m}{\text{poblacion}} = \frac{86400 \times 0.715}{826} = 74.8 \text{ L/p/d}$$

Según el RNE los coeficientes de variación varían de la siguiente manera:

coeficiente de variación de la demanda diaria (K_1): 1.3

Coeficiente de variación de la demanda horaria (K_2): 1.8 – 2.5

Realizando un análisis de los datos y comparando con los valores que establece el RNE, podemos apreciar que el K_1 es de 1.169 cuyo valor se encuentra por debajo de lo recomendado que es 1.3, estos resultados implican que, en relación al consumo diario, no existen variaciones significativas respecto al caudal medio (coeficiente k_1), con lo cual disminuye la necesidad de reservorios de grandes dimensiones para compensar variaciones en el comportamiento diario del consumo, ya que resulta relativamente constante. Por su parte, el coeficiente k_2 señala que las variaciones se concentran en horas específicas del día, lo que puede indicar que en ciertos periodos de tiempo el caudal de agua no sea suficiente para el abastecimiento. Esto último es congruente con el diagnóstico dado anteriormente por la población.

- **Cálculo del Volumen de Reservorio**

Para ello haremos uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Vol. Almac.} = 0.25 \times \frac{Q_{md} \times 86400}{1000} \dots\dots\dots \text{Ec. 02}$$

Como ya tenemos el valor del caudal máximo diario ($Q_{md} = 0.765$), calculado a partir de la medición de niveles, haciendo uso de la ecuación se tiene:

$$Vol. Almac. = 0.25x \frac{Q_{md} \times 86400}{1000} = 0.25x \frac{0.765 \times 86400}{1000} = 16.5 \text{ m}^3$$

Como podemos notar el volumen necesario para abastecer a toda la población es de 16.5 m³, la variación no es muy significativa en comparación con el reservorio existente, que según las medidas tomadas tiene un volumen de 15 m³.

Tabla 8 : Resumen de Cálculos Hidráulicos

ANÁLISIS DE DATOS	
Vol. promedio:	14142.86 Litros/día
Vol. Max. Diario:	15030.00 Litros/día
Caudal Max. Diario:	0.765 L/s
Caudal Medio:	0.720 L/s
Caudal Max. Horario:	1.475 L/s
Coefficiente de variación de consumo diario (K1):	1.169
Coefficiente de variación de consumo horario (K2):	2.063
Dotación:	74.8 L/p/d
Volumen de Reservorio:	16.5 M3

c) Red de Distribución

Con la ayuda de un manómetro se procedió a hacer las medidas de presión en 87 viviendas, según la muestra calculada anteriormente, dichas medidas se tomaron en la hora de máximo consumo y se obtuvieron los siguientes resultados:

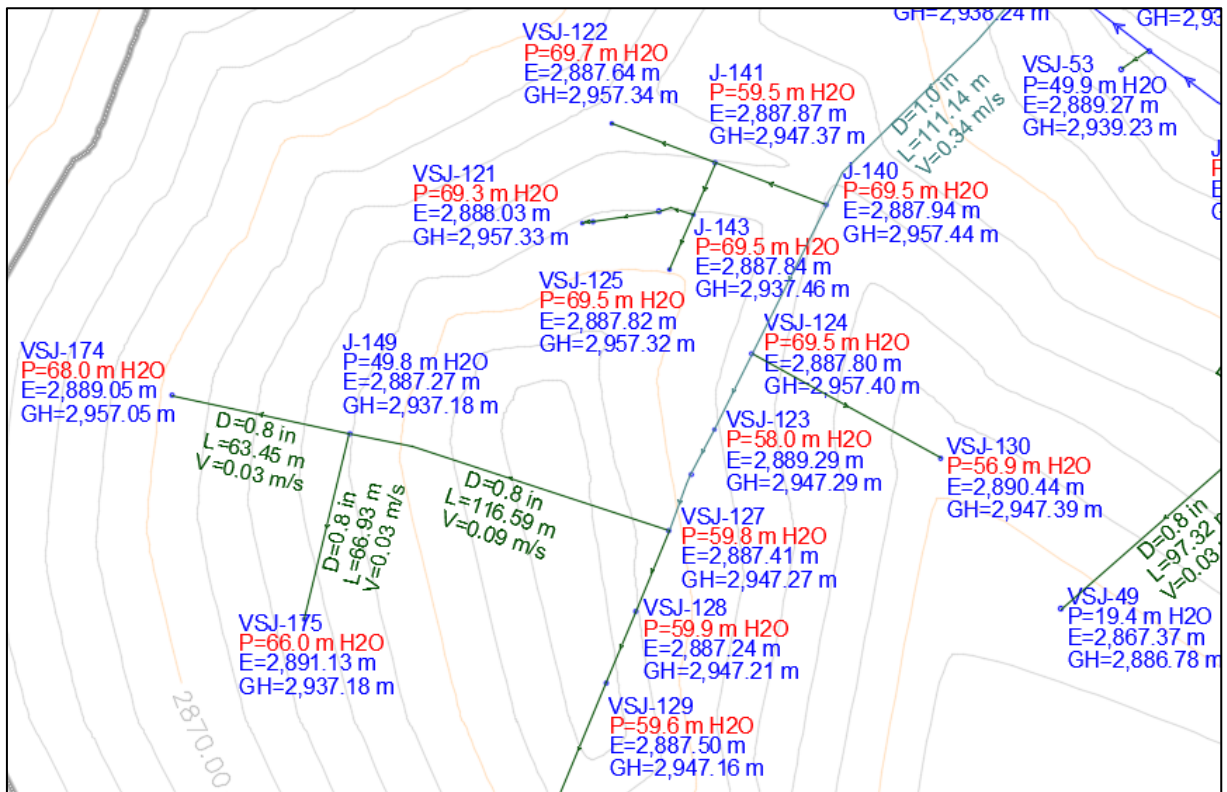
Gráfico 3: presiones dinámicas en viviendas medidas con manómetro



El resultado mostrado señala que solo 3 viviendas cuentan con una presión inferior al mínimo considerado en la Norma del RNE (no debe ser menor a 10mca), lo que representa el 3.5% de la población, 64 viviendas cuentan con una presión entre 10 mca y 50 mca, estando en el rango recomendado por la Norma y que representa el 73.5% de la población, 20 viviendas presentan una presión superior a 50 mca, lo que representa un 23%. Ello señala que efectivamente una porción de la población no cuenta con un suministro eficaz, al no contar con la presión tanto mínima como máxima requerida, dichos resultados tienen concordancia con la encuesta realizada. Así mismo, los puntos con presión superior a 50 mca pueden explicar las roturas señaladas sobre todo en las piletas de las viviendas.

Como complemento de las inspecciones, se hizo el levantamiento requerido para poder simular el funcionamiento de la red en el software WaterCAD, así como también, se encuestó a los pobladores para conocer su percepción sobre el servicio del que disponen, cuyo resultado se discute en la siguiente sección. En el anexo 6 se muestra la red de distribución de la población con sus respectivas presiones.

Figura 8 : modelamiento del sistema en el software WaterCad



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Resumen presiones en viviendas de la red de distribución obtenidas con el Manómetro vs WaterCad

Vivienda	Presión con manómetro (Bar)	Presión con manómetro (mca)	Presión con WaterCad (mca)
VSJ-121	6.3	64.5	69.3
VSJ-122	6.2	63.5	69.7
VSJ-123	5.5	55.8	58
VSJ-124	6.7	68.5	69.5
VSJ-125	6.5	66.8	69.5
VSJ-127	5.6	57.2	59.8
VSJ-128	5.5	56.5	59.9
VSJ-129	5.7	57.8	59.6
VSJ-130	5.5	56	56.9
VSJ-174	6.5	66.8	68
VSJ-175	6.4	65.5	66

Podemos notar que hay una leve variación entre el modelamiento del WaterCad y los datos tomados con el Manómetro, esto se debe a que en el modelamiento hidráulico se asume un comportamiento ideal de las tuberías, sin embargo, en la realidad hay muchas tuberías con fisuras, con atasco y consecuencia de ello la presión disminuye como lo demuestra los resultados antes mostrados.

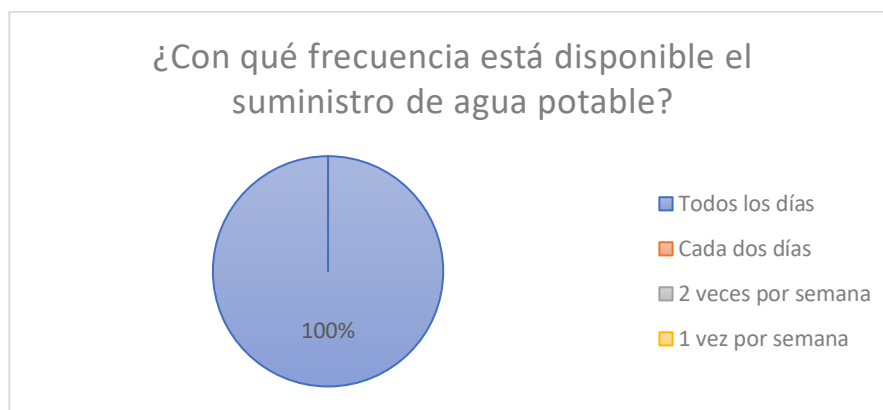
4.3. Evaluación de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable de la localidad de San Juan

Además de la inspección realizada, se encuestó a la población para conocer su opinión sobre el funcionamiento del sistema y la eficacia de las actividades de mantenimiento aplicados a él, a fin de conocer si este es capaz de suministrar agua de manera continua y cumpliendo los criterios de calidad esperados.

- **Disponibilidad del suministro de agua potable**

Se consultó sobre la frecuencia del suministro de agua, para constatar la disponibilidad del servicio de suministro, encontrándose que los residentes obtienen agua potable todos los días.

Gráfico 4: Disponibilidad del servicio de agua potable



- **Duración del suministro de agua**

Al consultar sobre la duración del suministro de agua, los encuestados revelaron que, aunque reciben agua todos los días, esta no está disponible durante las 24 horas, como muestra en el gráfico 5.

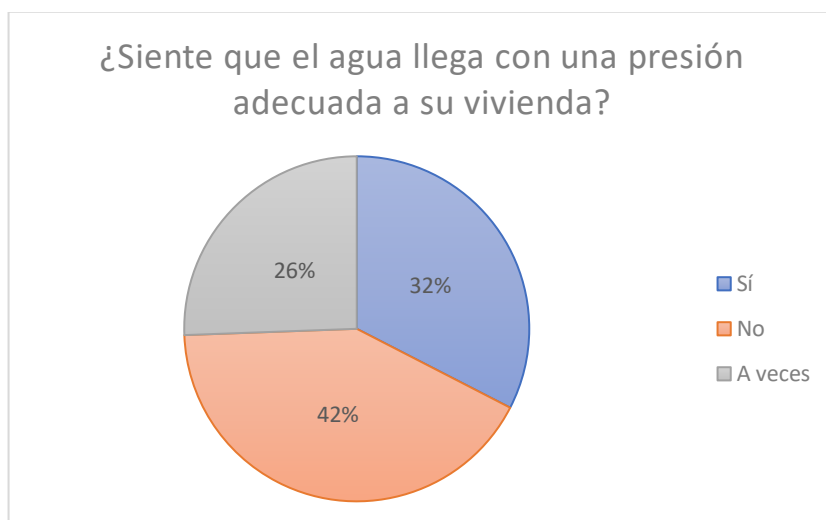
Gráfico 5: Duración del servicio de agua potable



- **Presión de agua disponible**

Se consultó también si la presión de agua es suficiente para que los habitantes realicen sus actividades cotidianas, obteniendo respuestas mixtas, como muestra el gráfico 6. La mayoría opinó que esta no es adecuada, mientras que una cantidad relevante opina que la calidad de la presión disponible es variable.

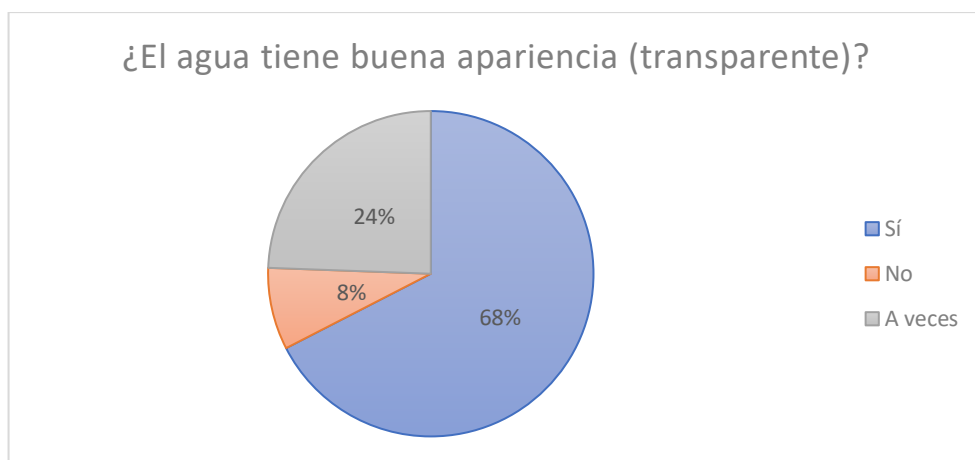
Gráfico 6: Presión de agua disponible



- **Apariencia visual del agua**

Al consultar sobre la apariencia del agua, la mayoría opina que esta es transparente, como señala el gráfico 7, lo cual da indicios sobre su calidad organoléptica, sabiendo que si el líquido presenta alguna coloración es un indicio de trazas de material particulado o compuestos disueltos en el agua. No obstante, destaca que una cantidad medianamente representativa de la población opina que este no es el caso en todo el tiempo, lo que sugiere ciertas fallas en el proceso de potabilización.

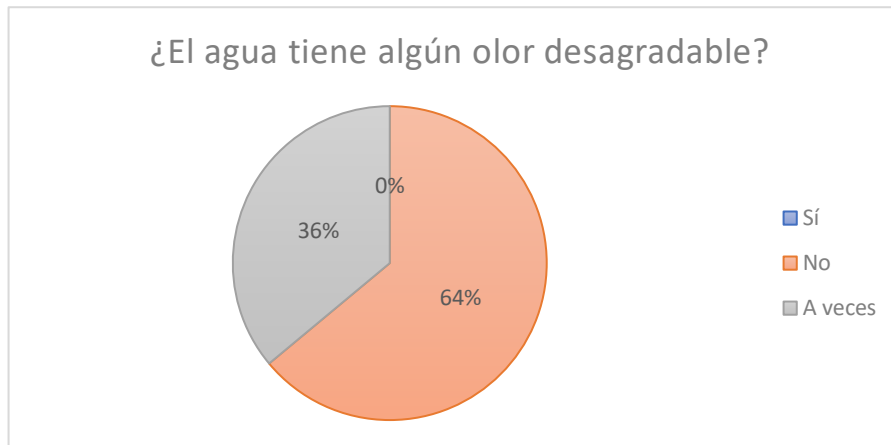
Gráfico 7: Opinión sobre la apariencia del agua



- **Olores presentes en el agua**

De manera similar, al consultar sobre la presencia de olores desagradables en el agua que reciben los habitantes, la mayoría opina que no, como muestra la gráfico 8, sin embargo, otro porcentaje medianamente significativo indica que este no es el caso todo el tiempo, lo cual puede señalar la presencia de materia orgánica y de actividad bacteriana.

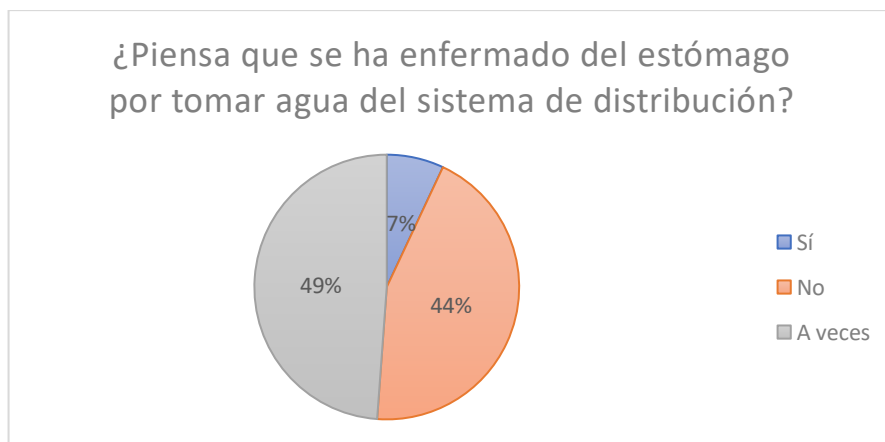
Gráfico 8: Opinión sobre el olor del agua



- **Padecimiento de enfermedades estomacales por el consumo de agua**

Aunado a lo anterior, se consultó si se han observado casos de enfermedades estomacales producidas por el consumo de agua del sistema de abastecimiento, a lo que una parte de la población encuestada manifestó que efectivamente ese ha sido el caso, y la mayoría piensa que algunas de las afecciones que han padecido es debido a la calidad del agua, como se observa en el gráfico 9.

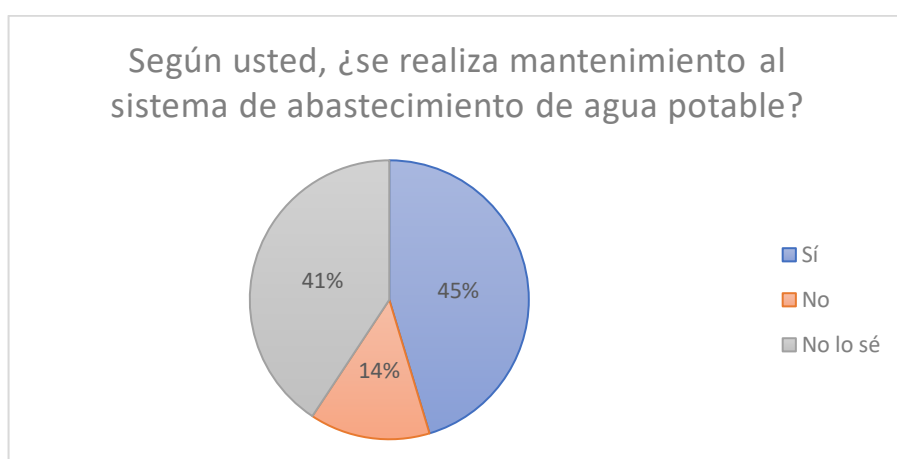
Gráfico 9: Opinión sobre el padecimiento de enfermedades por el consumo de agua



- **Opinión sobre los mantenimientos al sistema**

Al consultar sobre la realización de tareas de mantenimiento al sistema de distribución de agua, las opiniones reflejan que la mayoría conoce que tales actividades son llevadas a cabo, no obstante, otro porcentaje significativo manifestó no conocer si son realizadas, y un bajo porcentaje piensa que no se realicen en absoluto. Ello puede implicar falta de transparencia en la divulgación de las actividades realizadas, falta de comunicación efectiva con la población, y así mismo, pudiera explicar parte de las opiniones negativas recuperadas en las preguntas anteriores.

Gráfico 10: Opinión sobre el mantenimiento realizado al sistema de agua potable



La información recopilada a través de la encuesta sobre el suministro de agua potable revela una compleja red de desafíos y preocupaciones que enfrenta la comunidad, ya que, aunque la disponibilidad diaria del suministro de agua es un aspecto positivo, las limitaciones en cuanto a la duración y la presión del suministro plantean interrogantes sobre la capacidad y la eficacia del sistema de distribución. Las opiniones divergentes sobre la apariencia visual y los olores del agua reflejan posibles problemas en la calidad del agua, lo que se ve respaldado por los casos reportados de enfermedades estomacales asociadas con su consumo.

Así mismo, la falta de claridad y transparencia en cuanto a las actividades de mantenimiento del sistema alimentan la desconfianza y la insatisfacción entre los residentes. Las opiniones contrarias que se hallaron subrayan la necesidad de mejorar la infraestructura y fortalecer las prácticas de mantenimiento, para garantizar un suministro de agua seguro, confiable y satisfactorio para todos los residentes. Cabe resaltar que, según lo informado por la JASS, las actividades de mantenimiento se llevan a cabo como se señala en la tabla 10.

Tabla 10: Rutinas de mantenimiento efectuados a componentes del sistema

Componente del Sistema	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción del Mantenimiento
Equipo de Cloración en el Reservoirio	Cada 6 días	Dosificación adecuada de hipoclorito de sodio para consumo humano, coordinada con el centro de salud local. Suministro diario de 1kg de hipoclorito de sodio.
Captación	Cada 2 meses	Limpieza y verificación del funcionamiento correcto de las llaves del sistema.
Reservoirio	Una vez al año	Limpieza interna de las paredes del reservoirio.
	Diariamente	Verificación de que las tapas estén totalmente cerradas para evitar la entrada de objetos extraños o contaminantes.
Línea de Conducción	Cada 6 meses	Recorrido de toda la línea de conducción para verificar la presencia de fisuras u otros problemas en la tubería.

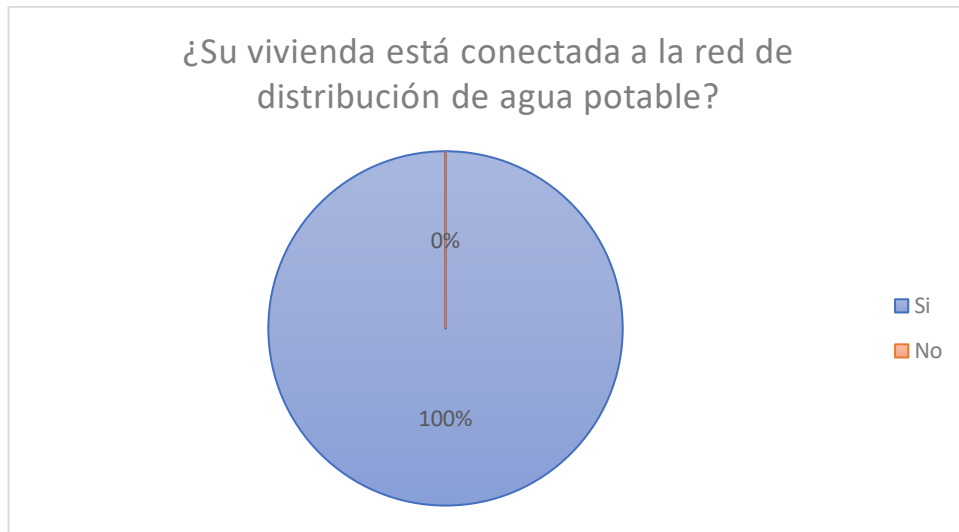
4.4. Evaluación de la gestión administrativa del sistema

En relación a la gestión administrativa del sistema de abastecimiento, se consultó sobre la cobertura de la red, y finalmente, sobre la satisfacción de los residentes por el servicio recibido.

- **Viviendas conectadas a la red de distribución de agua**

Se consultó a los pobladores si su vivienda se encuentra conectada a la red, lo que refleja la cobertura del servicio, cuyo resultado se muestra en el gráfico 11. Todos los encuestados manifiestan que sus viviendas se benefician del sistema de agua potable.

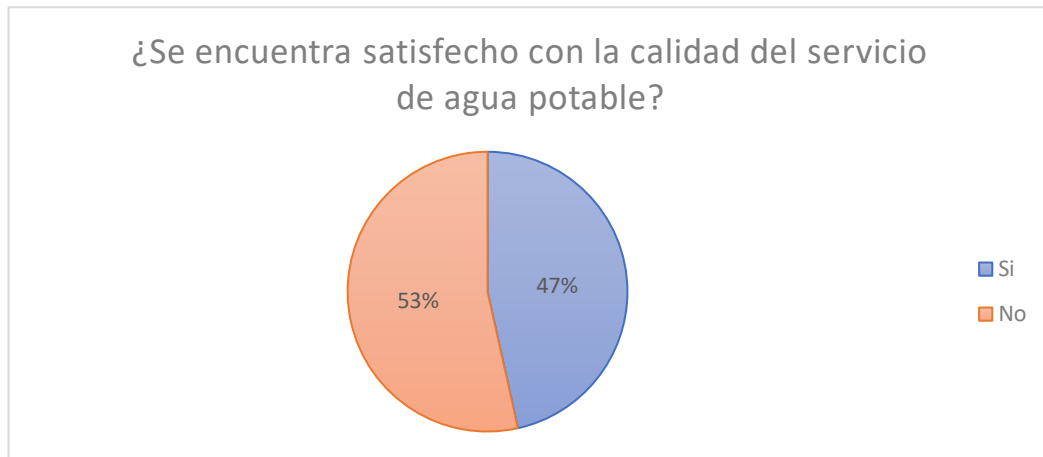
Gráfico 11: Viviendas por el servicio de agua potable



- **Satisfacción con la calidad del servicio**

Finalmente, se consultó si los pobladores se encuentran satisfechos con el servicio prestado, lo cual abarca tanto los aspectos operativos, funcionales, de mantenimiento y calidad recibida, encontrándose que el 53% de los pobladores no se encuentran satisfechos con el servicio actual, como señala el gráfico 12.

Gráfico 12: Satisfacción con la calidad del servicio obtenido



Estos resultados muestran que, si bien todos los residentes tienen la posibilidad de verse

beneficiados por el servicio, la calidad del mismo no cumple sus expectativas.

4.5. Discusión de resultados

En contraste con los antecedentes consultados, en relación a la infraestructura hidráulica, los hallazgos de la presente investigación están alineados a los encontrados por Ayala (2022), quedando en manifiesto que las comunidades rurales son de las más afectadas por deficiencias en los sistemas de abastecimiento. En este mismo orden de ideas, los resultados resultaron contrarios a lo encontrado por Soto (2014), quien, en una escala local, encontró que los componentes del sistema presentaban grandes signos de deterioro, que comprometía su funcionamiento, pero en el presente caso, estos se encuentran en un estado entre regular y bueno, pues las fallas detectadas no comprometen la estabilidad estructural de los componentes del sistema, aunque sí refleja oportunidades de mejora, como lo es el número de piletas que se encontraron en mal estado y la ocurrencia de roturas en la distribución. Del mismo modo según lo calculado con las mediciones de alturas en el reservorio se vio reflejado que en ciertas horas del día hay mucha variación del consumo y esto se debe a que muchos usuarios utilizan el agua en riego de pastos o cultivos,

disminuyendo considerablemente el volumen del reservorio y ocasionando la falta de agua en muchas viviendas.

Se observó también que lo reportado por la población mediante la encuesta es congruente con la simulación realizada en WaterCAD y los datos obtenidos mediante el manómetro, donde el 73.5% cuenta con una presión de agua mínima requerida, pero otros cuentan con presión menor a lo recomendado, así como también, la existencia de puntos con presión superior a 50 mca, como señala el grafico 3 el cual representa un 23 %, lo que puede explicar las roturas mencionadas.

En relación a la operación y mantenimiento del sistema, los resultados coinciden con lo señalado por Macías et al. (2018), donde las deficiencias detectadas, más allá de posibles faltas de operación y el estado de la infraestructura, se relaciona al no cumplimiento de parámetros Normativos. Cabe resaltar que los hallazgos a nivel nacional de Baneo y De La Cruz (2021) y de Delgado y Falcón (2019) muestran la deficiencia en el control de patógenos en el agua, tal como el presente caso, donde se encontró la presencia de bacterias y virus en los resultados de los ensayos de laboratorio. Esto refleja que el proceso de desinfección no se lleva a cabo de manera adecuada, posiblemente, por el carácter técnico de la operación, donde los miembros de la comunidad pueden no estar preparados de manera correcta para hacerse cargo. Ello implica la necesidad de contar con asesoramiento técnico constante y planes de inspección rutinaria por las autoridades superiores y personal debidamente capacitado, a fin de poner en práctica estrategias correctivas.

En cuanto a la gestión del sistema, Granados y Peña (2016) comentan que una gran deficiencia según la población, es que poco contribuye el hecho de estar afiliado al sistema de distribución, si el servicio es intermitente o de baja calidad, lo cual resuena a la realidad encontrada en la comunidad de San Juan. Ello es consistente con lo encontrado por Molina (2018), a nivel local, por lo que esta deficiencia es un síntoma de una falta de efectividad en la gestión y operación de los sistemas de distribución de agua potable en la región, lo cual afecta negativamente la percepción y la satisfacción de los usuarios.

En resumen, los resultados ponen en evidencia deficiencias comúnmente encontradas en comunidades rurales, las cuales suelen carecer de acceso a los mismos recursos financieros y técnicos disponibles en entornos urbanos más desarrollados, por ello, la falta de inversión adecuada en infraestructura y mantenimiento resulta en sistemas de abastecimiento de agua que no pueden cumplir con los estándares de calidad y confiabilidad requeridos.

Para abordar estas deficiencias de manera efectiva, se requiere un mayor nivel de inversión en infraestructura y servicios básicos en las comunidades rurales, así como estrategias específicas adaptadas a las necesidades y desafíos únicos de estas áreas, no obstante, se identifica también que, por la baja densidad poblacional, tales soluciones pueden tener un costo por persona más alto en comparación con las áreas urbanas más densamente pobladas, lo que puede resultar en una menor priorización.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se logró realizar la inspección a los componentes del sistema, encontrándose en un estado regular, tales que impiden que actualmente la población haga un disfrute total del servicio de agua potable. Se encontró que 84 de los 87 puntos evaluados (96.55%) cumplen con la presión mínima exigida, pero al mismo tiempo, 25 puntos (28.74%) superan la presión máxima recomendada. También existen roturas encontradas en la red de distribución, y 69 piletas se encuentran en mal estado.
- En cuanto a la operación y mantenimiento aplicado, se pudo comprobar que la población cuenta con una disponibilidad del servicio diario, mas no durante todo el día. Así mismo, la población afirma que sufren de afecciones a la salud al consumir el agua, lo que coincide con lo encontrado en los ensayos de laboratorio, encontrándose la presencia de bacterias y materia orgánica, tales que demuestra las deficiencias en el proceso de desinfección. Por ello, la operación actual del sistema no es suficiente para mantener los estándares de calidad.
- Se pudo constatar que las viviendas se encuentran efectivamente conectadas a la red de distribución, por lo que la cobertura del servicio es total, no obstante, los pobladores manifiestan un nivel de satisfacción inadecuado, donde el 53% señalan no estar satisfechos. Por lo tanto, el funcionamiento de la red no cumple con las expectativas de la población en cuanto a la prestación del servicio y la calidad del mismo.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda como alternativa de solución, colocar medidores en las viviendas para poder regular el uso del agua, ya que muchos usuarios utilizan el agua en regadío de pastos, fabricación de ladrillo o cultivos, disminuyendo considerablemente el volumen del reservorio y ocasionando la falta de agua en muchas viviendas.

- Se sugiere el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que aborde específicamente las áreas con deficiencias encontradas en la inspección. Esto incluye un muro de protección para evitar la erosión en la captación, la reparación de roturas en la red de distribución y la optimización de la presión del agua mediante la instalación de CRP -7 en puntos estratégicos para evitar daños en las piletas, llaves de control y así mejorar la eficiencia del sistema en su conjunto.
- Se recomienda realizar una revisión exhaustiva del proceso de tratamiento del agua, incluyendo la evaluación de los equipos de desinfección y la capacitación del personal encargado, ya que es importante implementar protocolos de control rigurosos y establecer procedimientos claros para garantizar la seguridad y potabilidad del agua.
- Se recomienda que, después de lograr la subsanación de las deficiencias encontradas, se establezcan también canales de retroalimentación para recoger las preocupaciones y sugerencias de los residentes, así como realizar campañas de sensibilización sobre la importancia del uso responsable del agua y las medidas adoptadas para mejorar la calidad del servicio, a fin de hacer un seguimiento a largo plazo sobre la efectividad de las medidas adoptadas y propiciar una mejora continua al servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, V. 2013. Red de Abastecimiento (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://www.lis.edu.es/uploads/8b982502_2156_46f9_8799_603901b43c8d.pdf.

Arora, A. 2019. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene, 2000-2017 (en línea, sitio web). Consultado 25 feb. 2023. Disponible en <https://data.unicef.org/resources/progress-drinking-water-sanitation-hygiene-2019/>.

Ayala, L. 2022. Evaluación del suministro de agua potable en las zonas rurales frente a la Resolución 844, caso Cogua – Cundinamarca (en línea). Cartagena de Indias, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI DOI: <https://doi.org/10.26507/paper.2591>.

Baena, GME. 2017. Metodología de la Investigación. 3ra ed. s.l., Grupo Editorial Patria. 157 p.

Baneo, C; De La Cruz, E. 2021. Evaluación y mejoramiento del sistema de agua y evacuación de excretas de la comunidad nativa de Limongema, Manantay, Coronel Portillo, Ucayali (en línea). Tesis de Pregrado. s.l., Universidad César Vallejo. Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73021>.

Barboza, J; Rivera, M. 2019. Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable y creación del servicio de saneamiento básico de los caseríos Alto Milagro y Alto San José, distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio – Cajamarca – 2017 (en línea). Tesis de Pregrado. s.l., Universidad Señor de Sipan. Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6163>.

Conejeros, A; Hueichaqueo, C; Martinez, B; Placeres, A. 2021. Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones 42(3):60-70.

Delgado, C; Falcón, J. 2019. Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú (en línea). Tesis de Pregrado. s.l., Universidad de San Martín de Porres. . Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5195>.

Granados, D; Peña, J. 2016. Evaluación de alternativas para un sistema sostenible de abastecimiento de agua potable para los corregimientos de San Joaquín, Monroy y San Francisco en el Departamento de Bolívar (en línea). Tesis de Pregrado. s.l., Universidad de Cartagena. . Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/11227/2399>.

Hernández, R; Mendoza, C. 2018. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. s.l., McGraw-Hill Interamericana. 753 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2020. Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico - Nro 09 (en línea). s.l., s.e. Consultado 25 feb. 2023. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2017. Perú: perfil sociodemográfico, 2017 (en línea). s.l., s.e. Consultado 15 mar. 2023. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/cap01.pdf.

Martínez, Y; Villalejo, V. 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. Ingeniería Hidráulica y Ambiental 39(1):58-72.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones - Título II Habilitaciones urbanas. Obras de saneamiento (en línea). s.l., DS N° 011-2006-VIVIENDA. Disponible en

https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf.

_____. 2018. Norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>.

Ministerio del Ambiente (MINAM). 2017. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (en línea). s.l., s.e. Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/Normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.

Molina, A. 2018. Mejoramiento y renovación del sistema de abastecimiento de agua potable en el sector las Palmeras Pisco Ica (en línea). Tesis de Pregrado. s.l., Universidad Alas Peruanas. . Consultado 15 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/6098>.

Pla, A. 2022. Vivir sin agua en un paraíso (en línea, sitio web). Consultado 25 feb. 2023. Disponible en <https://elpais.com/planeta-futuro/2022-07-08/vivir-sin-agua-en-un-paraiso.html>.

Roberti, L. 2020. Conducción por gravedad (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2023. Disponible en <https://sswm.info/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad>.

Sosa, E. 2020. Crónica: el acceso al agua en el Perú rural durante la pandemia por la COVID-19. Text (en línea, sitio web). Consultado 25 feb. 2023. Disponible en <https://www.iagua.es/blogs/eduardo-sosa-villalta/cronica-acceso-al-agua-peru-rural-durante-pandemia-covid-19>.

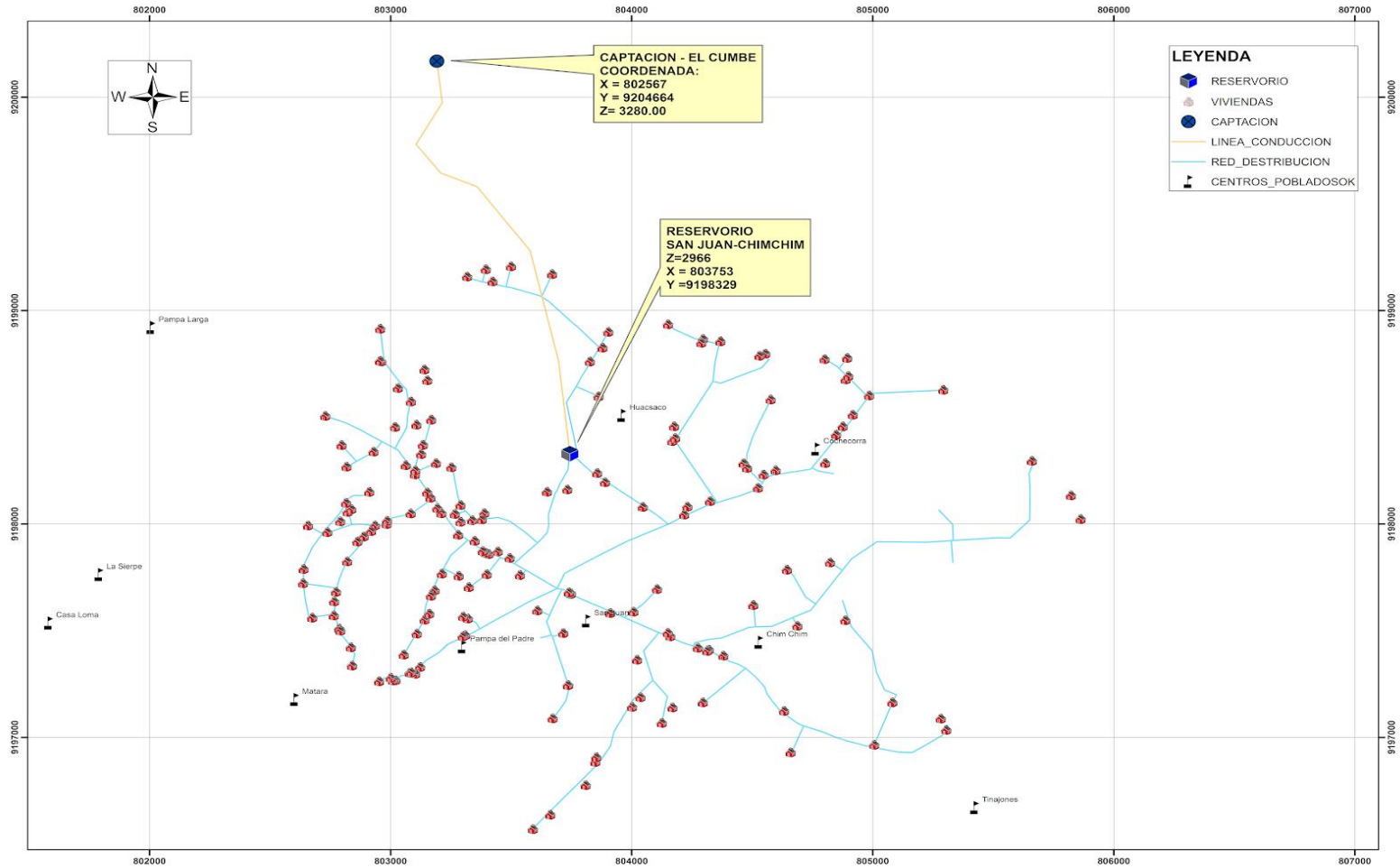
Soto, A. 2014. La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada- Cajamarca, 2014 (en línea). Tesis de

Pregrado. s.l., Universidad Nacional de Cajamarca. . Consultado 15 mar. 2023.
Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/677>.

Swistock, B. 2022. Bacterias Coliformes (en línea, sitio web). Consultado 16 mar.
2023. Disponible en https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample_id/23387/.

ANEXOS

Anexo 1 : Croquis del sistema de agua potable de la localidad de san juan



Anexo 2: Análisis físico – químico y bacteriológico



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0621406

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre JEINER EBER SEGURA BERNAL
Dirección -
Persona de contacto JEINER EBER SEGURA BERNAL Correo electrónico jsegurab@unc.edu.pe

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **24.06.23** Hora de Muestreo **06:15**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **01**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **Matara**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 343** Cadena de Custodia **CC - 204 - 23**
Fecha y Hora de Recepción **26.06.23 11:12** Inicio de Ensayo **26.06.23 11:25**
Reporte Resultado **05.06.23 16:00**



Firmado digitalmente por NEYRA
JAICO Edder Miguel FAU
20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10.06.2021 13:32:57 -05:00

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 05 de Julio del 2023.

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621406

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Manantial el tingo	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0621406-01	-	-	-	-	-
Matriz			Natural	-	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			localidad de san juan-matara	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	-	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.046	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	-	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.179	-	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	40.50	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	<LCM	-	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	9.428	-	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	6.582	-	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0550	20.14	-	-	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	0.171	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	7.692	-	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	8.009	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.368	-	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	-	-	-	-	-

Cajamarca, 05 de Julio del 2023.

FIRMA DIGITAL



V°B°
GOBIERNO REGIONAL
CAJAMARCA

Firmado digitalmente por LOPEZ
LEON Freddy Humberto FAU
20453744158 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 10.06.2021 10:09:38 -05:00

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio del agua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio del agua@hotmail.com FONDO: 599000 anexo 1140.

Página: 2 de 4

00

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621406

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Manantial el tingo	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0621406-01	-	-	-	-	-
Matriz			Natural	-	-	-	-	-
Descripción			Subterránea	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			localidad de san juan-matara	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	0.298	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	18.81	-	-	-	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0500	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	32.00	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.0700	19.97	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.0900	0.43	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	8.29	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	404.5	-	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0000	<LCM	-	-	-	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1000	<LCM	-	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5000	238.0	-	-	-	-	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	127.1	-	-	-	-	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Amoniaco	mg NH ₃ /L	0.1830	<LCM	-	-	-	-	-

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

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Bacterias Heterótrofas	UFC/mL	1.0	240	-	-	-	-	-
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	430	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	33	-	-	-	-	-
Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	33	-	-	-	-	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	250	-	-	-	-	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1	-	-	-	-	-

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

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por ZULUETA
SANTA CRUZ Eiver FAU
20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 10.06.2021 10:06:33 -05:00

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por LOPEZ
LEON Freddy Humberto FAU
20453744168 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 10.06.2021 10:09:53 -05:00

Cajamarca, 05 de Julio del 2023.

INFORME DE ENSAYO N° IE 0621406

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW -APHA- AWWA- WEF Part 4500- Cl. G, 23 rd Ed. 2017. (Validado)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012. Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Amoniaco	mgN-NH ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ D, 23rd Ed. 2017: Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G ₂ . 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a. c.1, 23rd Ed.2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°01 Fecha : 02/01/2023

Cajamarca, 05 de Julio del 2023.

FIRMA DIGITAL

 Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU
 20453744168 soft
 Motivo: Doy V° B°
 Fecha: 10.06.2021 10:14:52 -05:00

Anexo 3 : Medidas de altura de agua consumida durante cada hora en reservorio

Hora	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30	17.30	18.30
Dia 1	0.49	0.86	1.1	1.18	1.51	1.58	1.67						
Dia 2	0.48	0.88	1.09	1.16	1.54	1.67							
Dia 3	0.47	0.89	1.08	1.17	1.53	1.67							
Dia 4	0.48	0.85	1.1	1.18	1.55	1.67							
Dia 5	0.47	0.87	1.08	1.15	1.53	1.67							
Dia 6	0.58	1	1.26	1.67									
Dia 7	0.54	1.01	1.27	1.59	1.67								
Dia 8	0.47	0.88	1.09	1.2	1.54	1.67							
Dia 9	0.49	0.87	1.1	1.18	1.52	1.67							
Dia 10	0.47	0.89	1.08	1.19	1.51	1.67							
Dia 11	0.48	0.85	1.09	1.19	1.54	1.67							
Dia 12	0.48	0.85	1.1	1.17	1.53	1.67							
Dia 13	0.57	1	1.26	1.67									
Dia 14	0.54	1	1.29	1.6	1.67								
Dia 15	0.5	0.89	1.09	1.17	1.54	1.67							
Dia 16	0.48	0.87	1.11	1.16	1.53	1.67							
Dia 17	0.49	0.89	1.08	1.18	1.54	1.67							
Dia 18	0.47	0.9	1.1	1.18	1.55	1.67							
Dia 19	0.49	0.89	1.09	1.17	1.52	1.67							
Dia 20	0.58	1.01	1.26	1.67									
Dia 21	0.53	1.02	1.27	1.6	1.67								
Dia 22	0.5	0.9	1.1	1.18	1.52	1.67							
Dia 23	0.5	0.9	1.09	1.19	1.55	1.67							
Dia 24	0.49	0.88	1.1	1.17	1.54	1.67							
Dia 25	0.49	0.89	1.08	1.18	1.53	1.67							
Dia 26	0.5	0.9	1.1	1.17	1.52	1.67							
Dia 27	0.59	1.02	1.26	1.67									
Dia 28	0.56	1.02	1.29	1.62	1.67								

Anexo 4: Tablas de Excel del procesamiento de datos para obtener el Qmd y

Qm

Datos del reservorio

Area	9	m ²
Altura de rebose	1.67	m
Borde libre	0.5	m

Q entrada	0	L/s
Medidas internas (m)		
Seccion:	Cuadrada	largo = ancho
		3m

<i>volumenes de consumo diario</i>									
Hora	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	N° de horas	
Dia 1	Lectura (m)	0.49	0.86	1.10	1.18	1.51	1.58	1.67	7.00
	Δ	0.49	0.37	0.24	0.08	0.33	0.07	0.09	
	h (m)	0.49	0.37	0.24	0.08	0.33	0.07	0.09	
	Volumen (L/h)	4410	3330	2160	720	2970	630	810	
	Qh (L/s)	0.224	0.169	0.10989	0.03663	0.151	0.032051	0.04	
Dia 2	Lectura (m)	0.48	0.88	1.09	1.16	1.54	1.67	6	
	Δ	0.48	0.4	0.21	0.07	0.38	0.13		
	h (m)	0.48	0.4	0.21	0.07	0.38	0.13		
	Volumen (L)	4320	3600	1890	630	3420	1170		
	Qh (l/s)	0.22	0.183	0.096154	0.032051	0.174	0.059524		
Dia 3	Lectura (m)	0.47	0.89	1.08	1.17	1.53	1.67	6	
	Δ	0.47	0.42	0.19	0.09	0.36	0.14		
	h (m)	0.47	0.42	0.19	0.09	0.36	0.14		
	Volumen (L)	4230	3780	1710	810	3240	1260		
	Qh (l/s)	0.215	0.192	0.086996	0.041209	0.165	0.064103		

Dia 4	Lectura (m)	0.48	0.85	1.10	1.18	1.55	1.67	6	jue-22-Jun-23
	Δ	0.48	0.37	0.25	0.08	0.37	0.12		
	h (m)	0.48	0.37	0.25	0.08	0.37	0.12		
	Volumen (L)	4320	3330	2250	720	3330	1080		
	Qh (l/s)	0.22	0.169	0.114469	0.03663	0.169	0.054945		
Dia 5	Lectura (m)	0.47	0.87	1.08	1.15	1.53	1.67	6	vie-23-Jun-23
	Δ	0.47	0.4	0.21	0.07	0.38	0.14		
	h (m)	0.47	0.4	0.21	0.07	0.38	0.14		
	Volumen (L)	4230	3600	1890	630	3420	1260		
	Qh (l/s)	0.215	0.183	0.096154	0.032051	0.174	0.064103		
Dia 6	Lectura (m)	0.58	1.00	1.26	1.67			4	sáb-24-Jun-23
	Δ	0.58	0.42	0.26	0.41				
	h (m)	0.58	0.42	0.26	0.41				
	Volumen (L)	5220	3780	2340	3690				
	Qh (l/s)	0.266	0.192	0.119048	0.187729				
Dia 7	Lectura (m)	0.54	1.01	1.27	1.59			4	dom-25-Jun-23
	Δ	0.54	0.47	0.26	0.32				
	h (m)	0.54	0.47	0.26	0.32				
	Volumen (L)	4860	4230	2340	2880				
	Qh (l/s)	0.247	0.215	0.119048	0.14652				
Dia 8	Lectura (m)	0.47	0.88	1.09	1.20	1.54	1.67	6	lun-26-Jun-23
	Δ	0.47	0.41	0.21	0.11	0.34	0.13		
	h (m)	0.47	0.41	0.21	0.11	0.34	0.13		

	Volumen (L)	4230	3690	1890	990	3060	1170		
	Qh (l/s)	0.215	0.188	0.096154	0.050366	0.156	0.059524		
Dia 9	Lectura (m)	0.49	0.87	1.10	1.18	1.52	1.67	6	mar-27-Jun-23
	Δ	0.49	0.38	0.23	0.08	0.34	0.15		
	h (m)	0.49	0.38	0.23	0.08	0.34	0.15		
	Volumen (L)	4410	3420	2070	720	3060	1350		
	Qh (l/s)	0.224	0.174	0.105311	0.03663	0.156	0.068681		
Dia 10	Lectura (m)	0.47	0.89	1.08	1.19	1.51	1.67	6	mié-28-Jun-23
	Δ	0.47	0.42	0.19	0.11	0.32	0.16		
	h (m)	0.47	0.42	0.19	0.11	0.32	0.16		
	Volumen (L)	4230	3780	1710	990	2880	1440		
	Qh (l/s)	0.215	0.192	0.086996	0.050366	0.147	0.07326		
Dia 11	Lectura (m)	0.48	0.85	1.09	1.19	1.54	1.67	6	jue-29-Jun-23
	Δ	0.48	0.37	0.24	0.1	0.35	0.13		
	h (m)	0.48	0.37	0.24	0.1	0.35	0.13		
	Volumen (L)	4320	3330	2160	900	3150	1170		
	Qh (l/s)	0.22	0.169	0.10989	0.045788	0.16	0.059524		
Dia 12	Lectura (m)	0.48	0.85	1.10	1.17	1.53	1.67	6	vie-30-Jun-23
	Δ	0.48	0.37	0.25	0.07	0.36	0.14		
	h (m)	0.48	0.37	0.25	0.07	0.36	0.14		
	Volumen (L)	4320	3330	2250	630	3240	1260		
	Qh (l/s)	0.22	0.169	0.114469	0.032051	0.165	0.064103		
								4	

Dia 13	Lectura (m)	0.57	1.00	1.26	1.67			sáb-1-Jul-23
	Δ	0.57	0.43	0.26	0.41			
	h (m)	0.57	0.43	0.26	0.41			
	Volumen (L)	5130	3870	2340	3690			
	Qh (l/s)	0.261	0.197	0.119048	0.187729			
Dia 14	Lectura (m)	0.54	1.00	1.29	1.60			4 dom-2-Jul-23
	Δ	0.54	0.46	0.29	0.31			
	h (m)	0.54	0.46	0.29	0.31			
	Volumen (L)	4860	4140	2610	2790			
	Qh (l/s)	0.247	0.211	0.132784	0.141941			
Dia 15	Lectura (m)	0.50	0.89	1.09	1.17	1.54	1.67	6 lun-3-Jul-23
	Δ	0.5	0.39	0.2	0.08	0.37	0.13	
	h (m)	0.5	0.39	0.2	0.08	0.37	0.13	
	Volumen (L)	4500	3510	1800	720	3330	1170	
	Qh (l/s)	0.229	0.179	0.091575	0.03663	0.169	0.059524	
Dia 16	Lectura (m)	0.48	0.87	1.11	1.16	1.53	1.67	6 mar-4-Jul-23
	Δ	0.48	0.39	0.24	0.05	0.37	0.14	
	h (m)	0.48	0.39	0.24	0.05	0.37	0.14	
	Volumen (L)	4320	3510	2160	450	3330	1260	
	Qh (l/s)	0.22	0.179	0.10989	0.022894	0.169	0.064103	
Dia 17	Lectura (m)	0.49	0.89	1.08	1.18	1.54	1.67	6 mié-5-Jul-23
	Δ	0.49	0.4	0.19	0.1	0.36	0.13	
	h (m)	0.49	0.4	0.19	0.1	0.36	0.13	

	Volumen (L)	4410	3600	1710	900	3240	1170		
	Qh (l/s)	0.224	0.183	0.086996	0.045788	0.165	0.059524		
Dia 18	Lectura (m)	0.47	0.90	1.10	1.18	1.55	1.67	6	jue-6-Jul-23
	Δ	0.47	0.43	0.2	0.08	0.37	0.12		
	h (m)	0.47	0.43	0.2	0.08	0.37	0.12		
	Volumen (L)	4230	3870	1800	720	3330	1080		
	Qh (l/s)	0.215	0.197	0.091575	0.03663	0.169	0.054945		
Dia 19	Lectura (m)	0.49	0.89	1.09	1.17	1.52	1.67	6	vie-7-Jul-23
	Δ	0.49	0.4	0.2	0.08	0.35	0.15		
	h (m)	0.49	0.4	0.2	0.08	0.35	0.15		
	Volumen (L)	4410	3600	1800	720	3150	1350		
	Qh (l/s)	0.224	0.183	0.091575	0.03663	0.16	0.068681		
Dia 20	Lectura (m)	0.58	1.01	1.26	1.67			4	sáb-8-Jul-23
	Δ	0.58	0.43	0.25	0.41				
	h (m)	0.58	0.43	0.25	0.41				
	Volumen (L)	5220	3870	2250	3690				
	Qh (l/s)	0.266	0.197	0.114469	0.187729				
Dia 21	Lectura (m)	0.53	1.02	1.27	1.60			4	dom-9-Jul-23
	Δ	0.53	0.49	0.25	0.33				
	h (m)	0.53	0.49	0.25	0.33				
	Volumen (L)	4770	4410	2250	2970				
	Qh (l/s)	0.243	0.224	0.114469	0.151099				
								6	

Dia 22	Lectura (m)	0.50	0.90	1.10	1.18	1.52	1.67		lun-10-Jul-23
	Δ	0.5	0.4	0.2	0.08	0.34	0.15		
	h (m)	0.5	0.4	0.2	0.08	0.34	0.15		
	Volumen (L)	4500	3600	1800	720	3060	1350		
	Qh (l/s)	0.229	0.183	0.091575	0.03663	0.156	0.068681		
Dia 23	Lectura (m)	0.50	0.90	1.09	1.19	1.55	1.67	6	mar-11-Jul-23
	Δ	0.5	0.4	0.19	0.1	0.36	0.12		
	h (m)	0.5	0.4	0.19	0.1	0.36	0.12		
	Volumen (L)	4500	3600	1710	900	3240	1080		
	Qh (l/s)	0.229	0.183	0.086996	0.045788	0.165	0.054945		
Dia 24	Lectura (m)	0.49	0.88	1.10	1.17	1.54	1.67	6	mié-12-Jul-23
	Δ	0.49	0.39	0.22	0.07	0.37	0.13		
	h (m)	0.49	0.39	0.22	0.07	0.37	0.13		
	Volumen (L)	4410	3510	1980	630	3330	1170		
	Qh (l/s)	0.224	0.179	0.100733	0.032051	0.169	0.059524		
Dia 25	Lectura (m)	0.49	0.89	1.08	1.18	1.53	1.67	6	jue-13-Jul-23
	Δ	0.49	0.4	0.19	0.1	0.35	0.14		
	h (m)	0.49	0.4	0.19	0.1	0.35	0.14		
	Volumen (L)	4410	3600	1710	900	3150	1260		
	Qh (l/s)	0.224	0.183	0.086996	0.045788	0.16	0.064103		
Dia 26	Lectura (m)	0.50	0.90	1.10	1.17	1.52	1.67	6	vie-14-Jul-23
	Δ	0.5	0.4	0.2	0.07	0.35	0.15		
	h (m)	0.5	0.4	0.2	0.07	0.35	0.15		

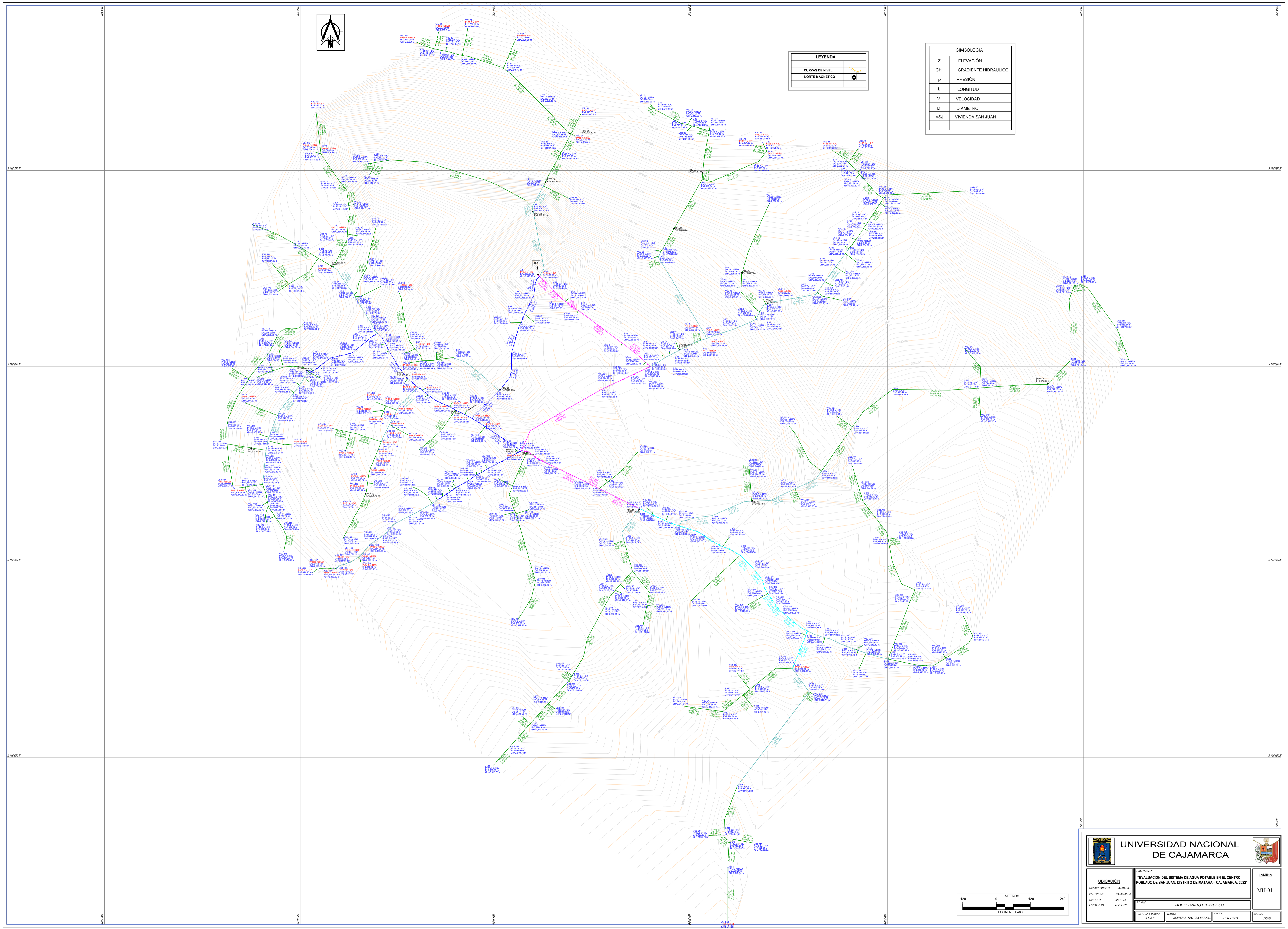
	Volumen (L)	4500	3600	1800	630	3150	1350		
	Qh (l/s)	0.229	0.183	0.091575	0.032051	0.16	0.068681		
Dia 27	Lectura (m)	0.59	1.02	1.26	1.67			4	sáb-15-Jul-23
	Δ	0.59	0.43	0.24	0.41				
	h (m)	0.59	0.43	0.24	0.41				
	Volumen (L)	5310	3870	2160	3690				
	Qh (l/s)	0.27	0.197	0.10989	0.187729				
Dia 28	Lectura (m)	0.56	1.02	1.29	1.62			4	dom-16-Jul-23
	Δ	0.56	0.46	0.27	0.33				
	h (m)	0.56	0.46	0.27	0.33				
	Volumen (L)	5040	4140	2430	2970				
	Qh (l/s)	0.256	0.211	0.123626	0.151099				
Prom hrs								5.46	

Anexo 5 : tabla del procesamiento de datos para obtener Qmh

		<i>volumenes de consumo horario</i>									
		Hora	6.30	7.30	8.30	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	
Dia 6	Lectura (m)	0.58	1.00	1.26	1.67						sáb-24-Jun-23
	Δ	0.58	0.42	0.26	0.41						
	h (m)	0.58	0.42	0.26	0.41						
	Volumen (m3)	5.22	3.78	2.34	3.69						
	Qh (L/s)	1.45	1.05	0.65	1.025	0	0	0	0	0	
Dia 7	Lectura (m)	0.54	1.01	1.27	1.59						dom-25-Jun-23
	Δ	0.54	0.47	0.26	0.32						
	h (m)	0.54	0.47	0.26	0.32						
	Volumen (m3)	4.86	4.23	2.34	2.88						
	Qh (L/s)	1.35	1.175	0.65	0.8	0	0	0	0	0	
Dia 13	Lectura (m)	0.57	1.00	1.26	1.67						sáb-1-Jul-23
	Δ	0.57	0.43	0.26	0.41						
	h (m)	0.57	0.43	0.26	0.41						
	Volumen (m3)	5.13	3.87	2.34	3.69						
	Qh (L/s)	1.425	1.075	0.65	1.025	0	0	0	0	0	
Dia 14	Lectura (m)	0.54	1.00	1.29	1.60						dom-2-Jul-23
	Δ	0.54	0.46	0.29	0.31						
	h (m)	0.54	0.46	0.29	0.31						
	Volumen (m3)	4.86	4.14	2.61	2.79						
	Qh (L/s)	1.35	1.15	0.725	0.775	0	0	0	0	0	
Dia 20	Lectura (m)	0.58	1.01	1.26	1.67						sáb-8-Jul-23
	Δ	0.58	0.43	0.25	0.41						

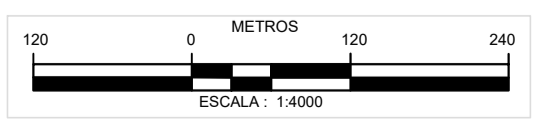
	h (m)	0.58	0.43	0.25	0.41					
	Volumen (m3)	5.22	3.87	2.25	3.69					
	Qh (L/s)	1.45	1.075	0.625	1.025	0	0	0	0	
Dia 21	Lectura (m)	0.53	1.02	1.27	1.60					dom-9-Jul-23
	Δ	0.53	0.49	0.25	0.33					
	h (m)	0.53	0.49	0.25	0.33					
	Volumen (m3)	4.77	4.41	2.25	2.97					
	Qh (L/s)	1.325	1.225	0.625	0.825	0	0	0	0	
Dia 27	Lectura (m)	0.59	1.02	1.26	1.67					sáb-15-Jul-23
	Δ	0.59	0.43	0.24	0.41					
	h (m)	0.59	0.43	0.24	0.41					
	Volumen (m3)	5.31	3.87	2.16	3.69					
	Qh (L/s)	1.475	1.075	0.6	1.025	0	0	0	0	
Dia 28	Lectura (m)	0.56	1.02	1.29	1.62					dom-16-Jul-23
	Δ	0.56	0.46	0.27	0.33					
	h (m)	0.56	0.46	0.27	0.33					
	Volumen (m3)	5.04	4.14	2.43	2.97					
	Qh (L/s)	1.4	1.15	0.675	0.825	0	0	0	0	

**Anexo 6 : Plano de modelamiento hidráulico en la localidad de San Juan
haciendo uso del software WaterCad**



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL	
NORTE MAGNETICO	

SIMBOLOGÍA	
Z	ELEVACIÓN
GH	GRADIENTE HIDRÁULICO
P	PRESIÓN
L	LONGITUD
V	VELOCIDAD
D	DIÁMETRO
VSI	VIVIENDA SAN JUAN



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA 		
UBICACIÓN <small>DEPARTAMENTO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJAMARCA DISTRITO: MATARA LOCALIDAD: SAN JUAN</small>	<small>PROYECTO:</small> "EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA - CAJAMARCA, 2022"	<small>LÁMINA</small> MH-01
<small>PLANO:</small> MODELO METRO HIDRÁULICO	<small>FECHA:</small> JUNIO E. SIGURA BERRAZA	
<small>FECHA:</small> JUNIO 2024	<small>ESCALA:</small> 1:4000	<small>FECHA:</small> JUNIO 2024

Anexo 7 : Panel fotográfico



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Captación “EL CUMBE”

Características: la captación está construida de concreto con un cerco perimétrico de malla galvanizada en la parte inferior y por la parte superior con cerco natural (cerro)

Antigüedad: 10 años

Foto 8:



Observaciones:

La captación se encuentra en buen estado, se puede apreciar la cámara húmeda y la caja de llaves de la captación



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Cámara húmeda

Características: las dimensiones son 1.40 de ancho por 1.10 de altura

Antigüedad: 10 años

Foto 9:



Observaciones:

Se puede apreciar la canastilla a una altura de salida de 0.10 cm, así mismo se aprecia el cono de rebose todos aun en Buen estado



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Caja de llaves

Características: las dimensiones son 0.80 de ancho por 0.70 de altura

Antigüedad: 10 años

Foto 10:



Observaciones:

Se puede apreciar una válvula de esfera, la cual sirve también para cerrar el flujo del agua cuando hay daño en la tubería de conducción



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Cono de rebose

Características: la salida es mediante una tubería de 2”

Antigüedad: 10 años

Foto 11:



Observaciones:

Se observa que la salida esta direccionada a la parte inferior de la captación, poniendo en riesgo la estabilidad de la cimentación de la estructura



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Línea de conducción

Características: la salida es mediante una tubería de 3” y una longitud de 3 + 220 km

Antigüedad: 10 años

Foto 12:



Observaciones:

Se puede apreciar la línea de conducción, en este tramo la tubería va enterrada, en su trayectoria cuenta con 01 válvula de aire en el km 1+960.10, 01 válvula de purga en el km 1+848.45. Así mismo, se encontró 02 crp n° 06 en las progresivas 1+633 y 2+691 todas las estructuras se encontraron en buen estado.

En dicha línea también se pudo encontrar la presencia de 03 pases aéreos



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: CRP tipo 6 en línea de conducción

Características: dimensiones de 1*1*1 m

Antigüedad: 10 años

Foto 13:



Observaciones:

Se encuentran ubicadas en 1+633 y 2+691 todas las estructuras se encontraron en buen estado



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Características: de forma cuadrada con dimensiones de 3*3 por 2.17 de altura con 0.50 de borde libre

Antigüedad: 10 años

Foto 14:



Observaciones:

Se puede apreciar el reservorio de forma cuadrada, donde la pintura en la parte superior se encuentra deteriorada



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Caja de llaves de reservorio

Características: de forma rectangular con dimensiones de 1.10*0.9 por 1 m de altura

Antigüedad: 10 años

Foto 15:



Observaciones:

Caja de válvulas de reservorio



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Caja de llaves de reservorio

Características: de forma rectangular con dimensiones de 1.10*0.9 por 1 m de altura

Antigüedad: 10 años

Foto 16:



Observaciones:

Se puede apreciar las diferentes tuberías tanto de salida, entrada, de rebose, para el clorador y la formación del by pass



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Características: de forma cuadrada con dimensiones de 3*3 por 2.17 de altura con 0.50 de borde libre

Antigüedad: 10 años

Foto 17:



Observaciones:

Midiendo las alturas del nivel de agua durante el día, con un intervalo de una hora



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

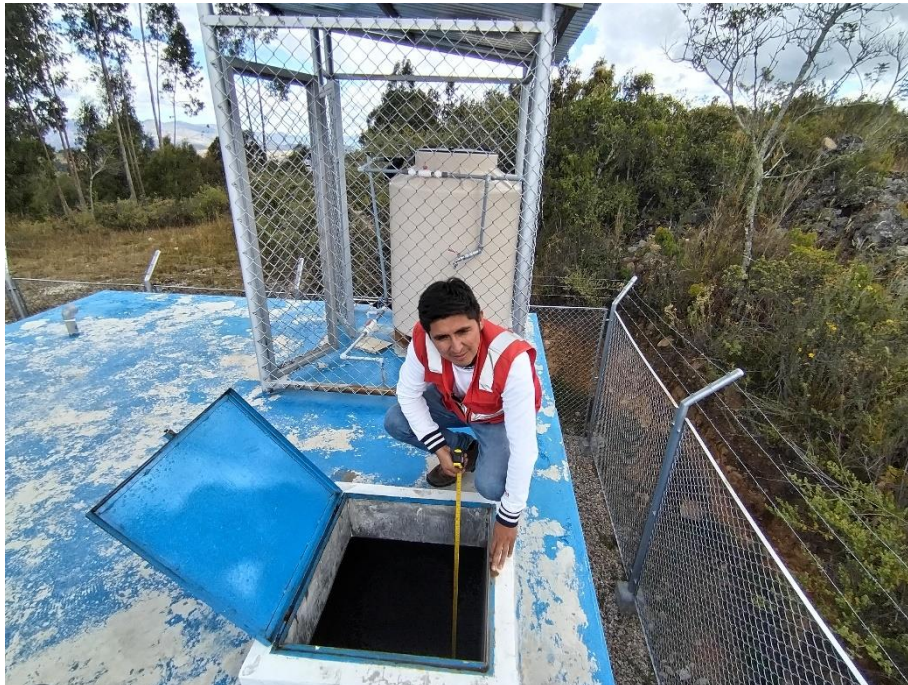
Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Características: de forma cuadrada con dimensiones de 3*3 por 2.17 de altura con 0.50 de borde libre

Antigüedad: 10 años

Foto 18:



Observaciones:

Midiendo las alturas del nivel de agua durante el día, con un intervalo de una hora



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Características: de forma cuadrada con dimensiones de 3*3 por 2.17 de altura con 0.50 de borde libre

Antigüedad: 10 años

Foto 19:



Observaciones:

Midiendo las alturas del nivel de agua durante el día, con un intervalo de una hora por 31 días



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 20:



Observaciones:

Encuesta a los usuarios acerca de la funcionabilidad del sistema, así mismo de la operación y mantenimiento que se viene dando al mismo



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 21:



Observaciones:

Encuesta a los usuarios acerca de la funcionabilidad del sistema, así mismo de la operación y mantenimiento que se viene dando al mismo



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 22:



Observaciones:

Piletas en mal estado, en total se encontraron 69 piletas en mal estado



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 23:



Observaciones:

Se midió la presión de llegada a las piletas de los usuarios acompañado por los miembros de la JASS, como el sistema es muy amplio, se consideró un cierto número de usuarios tomando en cuenta la parte más alta de la zona y la más baja



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 24:



Observaciones:

Se puede apreciar la aguja de manómetro aumentar repentinamente apenas y se cierra la válvula, son viviendas que tienen la presión por encima de los 50 mca



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 25:



Observaciones:

Medida de presión en conexiones domiciliarias.



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 26:



Observaciones:

También se encontró con la presencia de válvulas de control en el sistema, donde se puede apreciar la presencia de agua.



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Red de distribución

Antigüedad: 10 años

Foto 27:



Observaciones:

También se encontró con la presencia de cámaras rompe presión en el sistema, haciendo un total de 20 und.



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Antigüedad: 10 años

Foto 28:



Observaciones:

Este reservorio cuenta con un equipo de cloración, el cual cuenta con una dosificación adecuada para consumo humano, en coordinación con el centro de salud de esta localidad, para lo cual se suministra 1kg de hipoclorito de sodio al día y su mantenimiento se hace cada 6 días



“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN, DISTRITO DE MATARA – CAJAMARCA, 2022”

Evaluación del sistema de agua potable

Parte del sistema: Reservorio

Antigüedad: 10 años

Foto 29:



Observaciones:

Levantamiento topográfico con GPS diferencial de todo el sistema