

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
Programa de Maestría en Gestión Ambiental



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**Evaluación de la calidad del agua para consumo
humano en los centros poblados del distrito de
Nepeña, Santa - Ancash 2025**

**Tesis para obtener el grado de Maestro en
Ciencias en Gestión Ambiental**

Autor:

Bach. Hidalgo Castro, Daniel Alexis
DNI N° 48253767
Código ORCID: 0009-0008-0484-2017

Asesor:

Dr. Sánchez Vaca, Daniel Ángel
DNI N° 18146173
Código ORCID: 0000-0003-4326-1852

Nuevo Chimbote - PERÚ
2026



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS

Yo, **Dr. Sánchez Vaca Daniel Ángel**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis de maestría titulada: **“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash 2025”** elaborado por el **bachiller Hidalgo Castro Daniel Alexis** para obtener el Grado Académico de **Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, junio de 2026

Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca

Asesor

DNI N° 18146173

Código ORCID 0000-0003-4326-1852



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

AVAL DEL JURADO EVALUADOR

Tesis de maestría titulada: **“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash 2025”** elaborado por el **bachiller Hidalgo Castro Daniel Alexis** para obtener el Grado Académico de **Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:


Dr. Luis Fernando Torres Cabrera
Presidente

DNI: 26690133
Código ORCID 0000-0003-4662-5412


Dr. Yosef Javier Avalos Ramírez
Secretario

DNI: 18127282
Código ORCID 0000-0002-0071-8413


Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Vocal/Asesor

DNI: 18146173
Código ORCID 0000-0003-4326-1852
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los cinco días del mes de junio del año 2026, siendo las 12:05 horas, en el aula P-02 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 109-2026-EPG-UNS de fecha 06.02.2026, conformado por los docentes: Dr. Luis Fernando Torres Cabrera (Presidente), Dr. Yosef Javier Avalos Ramírez (Secretario) y Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA, SANTA - ANCASH 2025"**; presentado por el tesista **Daniel Alexis Hidalgo Castro**, egresado del programa de **Maestría en Gestión Ambiental**.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 439-2026-EPG-UNS de fecha 25 de mayo de 2026.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Aprobado, asignándole la calificación de 1.8.

Siendo las 13:15 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Luis Fernando Torres Cabrera
Presidente


Dr. Yosef Javier Avalos Ramírez
Secretario


Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Vocal/Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Daniel Alexis HIDALGO CASTRO
Título del ejercicio: MAESTRIA 2026
Título de la entrega: TESIS_POSTGRADO_HIDALGO.docx
Nombre del archivo: TESIS_POSTGRADO_HIDALGO.docx
Tamaño del archivo: 6.72M
Total páginas: 140
Total de palabras: 25,920
Total de caracteres: 136,721
Fecha de entrega: 18-may-2026 05:40p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2613001598

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRIA EN GESTIÓN AMBIENTAL  UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA CHIMBOTE - PERÚ UNS ESCUELA DE POSGRADO	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash 2025 Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental Autor(a): Br. Hidalgo Castro, Daniel Alexis Asesor(a): Dr. Sánchez Vaca, Daniel Ángel DNI N° 18146173 Código ORCID 0000-0003-4326-1852 NUEVO CHIMBOTE - PERÚ 2025
---	--

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.uteq.edu.ec

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.upsc.edu.pe:8080

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida profesional.

A mis queridos padres, Daniel Alberto Hidalgo Álvarez y Patricia Maribel Castro Yamashiro, quienes con su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y constantes enseñanzas han sido el pilar fundamental de mi formación personal y académica. Gracias por creer siempre en mí, por motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles y por ser el ejemplo de trabajo, responsabilidad y honestidad que guía mi vida.

A mi familia, por su apoyo permanente, comprensión y palabras de aliento durante todo este proceso. Su confianza y cariño fueron una fuente constante de motivación para alcanzar esta meta.

A mis sobrinos Logan y Shellby, cuya alegría, ternura y cariño iluminaron mis días y me inspiraron a continuar con entusiasmo hacia el cumplimiento de este importante objetivo.

A mi novia Diana De la cruz, por acompañarme con amor, paciencia y comprensión a lo largo de este camino. Gracias por brindarme tu apoyo incondicional, por animarme en los momentos de incertidumbre y por celebrar conmigo cada logro alcanzado.

Y en memoria de mi querido tío Alejandro Montenegro Yamashiro.

“Aún si perdiera la fe en la vida, en la mujer amada y en el orden de las cosas, aún si me convenciera de que todo es un caos maldito y , quizás, satánico, aunque me fulminaran todos los horrores de la desilusión humana, a pesar de todo, desearía vivir”

FIODOR M. DOSTOIEVSKI

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por concederme salud, fortaleza y perseverancia para superar los desafíos presentados durante el desarrollo de esta investigación y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi formación profesional.

A mis queridos padres, Daniel Alberto Hidalgo Álvarez y Patricia Maribel Castro Yamashiro y a toda mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión, confianza y motivación constante. Gracias por acompañarme en cada etapa de mi vida, por sus sacrificios y por inculcarme valores que han sido fundamentales para mi crecimiento personal y académico.

Mi especial agradecimiento a mi asesor de tesis, Dr. Sanchez Vaca Daniel Angel por su valiosa orientación, dedicación, conocimientos y aportes académicos brindados durante el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, colaboraron y contribuyeron al desarrollo y culminación exitosa de la presente tesis.

Hidalgo Castro Daniel Alexis

ÍNDICE

CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS	ii
AVAL DEL JURADO EVALUADOR.....	iii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	iii
RECIBO DIGITAL TURNITIN.....	iv
REPORTE PORCENTUAL TURNITIN.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE	ix
LISTA DE ILUSTRACIONES	xiv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
I. Introducción.....	19
1.1. Descripción y formulación del problema	19
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo General	22
1.2.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Formulación de la hipótesis	22
1.4. Justificación	22
1.5. Importancia.....	23
II. Marco teórico.....	24

2.1. Antecedentes	24
2.2. Marco teórico.....	29
2.2.1. Distrito de Nepeña.....	29
2.2.2. Fuentes de agua para consumo humano en el distrito de nepeña.....	29
2.2.3. Pozos tubulares.....	29
2.2.4. Pozos a tajo abierto	30
2.2.5. Pozos mixtos	30
2.2.6. Calidad del agua para consumo humano.....	30
2.3. Marco conceptual	31
2.3.1. Agua cruda	31
2.3.2. Agua Tratada	32
2.3.3. Agua para consumo humano	32
2.3.4. Análisis microbiológico del Agua.....	32
2.3.5. Analisis fisicoquímico del agua	32
2.3.6. Solicitud de Ensayo	32
2.3.7. Cadena de custodia.....	32
2.3.8. Coliformes.....	33
2.3.9. Consumidor	33
2.3.10. Cloro libre residual.....	33
2.3.11. Escherichia Coli	33
2.3.12. Límite máximo permisible	33
2.3.13. Muestra de agua	33

2.3.14.	Parámetro Microbiológico.....	33
2.3.15.	Parámetros organolépticos	34
2.3.16.	Sistema de tratamiento de agua	34
2.3.17.	Parámetros de control obligatorios (PCO)	34
III.	Metodología.....	34
3.1.	Enfoque	34
3.2.	Método.....	34
3.3.	Diseño de la investigación	35
3.3.1.	Diseño o esquema de la investigación:	35
3.4.	Población	36
3.5.	Muestra	36
3.6.	Operacionalización de las variables de estudio	38
3.7.	Técnicas e instrumentos.....	40
3.7.1.	Lugar de Ejecución de la investigación.....	40
3.7.2.	Técnicas de la investigación.....	40
3.7.3.	Técnicas de recolección de muestras	40
3.7.4.	Materiales de laboratorio.....	40
3.7.5.	Reactivos y soluciones de Laboratorio.....	41
3.7.6.	Instrumentos de la investigación	42
3.8.	Técnicas de análisis de resultados.....	44
IV.	Resultados y discusión	45
4.2.	Parámetros Químicos.....	59

4.3. Parámetros Microbiológicos.....	81
V. Conclusiones y recomendaciones	92
5.1. Conclusiones de la investigación	92
5.2. Recomendaciones de la investigación	93
VI. Referencias bibliográficas.....	95
VII. Anexos	103
ANEXO I: Determinación de procedimiento para la toma de muestra de agua de la red de distribución en los centros poblados del distrito de nepeña	103
ANEXO II: Evaluación de parametros fisicos y quimicos para el agua de la red de distribución de los entros poblados del distrito de nepeña.....	104
ANEXO III: Análisis microbiológicos en aguas (determinación de bacterias heterotroficas y bacterias coliformes en agua potable).....	110
ANEXO IV. Registro de datos fisico químicos del centro poblado huacatambo	114
ANEXO V. Registro de datos fisico químicos del centro poblado capellanía.	117
ANEXO VI. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de nepeña	120
ANEXO VII. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de cerro blanco.....	123
ANEXO VIII. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de san José	126
ANEXO IX. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de san jacinto	129

ANEXO X. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de motocachy	
.....	132
ANEXO XI. Registro de datos microbiológicos de los centros poblados del	
distrito de nepeña	133

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Medidas estadísticas de Turbidez en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	55
Ilustración 2 Medidas estadísticas de Conductividad en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	57
Ilustración 3 Medidas estadísticas de los TDS en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	71
Ilustración 4 Medidas estadísticas de Dureza total en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	73
Ilustración 5 Medidas estadísticas de Sulfitos en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	74
Ilustración 6 Medidas estadísticas de Cloruros en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	76
Ilustración 7 Medidas estadísticas del Cloro libre Residual en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	77
Ilustración 8 Medidas estadísticas de Bacterias Heterotróficas en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	88
Ilustración 9 Medidas estadísticas de Coliformes Totales en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.	90
<i>Ilustración 10 Muestras de agua de centros poblados del distrito de Nepeña</i>	<i>137</i>
Ilustración 11 Solución requerida para la determinación de dureza	137
Ilustración 12 Determinación de dureza de la muestra de agua del centro poblado de San José	138

Ilustración 13 Determinación de la conductividad y pH de la muestra del centro poblado de San Jacinto.	138
Ilustración 14 Determinación de sólidos totales disueltos de la muestra del centro poblado de San Jacinto.	139
Ilustración 15 Determinación de sólidos totales disueltos de la muestra del centro poblado de Huacatambo.	139
Ilustración 16 Solución requerida para la determinación de cloruros.	140
Ilustración 17 Determinación de cloruros de la muestra del centro poblado de Motocachi.	140
Ilustración 18 Reactivo requerido para la determinación de cloro libre residual.	141
Ilustración 19 Muestra de agua del centro poblado de Huacatambo para su respectivo análisis de cloro.	141
Ilustración 20 Muestra analizada con el kit para determinar cloro libre residual del centro poblado de Huacatambo.	142
Ilustración 21 Petri Film positivo para recuento de Bacterias Heterotróficas.	142
Ilustración 22 Petri Film positivo para recuento de Bacterias Heterotróficas.	143
Ilustración 23 Prueba presuntiva para análisis de coliformes Totales.	144
Ilustración 24 Prueba presuntiva positiva para análisis de coliformes Totales.	144
Ilustración 25 Prueba presuntiva para análisis de coliformes Totales. (Formación de turbidez y burbujas dentro de la campana).....	145
Ilustración 26 Preparación del medio para la prueba confirmativa para análisis de Coliformes Totales	146
Ilustración 27 Muestras positivas confirmativas para coliformes totales. (Formación de burbujas y turbidez).....	147
Ilustración 28 Toma de muestra de los centros poblados del distrito de Nepeña.	148

Ilustración 29 Toma de muestra de los centros poblados del distrito de Nepeña. 149

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evaluó la calidad del agua destinada al consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña, provincia del Santa – Áncash, durante el año 2025, con el propósito de determinar su cumplimiento con el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. Se aplicó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental descriptivo-comparativo, utilizando técnicas de muestreo aleatorio y análisis de laboratorio para medir parámetros físico-químicos y microbiológicos en ocho centros poblados (San Jacinto, San José, Cerro Blanco, Nepeña, Capellanía, Huacatambo, Motocachy y San Juan).

Los resultados mostraron que, si bien los parámetros físico-químicos se encuentran en su mayoría dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa, se identificó una constante ausencia de cloro residual libre en todas las muestras analizadas. Esta deficiencia se correlacionó con la presencia de coliformes totales en valores superiores a lo permitido, lo cual representa un incumplimiento de la normativa y un riesgo significativo para la salud pública.

El estudio concluye que el agua distribuida en los centros poblados del distrito de Nepeña no cumple con los estándares microbiológicos exigidos por el D.S. N.º 031-2010-SA, comprometiendo su inocuidad. Ante esta situación, se recomienda implementar de manera urgente sistemas de cloración continua, fortalecer el monitoreo de parámetros críticos y capacitar al personal operativo en el manejo de procesos de desinfección.

Palabras clave: calidad del agua, consumo humano, parámetros fisicoquímicos, coliformes, cloro residual, Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, Nepeña.

ABSTRACT

This research study evaluated the quality of water intended for human consumption in the populated centers of the Nepeña District, Santa Province, Ancash Region, during 2025, with the aim of determining its compliance with Supreme Decree No. 031-2010-SA. A quantitative approach and a descriptive-comparative non-experimental design were applied, using random sampling techniques and laboratory analyses to measure physicochemical and microbiological parameters in eight populated centers (San Jacinto, San José, Cerro Blanco, Nepeña, Capellanía, Huacatambo, Motocachy, and San Juan).

The results showed that although most physicochemical parameters were within the maximum permissible limits established by current regulations, a consistent absence of free residual chlorine was identified in all analyzed samples. This deficiency was correlated with the presence of total coliforms at levels exceeding the permissible limits, representing non-compliance with the regulations and a significant risk to public health.

The study concludes that the water distributed in the populated centers of the Nepeña District does not comply with the microbiological standards required by Supreme Decree No. 031-2010-SA, compromising its safety for human consumption. In response to this situation, the implementation of continuous chlorination systems is urgently recommended, along with strengthening the monitoring of critical parameters and providing training for operational personnel in disinfection process management.

Keywords: water quality, human consumption, physicochemical parameters, coliforms, residual chlorine, Supreme Decree No. 031-2010-SA, Nepeña.

I. Introducción

1.1. Descripción y formulación del problema

El agua constituye un elemento esencial para la existencia humana y su adecuada calidad influye de manera directa en la salud de la población y en el progreso sostenible de las comunidades. Disponer de agua apta para el consumo humano no solo es una necesidad básica, sino también un derecho fundamental reconocido por organismos internacionales y respaldado por la legislación nacional. (Ramos Mancheno, 2024)

En América Latina, muchas poblaciones aún dependen de pozos, ríos y manantiales para abastecerse de agua, pese a que estas fuentes frecuentemente presentan alteraciones microbiológicas y fisicoquímicas. Esta problemática se intensifica en zonas con limitadas condiciones de saneamiento básico, donde el manejo inadecuado de residuos domésticos y aguas residuales contribuye significativamente a la contaminación del recurso hídrico y al deterioro de la calidad de vida de los habitantes. (Aguirre, 2022)

El acceso a agua apta para el consumo humano constituye una prioridad para todos los países; no obstante, su calidad suele verse comprometida por diversos factores asociados tanto a la contaminación ambiental como a las actividades humanas. La magnitud de estos factores varía según la ubicación geográfica y puede generar consecuencias perjudiciales para la salud de la población. (Ramos Mancheno, 2024)

En el Perú, este derecho se encuentra normado a través del decreto supremo 031-2010-S.A. , el cual define los requisitos y parámetros que debe cumplir el agua destinada al consumo humano para salvaguardar la salud pública. No obstante, pese a la existencia de este marco regulatorio, diversos sectores rurales y periurbanos del país continúan

presentando limitaciones significativas en cuanto a la calidad del agua que consumen. Estas problemáticas suelen estar asociadas a la insuficiencia o ausencia de sistemas de tratamiento, la contaminación de las fuentes de abastecimiento, el deficiente mantenimiento de la infraestructura de distribución y la limitada supervisión por parte de las entidades responsables. El consumo prolongado de agua que no cumple con los estándares establecidos incrementa el riesgo de enfermedades de origen hídrico, afectando principalmente a poblaciones vulnerables como niños y adultos mayores.(Castillo Vereau et al., 2022)

Dentro de este escenario, el distrito de Nepeña, situado en la provincia del Santa, región Áncash, presenta una situación particular en sus centros poblados, donde el servicio de agua potable no siempre asegura condiciones óptimas para el consumo humano. La carencia de estudios periódicos y actualizados sobre la calidad del agua en la zona dificulta la identificación de riesgos y la adopción de medidas correctivas oportunas.

Se planteó como problema ¿Cuál es la evaluación de la calidad del agua para consumo humano que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña?

Frente a esta realidad, resulta necesario desarrollar una investigación que permita evaluar de manera integral la calidad del agua consumida por la población del distrito, considerando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normativa vigente. En ese sentido, el presente estudio tiene como objetivo principal evaluar la calidad del agua para consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña durante el año 2025, identificando posibles incumplimientos de los límites permisibles y generando información técnica que contribuya a la toma de decisiones orientadas a mejorar el servicio de agua potable y proteger la salud de la población.

El acceso a agua potable segura es un derecho fundamental y un componente esencial para la salud pública. En el distrito de Nepeña, ubicado en la provincia del Santa, región Áncash, muchos centros poblados enfrentan dificultades relacionadas con la calidad del agua destinada al consumo humano. Estas dificultades pueden deberse a factores como la deficiente infraestructura de tratamiento, contaminación de fuentes hídricas, deficiente monitoreo de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y escasa supervisión por parte de las autoridades competentes.

El decreto supremo N° 031-2010-SA, que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Perú, establece parámetros y límites permisibles que deben cumplirse para garantizar que el agua no represente riesgos para la salud de la población. Sin embargo, en muchos contextos rurales y periurbanos, el cumplimiento de esta normativa es incierto o limitado.

Asimismo, en diversas comunidades rurales y centros poblados, la limitada vigilancia sanitaria y el escaso monitoreo de las redes de distribución dificultan la detección temprana de contaminantes en el agua. Por ello, la evaluación periódica de parámetros físicos, químicos y microbiológicos resulta indispensable para determinar las condiciones de potabilidad y establecer medidas preventivas que contribuyan a proteger la salud pública.(Méndez, 2023)

Ante esta situación, se hace necesario evaluar si el agua que consumen los habitantes de los centros poblados del distrito de Nepeña durante el año 2025 cumple con los estándares establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Esta evaluación permitirá identificar posibles riesgos sanitarios, deficiencias en el sistema de abastecimiento, y servir como base para la formulación de propuestas de mejora.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Determinar la calidad del agua de consumo humano que se distribuye en los centros poblados que conforman el distrito de Nepeña, Ancash en el periodo 2025.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físico químico del agua que se distribuye en los centros poblados de San Jacinto, San José, Cerro Blanco, Nepeña, Capellanía, Huiacatambo y Motocachy que conforman el distrito de Nepeña.
- Determinar la calidad microbiológica del agua que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña.
- Comparar los resultados obtenidos con los parámetros de calidad que establece el D.S. 031-2010-S.A. Reglamento de la calidad del Agua para consumo humano.

1.3. Formulación de la hipótesis

La calidad del agua para consumo humano que se distribuyen en los centros poblados del distrito de Nepeña no cumplen con los estándares establecidos por las autoridades Nacionales y el decreto supremo 031 S.A

1.4. Justificación

El análisis y posterior estudio de las características físico químicas y microbiológicas del agua de consumo humano se justifica en la necesidad de cuidar por la salud de los pobladores de los centros poblados del distrito de Nepeña y de conocer cuál es la calidad del agua que están consumiendo diariamente en sus hogares.

- **Salud:** El agua de consumo humano es fundamental para la salud y el bienestar de la población. Una mala calidad del agua de consumo humano puede generar enfermedades gastrointestinales, infecciones y otros problemas para la salud de quien lo consume.
- **Social:** Es responsabilidad de las autoridades y sociedad el de garantizar el acceso a agua potable de buena calidad, que sea segura para todos los consumidores.
- **Científica y Ambiental:** El proyecto contribuirá a generar información científica sobre la calidad del agua de consumo humano en los diferentes centros poblados que conforman el distrito de Nepeña, lo que permitirá tomar decisiones informadas para mejorar su calidad.
- **Ambiental:** La evaluación de la calidad del agua también permitirá identificar impactos ambientales asociados a la contaminación del agua para consumo humano y proponer soluciones para mitigarlos.

1.5. Importancia

La presente investigación es de suma importancia porque permite conocer el estado actual de la calidad del agua para consumo humano en todo el distrito de Nepeña, Santa – Áncash, durante el periodo 2025. Esta información es esencial para garantizar la salud de la población, por que un agua contaminada representa una amenaza para la salud del consumidor.

Asimismo, el estudio es importante porque evalúa el grado de cumplimiento del decreto supremo N.º 031-2010-SA, normativa que brinda los parámetros que debe de contar el agua que se distribuye a la población en el Perú.

Verificar si el agua cumple con estos estándares permite determinar si los pobladores están accediendo a un recurso seguro y apto para su uso diario.

Desde el punto de vista científico y técnico, la tesis aporta datos actuales y relevantes que pueden ser usados por instituciones de salud, gobiernos locales y organismos encargados del servicio de agua potable para tomar decisiones fundamentadas y diseñar estrategias de mejora en los sistemas de tratamiento, distribución y vigilancia del agua.

Finalmente, esta investigación tiene un impacto ambiental y social, ya que promueve la conciencia sobre la protección del recurso hídrico y fomenta la participación activa de la comunidad y autoridades en la búsqueda de soluciones sostenibles frente a la posible contaminación del agua.(Méndez, 2023)

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

(Castillo Vereau et al., 2022) nos dice que durante la pandemia por covid 19 se analizó la calidad de agua subterráneas por un periodo de un año, agua que abastece a la población, encontrándose dentro de las características fisicoquímicas y microbiológicas no reunían las condiciones de salubridad, en otras palabras tenían parámetros fuera de los valores aceptables para ser de consumo humano. Dichos análisis se desarrollaron en la facultad de ciencias biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

(Control Municipalidad Distrital De Nepeña Santa & Del Servicio Saneamiento En El Distrito De Nepeña -cp San Jacinto, 2023) realizó su visita de control a la municipalidad distrital de Nepeña con el fin de verificar el correcto desarrollo de la

prestación de servicio de saneamiento en el distrito de Nepeña – C.P. San Jacinto, De acuerdo a la visita técnica realizada a los pozos tubulares de captación del agua para su tratamiento y posterior distribución a la población, se encontró que los equipos de cloración no vienen funcionando correctamente (inoperativos), por lo que el agua es distribuida sin una cloración previa, lo que aumenta el riesgo de que la población que consume dicho elemento vital pueda ser propicio a enfermedades gastrointestinales, exponiendo la salud de los 7mil a más habitantes que conforman el centro poblado de San Jacinto en el distrito de Nepeña.

(Chávez Araujo et al., 2022) En la localidad de Paucará, región Huancavelica, realizó un estudio para evaluar la calidad del agua de consumo humano, en el cual se identificó que varios parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, como el cloro residual y la presencia de coliformes totales, no cumplían con los estándares del D.S. N.º 031-2010-SA. Este hallazgo evidenció riesgos sanitarios para la población, especialmente en comunidades rurales altoandinas que no cuentan con un adecuado proceso para tratar el agua que se distribuye.

(Coila Yana, 2022) desarrolló un estudio en los poblados del distrito de Caracoto, Puno, donde se encontró que el agua suministrada a la población contenía coliformes fecales y ausencia de cloro residual. Esto representaba un riesgo directo para la salud pública y un incumplimiento del marco legal establecido en el país, especialmente en lo relacionado con el Decreto supremo N.º 031-2010-SA.

(Ccora Repuello, 2022) evaluó la calidad del agua para consumo humano en la localidad de Acobamba teniendo como referencia los parámetros establecidos por el MINSA, encontrándose que las muestras obtenidas de fuentes que reciben un tratamiento previo se encuentran dentro de los LMP mientras que las muestras tomadas antes del

tratamiento se encuentran fuera de los LMP en las características fisicoquímicas y microbiológicas. Así mismo algunos parámetros como la turbidez se ven afectadas en épocas de lluvia, debido a las precipitaciones, esto debido al aumento de partículas suspendidas.

(Avila Rodríguez, 2016) llevó a cabo un análisis de la calidad del agua en zonas periféricas de la ciudad de Trujillo, concluyendo que el 40% de las muestras analizadas excedía los límites permitidos de coliformes fecales. Esta situación refleja deficiencias en el proceso de la trata y seguimiento del recurso hídrico en áreas urbano-marginales.

(Vidal Taricuarima et al., 2026) evaluó la calidad del recurso hídrico en comunidades rurales de Tambogrande, Piura, hallando que durante la temporada de lluvias los niveles de turbidez y coliformes aumentaban significativamente, superando los Límites máximos permisibles en el Decreto supremo. N.º 031-2010-SA. Esto pone en evidencia la influencia de los factores climáticos en la calidad del agua para consumo humano.

(Ccorimanya Cancho et al., 2025) En el centro poblado de Santiago, Ica, se detectaron múltiples deficiencias en el sistema de abastecimiento de agua potable. demostró que los centros poblados rurales no cumplían con varios parámetros exigidos por la normativa peruana, especialmente en cuanto a turbidez, pH y contaminación microbiológica.

(Encarnación Benigno, 2024) Evaluó y determinó la calidad del agua para consumo humano que se distribuye en el centro poblado de Colpa baja, Huánuco. Se tomaron muestras en 10 puntos distintos en la planta de tratamiento de agua comparando los resultados obtenidos con la normativa nacional que rige actualmente, obteniéndose que todos los puntos analizados cumplen con los parámetros fisicoquímicos, no obstante

uno de los puntos analizados en la etapa de Decantación se obtuvo valores de coliformes Totales elevados 135.95 NMP/100 ml y Coliformes termotolerantes el punto de M2 sedimentador presentó el mayor valor de 53.60 NMP/100 ml; *Escherichia coli*, superaron el límite aceptable para agua de consumo humano.

Concluyendo que existe una necesidad por implementar un programa de monitoreo constante con el fin de controlar dichos parámetros, pues no se está cumpliendo con los parámetros microbiológicos establecidos.

(Perales Miranda, 2024) evaluaron la red domiciliaria de agua en zonas periurbanas de La Paz (Bolivia), encontrando niveles elevados de turbidez y contaminación bacteriana. Su estudio resalta la necesidad de vigilancia permanente, especialmente en contextos urbanos vulnerables.

(González Valencia, 2022) analizó la calidad del agua para consumo humano que abastece la localidad de Vereda, Rio Suarez del municipio de puente Nacional, Colombia obteniendo como resultados valores de Hierro encima por los estándares establecidos y permitidos, así mismo una carga elevada de Coliformes totales >300 UFC/100mL, con identificación de *E. coli*, *Pseudomonas Aeruginosa* y *enterococcus* entre otras. Estos resultados obtenidos determinan que dicha agua que se distribuye no es apta para el consumo humano por lo que superan los Límites máximos permitidos, pudiendo ocasionar daños para la salud de la población que lo consume.

(Fabricio et al., 2023) realizaron una investigación en comunidades ribereñas del Amazonas, donde el agua consumida carecía de tratamiento y presentaba contaminación microbiológica persistente. La situación fue atribuida a la falta de acceso a sistemas de cloración y a la escasa infraestructura sanitaria.

En Ecuador, (Fabricio et al., 2023) estudiaron la calidad del agua potable en parroquias rurales de Manabí, concluyendo que el 50% de las muestras no cumplían con la norma INEN 1108:2014, sobre todo por niveles inadecuados de cloro y presencia de coliformes.

En Argentina, (Fernández et al., 2022) evaluaron la calidad del agua potable en zonas periurbanas de Salta, revelando que las condiciones microbiológicas no eran seguras en el 58% de las muestras. Además, se hallaron trazas de nitratos y turbidez por encima de lo permitido por la legislación argentina.

(Franco et al., 2023) señala que el monitoreo de la calidad del agua constituye un elemento esencial para garantizar la seguridad hídrica y reducir los riesgos asociados a la contaminación de los acuíferos en América Latina. El estudio realizó una revisión de investigaciones relacionadas con tecnologías de monitoreo y detección de contaminantes físicoquímicos presentes en diversas fuentes de agua utilizadas para consumo humano y actividades productivas. Los autores identificaron que la contaminación hídrica en la región se encuentra vinculada principalmente al crecimiento urbano desordenado, actividades agrícolas, vertimiento de aguas residuales y procesos industriales que alteran las propiedades naturales del agua.

(Mucinhato et al., 2022) analizaron la relevancia del acceso a agua segura dentro de los programas de alimentación escolar implementados en diferentes países latinoamericanos y del Caribe. El estudio tuvo como propósito identificar las condiciones de calidad e inocuidad del agua utilizada para consumo, higiene y preparación de alimentos en instituciones educativas. La metodología empleada correspondió a una revisión y análisis de información relacionada con políticas públicas y sistemas de

abastecimiento de agua en contextos escolares. Los resultados evidenciaron que en diversos países aún persisten deficiencias en los servicios de saneamiento y acceso a agua potable, especialmente en zonas rurales y centros poblados con limitadas condiciones de infraestructura. Asimismo, los autores señalaron que la insuficiente vigilancia de la calidad del agua incrementa el riesgo de enfermedades gastrointestinales y afecta la salud de la población escolar.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Distrito de Nepeña

Municipalidad Distrital de Nepeña (2024) Indica que el distrito de Nepeña es uno de los 9 distritos que conforman la Provincia del Santa, departamento de Ancash, está conformado por los siguientes centros poblados: Capellanía, Cerro Blanco, Huacatambo, Motocachy, Nepeña (capital), San José, San Jacinto y San Juan. Así mismo cuenta con un total de 14 846 habitantes.

2.2.2. Fuentes de agua para consumo humano en el distrito de nepeña

ANA (2017) evaluó y clasificó las fuentes de aguas subterráneas en el valle de Nepeña obteniendo un total de 712 pozos, de los cuales al distrito de Nepeña corresponden 361 pozos entre pozos de tajo abierto, tubular y mitos.

Del total de pozos inventariados 165 pozos son del tipo Tubular, 195 pozos son de tajo abierto, mientras que 01 es del tipo mixto. Los pozos de uso doméstico utilizados son 61 en total (07 tubular y 54 de tajo abierto).

2.2.3. Pozos tubulares

ANA (2017) Estos pozos son el resultado de un proceso de perforación que permite acceder a aguas subterráneas. Están diseñados con un revestimiento interior de

materiales resistentes como hierro, acero o PVC. En el distrito de Nepeña, se han construido 165 pozos de este tipo, con 81 de ellos actualmente en operación.

Generalmente son de uso agrícola empelados por la empresa azucarera Agroindustrias San Jacinto S.A.

2.2.4. Pozos a tajo abierto

ANA (2017) Son pozos de gran diámetro realizados mediante excavación manual y poco profundas, generalmente construidas en zonas donde el nivel freático se encuentra cerca de la superficie del suelo.

El distrito de Nepeña cuenta con 195 pozos de este tipo, de los cuales sólo 96 pozos están operativos, la mayoría son de uso agrícola.

2.2.5. Pozos mixtos

ANA (2017) Es la combinación de ambos tipos de pozos, cuenta con un pozo de tajo abierto como antepozo hasta la napa freática y luego continúa como pozo tubular.

El distrito de Nepeña cuenta con el único pozo de esta característica.

2.2.6. Calidad del agua para consumo humano

(Organización mundial de la Salud, 2021) En todo el mundo, más de 1700 millones de personas se ven obligadas a consumir agua contaminada con residuos fecales, lo que representa un grave riesgo para su salud. La presencia de microorganismos patógenos en el agua potable puede provocar enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Según estimaciones, esta contaminación es responsable de más de 500.000 muertes anuales debido a enfermedades diarreicas.

(Organización mundial de la Salud, 2021) indica que el agua contaminada sumado esto a un mal tratamiento de potabilización contribuye al incremento de enfermedades gastrointestinales.

Si no existe el adecuado manejo del tratamiento del agua previo a su distribución la población quedará expuesto a múltiples enfermedades, a demás que si son provenientes de fuentes subterráneas estas pueden contener productos químicos como arsénico, metales pesados, etc.

(Gonzales Saenz et al., 2023) nos indica que en las localidades rurales altoandinas existe escasa información sobre el control de los parámetros del agua que se distribuye a la población, por ello se realizó la evaluación de seis centros poblados altoandinos del departamento de Huancavelica, Perú. Las comunidades objeto de estudio fueron Antacocha, Huaylacucho, Pampachacra, Pueblo Libre, San Gerónimo y Sachapite encontrándose en 23,5% puntos evaluados sobrepasan los límites máximos permisibles en parámetros microbiológicos. Esto nos da una señal de alerta de que en las localidades alejadas o zonas rurales no existe un adecuado control y monitoreo en el proceso de distribución de agua para consumo humano.

2.3. Marco conceptual

(Digesa, 2015) Establece las siguientes definiciones:

2.3.1. Agua cruda

(Digesa, 2015) Se refiere al agua en su estado original, extraída directamente de fuentes naturales para satisfacer las necesidades de abastecimiento, sin haber pasado por procesos de tratamiento previos.

2.3.2. Agua Tratada

(Digesa, 2015) Agua que ha sido purificada y tratada mediante procesos que involucran técnicas físicas, químicas y biológicas, con el objetivo de eliminar cualquier sustancia o microorganismo que pueda ser perjudicial para la salud humana.

2.3.3. Agua para consumo humano

(Digesa, 2015) Agua que cumple con los estándares de calidad necesarios para ser segura para el consumo humano y para uso en actividades domésticas cotidianas.

2.3.4. Análisis microbiológico del Agua

(Digesa, 2015) Ensayos que se realizan a las muestras de agua, para determinar la presencia o ausencia de carga microbiana.

2.3.5. Analisis fisicoquímico del agua

(Digesa, 2015) Ensayos que se realiza a las muestras de agua, para determinarr sus características físicas, químicas y ambas.

2.3.6. Solicitud de Ensayo

(Digesa, 2015) Documento mediante el cual se solicita a los laboratorios los parámetros a analizar de las muestras de agua.

2.3.7. Cadena de custodia

(Digesa, 2015) Proceso por medio del cual se mantiene una muestra en las mismas condiciones de las que se extrajo la muestra sin alterar sus condiciones, desde que se toma la muestra hasta que se realizan los análisis.

2.3.8. Coliformes

(Digesa, 2015) Bacterias gram negativas que fermentan la lactosa a la temperatura de 35°C a 37°C, es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

2.3.9. Consumidor

(Digesa, 2015) Individuo que emplea el agua para cubrir sus necesidades.

2.3.10. Cloro libre residual

(Digesa, 2015) Concentración de cloro presente en el agua para consumo humano en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito, que se mantiene posterior al proceso de cloración.

2.3.11. Escherichia Coli

(Digesa, 2015) Bacilo anaeróbico facultativo gram negativo no esporulado. Es un indicador microbiológico de contaminación fecal en una muestra de agua para consumo humano.

2.3.12. Límite máximo permisible

(Digesa, 2015) Son los valores máximos admisibles de los parámetros tanto físico químicos y microbiológicos en la muestra de agua, los cuales van a determinar si cumple con los criterios para determinarse de buena calidad.

2.3.13. Muestra de agua

(Digesa, 2015) Volumen de agua representativa para ser analizado según el requerimiento del laboratorio o del método de ensayo específico.

2.3.14. Parámetro Microbiológico

(Digesa, 2015) Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o organismos patógenos para el ser humano.

2.3.15. Parámetros organolépticos

(Digesa, 2015) Son las características fisicoquímicas cuyas características pueden ser percibidas por el consumidor.

2.3.16. Sistema de tratamiento de agua

(Digesa, 2015) Instalación integral para potabilizar agua, que comprende infraestructura, tecnología y procedimientos para garantizar la calidad del agua desde su origen hasta su entrega al consumidor.

2.3.17. Parámetros de control obligatorios (PCO)

(Digesa, 2015) Son los parámetros que todo proveedor de agua debe de cumplir obligatoriamente al agua para consumo humano.

III. Metodología

3.1. Enfoque

El enfoque que se le dió al siguiente trabajo de investigación fue un enfoque cuantitativo, por que se evaluó las características fisicoquímicas y microbiológica y se comparó con los valores de los límites máximos permisibles a fin de comparar si cumplen con los requisitos mínimos para clasificarse como aptas para consumo humano.

3.2. Método

Se empleó el método deductivo, el cual es un proceso lógico que parte de una teoría, hipótesis o principio general para llegar a una conclusión específica y verificable, mediante la recopilación de datos empíricos que permitan confirmar o refutar la hipótesis inicial.

3.3. Diseño de la investigación

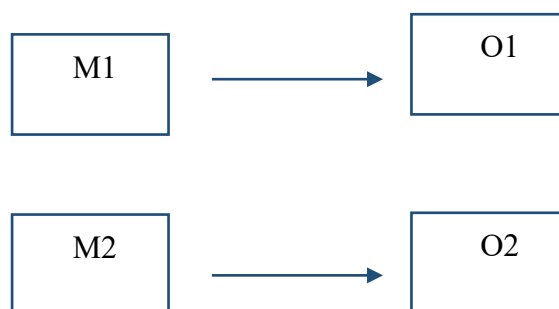
Se utilizó el diseño no experimental, para ver el estado de la variable objeto de estudio, en la calidad del agua para consumo humano que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash.

El **método de investigación no experimental (Descriptivo)** es aquel en el que el investigador no manipula las variables del estudio ni controla el entorno en el que se realiza la investigación. En este tipo de investigación, el investigador observa, describe y analiza fenómenos tal como ocurren de manera natural, sin intervenir en ellos.

Se efectuó la contrastación para evaluar calidad de agua para consumo humano que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash. durante el periodo 2025, será un diseño descriptivo comparativo.

3.3.1. Diseño o esquema de la investigación:

Se empleó el diseño empírico de contrastación para evaluar calidad de agua utilizando:



Donde:

M1 ... Mn: Son las muestras a analizar.

O1 ... On: Son las observaciones.

En este caso se empleó una misma variable: Calidad del agua en la distribución de los centros poblados del distrito de Nepeña (San Jacinto, San José, Cerro Blanco, Nepeña,

Capellanía, Huiacatambo, San Juan y Motocachy): para ver si tienen el mismo o diferente comportamiento.

3.4. Población

La población en esta investigación fueron los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa – Ancash, que obtienen agua de diferentes fuentes para el consumo humano. Esta es la población objetivo a la que se quiere generalizar los resultados de tu estudio.

- Población:

Centro poblado: Las diferentes comunidades que forman el distrito de Nepeña (San Jacinto, San José, Cerro Blanco, Nepeña, Capellanía, Huiacatambo, San Juan y Motocachy). Cuyo distrito cuenta con un total de 14 846 habitantes.

3.5. Muestra

- Muestra:

Para la toma de las muestras se dividió cada centro poblado en sectores, para que la muestra sea representativa, de los sectores que conforman cada centro poblado, al azar se escogerá un sector.

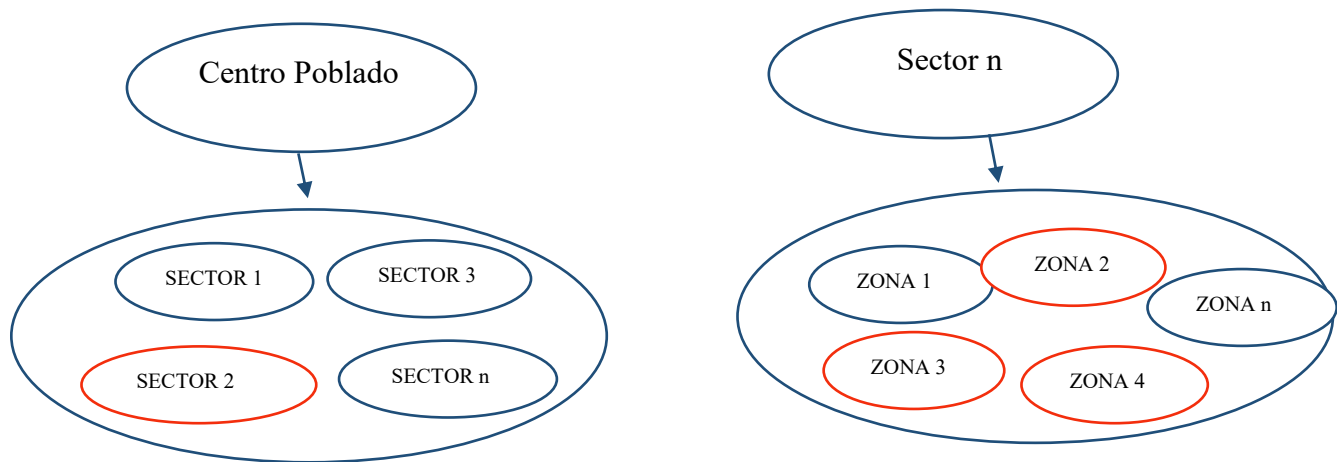
Estratificación: Divide las comunidades en diferentes estratos, por ejemplo:

Estrato 1: Comunidades con abastecimiento de agua de pozo.

Estrato 2: Comunidades con abastecimiento de agua de río o manantiales.

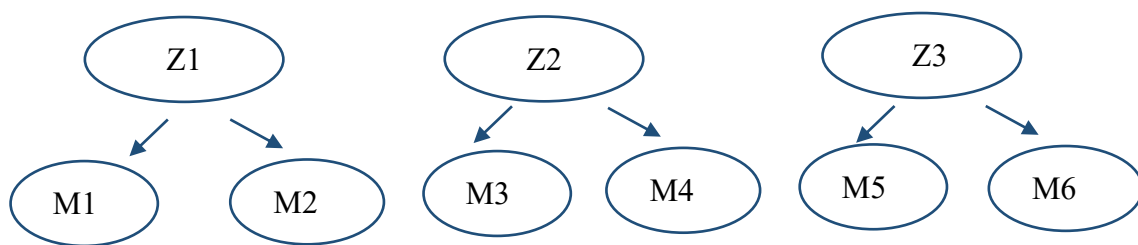
Estrato 3: Comunidades urbanas (si las hay) y rurales.

Al azar se eligió un sector, el sector escogido está compuesto por zonas, posteriormente de dicho sector escogido se escogió al azar 3 zonas completamente al azar.



Finalmente, de estas 3 zonas seleccionadas al azar. se seleccionaron 2 puntos de descarga en los grifos al azar para el muestreo de la red de distribución, para su posterior análisis.

Se tomó 6 momentos en el muestreo, previamente los puntos de descarga fueron georeferenciados.



En total se tomararon 6 puntos de descarga al azar para el muestreo de la red de distribución y por cada muestra se realizaron 3 repeticiones.

- **Muestreo Aleatorio Simple:** Se seleccionó aleatoriamente a los individuos sin ningún tipo de orden o estructura (por conveniencia).

- **Tamaño de la muestra:** Dependerá del número de comunidades y los recursos disponibles, con al menos 2-3 comunidades seleccionadas por estrato o conglomerado.

3.6. Operacionalización de las variables de estudio

Caracterización física, química y biológica del agua que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña.

Los parámetros de análisis se seleccionarán en Estándares Nacionales de Calidad Decreto supremo N°031-2010-SA de acuerdo Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica y Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicas.

MATRIZ
OPERACIONAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CENTROS POBLADOS EL DISTRITO DE NEPEÑA, SANTA - ANCASH EN EL PERIODO 2025

TEMA:

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM
¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano que se distribuye en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa - Ancash en el periodo 2025	La calidad del agua para consumo humano en los centros poblados del distrito de Nepeña, Santa - Ancash no cumplen con los estándares establecidos por las autoridades sanitarias durante el periodo 2025, lo que representa un riesgo para la salud pública.	calidad del para consumo humano	Características de la calidad del agua para consumo humano incluye parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	Análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos mediante la toma de muestras de agua en diferentes puntos de distribución en los centros poblados del distrito de Nepeña, utilizando equipos especializados.	físico	Turbidez	UNT
						Conductividad	µmho/cm
						TDS	mgL-1
						pH	Valor de pH
						Color	UCV escala Pt/Co
		Cumplimiento del D.S. N°031-2010-SA	Grado en que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos en la normativa peruana.	Comparación de los resultados con límites permitidos según indican en el D.S. N°031-2010-SA.	Químico	Olor y Sabor	-
						Cloro libre residual	mg/L
						Dureza Total	mg CaCO3 L-1
						Alcalinidad	ppm CaCO3
						Cloruros	mg Cl * L-1
						Sulfitos	mg SO4 *L-1
		Cumplimiento del D.S. N°031-2010-SA	Grado en que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos en la normativa peruana.	Comparación de los resultados con límites permitidos según indican en el D.S. N°031-2010-SA.	Microbiológico	Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C
						Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C
						Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C
		Cumplimiento del D.S. N°031-2010-SA	Grado en que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos en la normativa peruana.	Comparación de los resultados con límites permitidos según indican en el D.S. N°031-2010-SA.	Evaluación del cumplimiento	Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	Categoría (Cumple/No Cumple)

3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Lugar de Ejecución de la investigación

- Universidad Nacional del Santa, Laboratorio de Química.
- Laboratorio de procesos de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.

3.7.2. Técnicas de la investigación

Para este trabajo de investigación se utilizaron las técnicas de observación y análisis de laboratorio.

La técnica de observación es un método de recolección de datos que consiste en la observación sistemática y objetiva de un fenómeno, comportamiento o situación en su contexto natural con el fin de recopilar información.

3.7.3. Tecnicas de recolección de muestras

Para la recolección de muestras se seguirá los lineamientos de la R.D. N°160-2015- DIGESA que establece el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, cuya finalidad es la de contar con un procedimiento seguro y confiable que contribuya a obtener una correcta toma de muestras por parte de laboratorios, del agua para consumo humano, para ser analizados posteriormente.

3.7.4. Materiales de laboratorio

Para realizar los diferentes analisis fisicoquímicos y microbiológicos, se empleó lo siguiente:

- Probeta de 50mL
- Matraz Erlenmeyer de 125mL
- Bureta de 25mL con dosificador
- Vaso de precipitación de 250mL

- Placas petri
- Tubos de ensayo
- Placas petri
- Gradilla
- campanas de Durham

3.7.5. Reactivos y soluciones de Laboratorio

- Indicador fenoftaleina 0.5%
- H₂SO₄ 0.02N
- Indicador anaranjado de metilo 0.1%
- Acido sulfurico 0.02N
- Indicador cromato de potasio 5%
- Nitrato de plata 0.0171N
- Carbonato de sodio 0.02N
- Indicador negro de ericromo
- Solución Buffer 10ph
- EDTA 0.02N
- Yoduro yodato de potasio 0.0125N
- Ácido clorhidrico 50%
- Almidon 1%
- Reactivo determinación de cloro DPD1
- Agar R2A
- Placas petrifilm 3M aqua para recuento de bacterias heterotróficas
- Tiosulfato de sodio al 3%
- Caldo lauril sulfato

- Caldo bilis verde brillante
- Caldo Ec

3.7.6. Instrumentos de la investigación

La ficha de registro de datos es un instrumento utilizado para recopilar y registrar información de manera sistemática y organizada. (Ficha de registro de datos).

Se realizó siguiendo los “lineamientos protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” - R.D 160-2015-DIGESA.

Además, se empleó los siguientes instrumentos para las evaluaciones correspondientes:

- **Instrumentos para analisis fisico quimicos:**
 1. Ph-metro: Marca Mettler Toledo, Modelo: SevenDirectSD20
 2. Equipo Multiparámetro: Marca: Mettler Toledo, Modelo: SevenDirectSD23
 3. Termómetro: Marca Thermo, Modelo: TA-288
 4. Espectrofotómetro: Marca: Hach, Modelo: DR3900
 5. Kit determinación cloro libre residual: Marca HANNA

Los ensayos físico químicos se realizarán siguiendo las diferentes Normas establecidas:

- NTP 214.006 1999: La presente norma técnica peruana establece el método nefelométrico que son expresados en UNT (Unidades nefelométricas de Turbidez) para determinar la turbidez en el agua del medio ambiente, para consumo humano y aguas residuales.
- Método DPD1: Técnica colorimétrica estandar para determinar la concentración de cloro libre residual en el agua. . Utiliza el reactivo N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD), el cual reacciona exclusivamente con el cloro libre oxidado para desarrollar un color rosado, cuya intensidad es proporcional a la cantidad de cloro presente.
- NTP 214.020 2000: La presente norma técnica peruana establece el método de determinación de cloruros mediante el método volumétrico del nitrato de plata en agua para consumo humano.
- NTP 214.018 1999: La presente norma técnica peruana establece el método titulométrico con EDTA para determinar la dureza en muestra de agua para consumo.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF: Mide la capacidad de una muestra para conducir corriente eléctrica, la cual depende de los iones disueltos y la temperatura. El método emplea un conductímetro calibrado con solución de cloruro de potasio (KCl) para registrar el valor estándar a 25°C.
- NTP 214.029:2003: La presente norma técnica peruana establece el método electrométrico para la determinación de pH en agua para consumo humano.
- **Instrumentos para análisis microbiológico**
 1. Microscopio Marca: Motic, Modelo: BA310
 2. Incubadora Marca: Binder
 3. Balanza Analítica Marca: Boeco

4. Autoclave Marca: Famarel, Modelo: FV3035
5. Mechero con alcohol
6. Frascos de vidrios de 250mL (estéril)

Los ensayos microbiológicos se realizarán siguiendo las normas establecidas:

- SMEWW-APHA-AWWA-WEF: Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF: Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
- SMEWW APHA. AWWA. WEF Part.9222 D. 23rdEdition: Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermo tolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
- SMEWW APHA. AWWA. WEF. Part. 9215 B 23rd Edition: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate method.
- ISO 622:1999: La siguiente norma establece el método para el recuento de colonias de bacterias heterotróficas en muestra de agua para consumo humano mediante inoculación en un medio de cultivo de agar nutritivo.

3.8. Técnicas de análisis de resultados

Se empleó la estadística descriptiva mediante el programa MINITAB para el procesamiento de datos.

Se hace referencia a la Normas Técnicas Peruanas vigentes para comparar los resultados de la presente calidad de agua potable. Asimismo, se tomó como base los límites más probables según el decreto supremo N° 031-2010-SA

IV. Resultados y discusión

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano que se distribuyen en los centros poblados que conforman el distrito de Nepeña, Santa – Ancash.

4.1. Parámetros físicos

Tabla 1 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de San Jacinto, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010 S.A. DIGESA	Conductividad (μ S/cm)	D.S 031-2010 S.A. DIGESA
Media aritmética	0,60		436,80	
Mediana	0,00	5 NTU	374,1	1500 μ S/cm
Desviación estándar	0,76		129,9	
Coeficiente de variación	127,74%		29,74%	
Mínimo	0,00		314,6	
Máximo	2,00		693,00	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 1 se evidencia que, para la dimensión física evaluada en el centro poblado de San Jacinto, el parámetro de turbiedad presenta una mediana de 0,00 NTU, lo que indica que la mitad de las muestras analizadas no registra presencia de partículas en suspensión. De manera concordante, el valor promedio obtenido es de 0,00 NTU, confirmando que la totalidad de las muestras evaluadas presentan turbiedad nula. Estos valores se encuentran ampliamente por debajo del LMP de 5 NTU, establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA. Asimismo, la desviación estándar y el coeficiente de variación alcanzan valores de 0,00, lo que demuestra una completa uniformidad de los datos, sin diferencias

entre las muestras analizadas. Los valores mínimo y máximo coinciden en **0,00 NTU**, lo que ratifica la muy buena calidad del agua en relación con este parámetro en la localidad evaluada.

Respecto a la conductividad eléctrica, la mediana registrada es de 374,1 $\mu\text{S/cm}$, lo que significa que el 50 % de las muestras presenta valores iguales o inferiores a dicho nivel. El valor promedio asciende a 436,8 $\mu\text{S/cm}$, encontrándose ambos indicadores considerablemente por debajo del límite máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S/cm}$ señalado en la normativa vigente. La desviación estándar calculada fue de 129,9 $\mu\text{S/cm}$, mientras que el coeficiente de variación alcanzó el 29,74 %, lo que refleja una dispersión moderada y una aceptable homogeneidad de los resultados. Finalmente, los valores extremos registrados fluctuaron entre 314,6 $\mu\text{S/cm}$ como mínimo y 693,0 $\mu\text{S/cm}$ como máximo, ubicándose en todos los casos dentro del rango establecido por la normativa nacional para agua de consumo humano.

Tabla 2 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de Huacatambo, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010- SA DIGESA	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	D.S 031- 2010-SA DIGESA
Media aritmética	2,15		1527,30	
Mediana	2,00	5 NTU	1538,30	1500 $\mu\text{S/cm}$
Desviación estándar	0,85		93,70	
Coeficiente de variación	39,49%		6,14%	
Mínimo	1,00		1337,50	
Máximo	4,00		1690,30	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 2 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión física del agua en el centro poblado de Huacatambo. En relación con el parámetro de turbiedad, se obtuvo una mediana de 2 NTU, lo que evidencia que la mitad de las muestras analizadas presenta valores inferiores a dicho nivel. El valor promedio alcanzó 2,15 NTU, encontrándose ambos indicadores por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU, establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. No obstante, el coeficiente de variación de 39,49 % revela una dispersión considerable de los datos, lo que indica heterogeneidad entre las muestras. Los valores extremos oscilaron entre 1 NTU como mínimo y 4 NTU como máximo, ubicándose todos dentro del rango normativo, lo cual sugiere que, pese a la variabilidad observada, la calidad del agua en términos de turbiedad cumple con los estándares aceptables para consumo humano.

En cuanto a la conductividad eléctrica, la mediana registrada fue de 1 538,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando que el 50 % de las muestras presenta valores iguales o inferiores a dicho valor. El promedio obtenido fue de 1 527,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, situándose ambos resultados muy próximos al límite máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, según la normativa vigente. La desviación estándar calculada fue de 93,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el coeficiente de variación alcanzó apenas 6,14 %, lo que evidencia una elevada homogeneidad en los datos. Los valores mínimo y máximo fluctuaron entre 1 337,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1 690,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, siendo este último ligeramente superior al límite normativo, lo que pone de manifiesto la necesidad de un monitoreo continuo de este parámetro para prevenir posibles incumplimientos.

Tabla 3 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de Motocachi, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Conductividad (μS/cm)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media aritmética	2,17		559,28	
Mediana	2,00	5 NTU	562,75	1500 μS/cm
Desviación estándar	0,82		49,29	
Coeficiente de variación	37,95%		8,81%	
Mínimo	1,00		476,30	
Máximo	4,00		712,50	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 3 se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de la dimensión física del agua en el centro poblado de Motocachi. En relación con el parámetro de turbiedad, se obtuvo una mediana de 2 NTU, lo que evidencia que el 50 % de las muestras analizadas registra valores inferiores a dicho nivel. El valor promedio calculado fue de 2,17 NTU, encontrándose ambos indicadores por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU, establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. No obstante, el coeficiente de variación de 37,95 % refleja una dispersión importante de los datos, lo que pone de manifiesto una marcada heterogeneidad entre las muestras evaluadas. Los valores extremos oscilaron entre 1 NTU como mínimo y 4 NTU como máximo, situándose en todos los casos dentro del rango normativo permitido.

Respecto a la conductividad eléctrica, la mediana registrada fue de 562,75 μS/cm, indicando que la mitad de las muestras presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio alcanzó 559,28 μS/cm, ubicándose ambos resultados muy por debajo del límite

máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, conforme a la normativa vigente. La desviación estándar obtenida fue de 49,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el coeficiente de variación alcanzó 8,81 %, lo que evidencia una baja dispersión de los datos y, por tanto, una elevada homogeneidad entre las muestras. Los valores mínimo y máximo registrados fueron de 476,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 712,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, encontrándose dentro de los rangos aceptables para agua destinada al consumo humano.

Tabla 4 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de San José, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media aritmética	2,50		904,51	
Mediana	2,00	5 NTU	900,55	1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Desviación estándar	0,93		52,41	
Coeficiente de variación	37,38%		5,79%	
Mínimo	1,00		643,40	
Máximo	5,00		984,20	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 4 se muestran los resultados obtenidos para la dimensión física del agua en el centro poblado de San José. En relación con el parámetro de turbiedad, se determinó una mediana de 2 NTU, lo que evidencia que el 50 % de las muestras evaluadas presenta valores inferiores a dicho nivel. El valor promedio registrado fue de 2,5 NTU, encontrándose ambos indicadores por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU, establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. No obstante, el coeficiente de variación de 37,38 % pone de manifiesto una dispersión moderada de los datos, lo que indica

la presencia de cierta heterogeneidad entre las muestras analizadas. Los valores extremos oscilaron entre **1 NTU** como mínimo y **5 NTU** como máximo, situándose dentro de los rangos aceptados por la normativa vigente.

En cuanto a la conductividad eléctrica, la mediana obtenida fue de 900,55 $\mu\text{S/cm}$, lo que señala que la mitad de las muestras presenta valores iguales o inferiores a dicho valor. El promedio calculado fue de 904,51 $\mu\text{S/cm}$, encontrándose ambos resultados ampliamente por debajo del límite máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S/cm}$. La desviación estándar alcanzó 52,41 $\mu\text{S/cm}$, mientras que el coeficiente de variación fue de 5,79 %, lo que refleja una baja dispersión de los datos y, por ende, una adecuada homogeneidad entre las muestras. Los valores mínimo y máximo registrados fueron de 643,4 $\mu\text{S/cm}$ y 984,20 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente, ubicándose en todos los casos dentro de los límites establecidos para agua de consumo humano.

Tabla 5 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de Capellanía, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	D.S 031-2010- SA DIGESA
Media aritmética	3,61		1526,80	
Mediana	4,00	5 NTU	1518,60	1500 $\mu\text{S/cm}$
Desviación estándar	1,02		51,70	
Coeficiente de variación	28,10%		3,38%	
Mínimo	2,00		1428,90	
Máximo	5,00		1672,80	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 5 se presentan los resultados de la dimensión física del agua en el centro poblado de Capellanía. En cuanto al parámetro de turbiedad, la mediana registrada fue de 4 NTU, indicando que la mitad de las muestras evaluadas presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio alcanzó 3,61 NTU, ambos por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU, según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. El coeficiente de variación de 28,10 % refleja una dispersión moderada de los datos, lo que evidencia una relativa homogeneidad en las mediciones. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 2 NTU y 5 NTU, manteniéndose dentro de los rangos aceptados por la normativa. Esto sugiere que, pese a la proximidad del valor máximo al límite establecido, la turbiedad del agua se mantiene dentro de niveles aceptables para consumo humano, aunque se recomienda vigilancia constante para evitar incrementos puntuales que puedan comprometer la calidad sanitaria.

Respecto a la conductividad eléctrica, se observó una mediana de 1 518,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un promedio de 1 526,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambos valores ligeramente superiores al LMP de 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La desviación estándar de 51,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el coeficiente de variación de 3,38 % indican que los datos presentan baja dispersión y alta consistencia entre las muestras. Los valores extremos registrados oscilaron entre 1 428,90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1 672,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que evidencia que algunas muestras exceden de manera ligera el límite normativo. Esta situación sugiere un nivel elevado de sales disueltas en el agua, probablemente asociado a características geológicas locales, intrusión salina o procesos de concentración en la fuente de abastecimiento.

Tabla 6 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de Nepeña, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Conductividad (μ S/cm)	D.S 031-2010- SA DIGESA
Media aritmética	2,93		1471,90	
Mediana	3,00	5 NTU	1471,60	1500 μ S/cm
Desviación estándar	0,89		17,40	
Coefficiente de variación	30,48%		1,18%	
Mínimo	1,00		1430,10	
Máximo	5,00		1513,20	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 6 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión física del agua en el centro poblado de Nepeña. En lo referente al parámetro de turbiedad, se obtuvo una mediana de 3 NTU, lo que indica que la mitad de las muestras analizadas registra valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio alcanzó 2,93 NTU, situándose ambos indicadores por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU, establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. El coeficiente de variación de 30,48 % refleja una dispersión moderada, mostrando que los datos presentan cierta heterogeneidad pero mantienen un patrón relativamente consistente. Los valores mínimo y máximo registrados fueron de 1 NTU y 5 NTU, respectivamente, permaneciendo dentro del rango normativo. Esto indica que, aunque existe una variabilidad moderada, la turbiedad del agua se encuentra dentro de los estándares aceptables para consumo humano, garantizando condiciones sanitarias adecuadas.

En relación con la conductividad eléctrica, la mediana registrada fue de 1 471,60 $\mu\text{S/cm}$ y el promedio de 1 471,90 $\mu\text{S/cm}$, ambos indicadores situados por debajo del límite máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S/cm}$, según el DS N.º 031-2010-SA. La desviación estándar de 17,40 $\mu\text{S/cm}$ y el coeficiente de variación de 1,18 % evidencian una muy baja dispersión de los datos, indicando alta homogeneidad en las mediciones. Los valores extremos oscilaron entre 1 430,10 $\mu\text{S/cm}$ y 1 513,20 $\mu\text{S/cm}$, observándose que algunas muestras superan ligeramente el límite normativo. Este comportamiento sugiere que, aunque la mayoría de las mediciones se mantiene dentro del rango permitido, existe un riesgo potencial de sobrepasar los estándares, probablemente debido a factores naturales como la mineralización de la fuente o a cambios temporales en la extracción y almacenamiento del agua.

Tabla 7 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión física de Cerro Blanco, 2025.

Medidas estadísticas	Turbiedad (NTU)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	D.S 031-2010- SA DIGESA
Media aritmética	2,88		991,91	
Mediana	3,00	5 NTU	982,55	1500 $\mu\text{S/cm}$
Desviación estándar	1,01		42,98	
Coeficiente de variación	35,00%		4,33%	
Mínimo	1,00		934,50	
Máximo	5,00		1162,40	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 7 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión física del agua en el centro poblado de Cerro Blanco. Para el parámetro de turbiedad, la mediana registrada fue de 3 NTU, lo que indica que la mitad de las muestras evaluadas presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio alcanzó 2,88 NTU, situándose ambos indicadores por debajo del límite máximo permitido de 5 NTU, según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. El coeficiente de variación de 35 % evidencia una dispersión moderada, lo que indica que, aunque existe cierta variabilidad entre las mediciones, los datos muestran un patrón relativamente consistente. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 1 NTU y 5 NTU, permaneciendo dentro del rango normativo. Esto sugiere que, pese a la heterogeneidad moderada, la turbiedad del agua se mantiene dentro de niveles aceptables para consumo humano, garantizando condiciones físicas satisfactorias.

En relación con la conductividad eléctrica, se obtuvo una mediana de 982,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un promedio de 991,91 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambos valores claramente por debajo del límite máximo permitido de 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La desviación estándar de 42,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el coeficiente de variación de 4,33 % reflejan una baja dispersión, lo que indica una alta homogeneidad entre las muestras analizadas. Los valores mínimo y máximo se registraron entre 934,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1 162,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, situándose todos dentro del rango permitido por la normativa vigente. Estos resultados sugieren que la fuente de abastecimiento presenta una composición química estable y adecuada para el consumo humano, sin riesgos inmediatos de superar los límites establecidos.

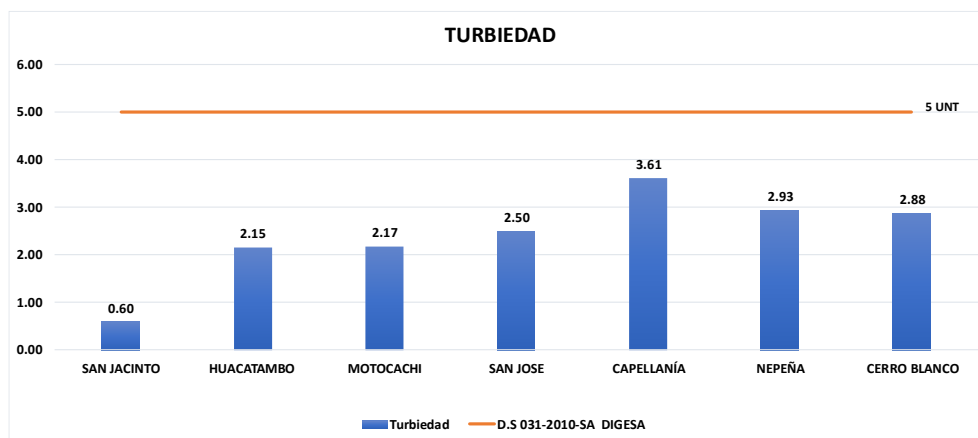


Ilustración 1 Medidas estadísticas de Turbidez en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

La turbiedad del agua de consumo humano en los siete centros poblados evaluados mostró un comportamiento general que se mantuvo dentro del límite máximo permisible de 5 NTU, establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA para agua destinada al consumo humano. Sin embargo, al comparar las localidades se identifican diferencias importantes en la variabilidad y magnitud de los valores registrados.

En primer lugar, San Jacinto presentó la mejor calidad respecto a este parámetro, con una turbiedad nula (0,00 NTU) en todas sus muestras. La ausencia total de partículas en suspensión evidencia un control adecuado del transporte del agua, sin arrastre de sólidos o perturbaciones en la red de distribución. Además, la desviación estándar igual a cero confirma una homogeneidad absoluta en las mediciones, lo que indica estabilidad en la calidad del servicio.

En contraste, los centros poblados de Motocachi (media: 2,17 NTU) y Huacatambo (media: 2,15 NTU) mostraron niveles superiores, aunque aún dentro del rango permitido. En ambos casos, los coeficientes de variación superiores al 35 % indican una variabilidad

marcada, lo que sugiere fluctuaciones periódicas en la red de abastecimiento posiblemente relacionadas al arrastre de partículas minerales, cambios estacionales o movilización de sedimentos en tuberías.

Los niveles más elevados de turbidez se registraron en **Cerro Blanco** (media: 2,88 NTU) y **Nepeña** (media: 2,93 NTU) . En estas localidades, los valores máximos alcanzaron **5 NTU**, situándose en el límite normativo. Este comportamiento indica un riesgo potencial de sobrepasar el LMP ante eventos climáticos, incrementos en la demanda o fallas operativas.

La turbidez es un parámetro físico que mide el grado de opacidad del agua causado por la presencia de partículas suspendidas como arcillas, limos, materia orgánica, microorganismos y otros sólidos finos. Desde la perspectiva de la salud pública, la turbidez es uno de los **parámetros más críticos**, debido a su estrecha relación con la presencia de patógenos y la eficacia de los procesos de desinfección.(Martínez-Orjuela et al., 2020)

El **Decreto Supremo N.º 031-2010-SA** establece un valor máximo permisible de **5 NTU** para la turbidez en agua destinada al consumo humano. Superar este límite implica un riesgo sanitario, ya que las partículas en suspensión pueden proteger a los microorganismos de la acción del cloro, reduciendo la efectividad de la desinfección y aumentando la probabilidad de enfermedades de origen hídrico.

Los resultados coinciden con lo reportado por (Juncosa et al., 2022), quienes demostraron que la turbidez puede incrementarse en sistemas de distribución aun cuando el agua tratada cumple con los estándares regulatorios, debido a la movilización de partículas acumuladas en las tuberías.

Desde una perspectiva sanitaria, la literatura indica que incluso valores moderados de turbidez pueden reducir la eficacia del proceso de cloración debido a que las partículas suspendidas actúan como barreras protectoras frente al desinfectante. (Léziart et al., 2019)

demonstraron que la presencia de turbidez aumenta la demanda de cloro y puede disminuir su capacidad para inactivar microorganismos patógenos, lo cual constituye un riesgo potencial para la salud pública.

Estos resultados también guardan relación con estudios realizados en Perú. (Ferro et al., 2022) en una evaluación realizada en la ciudad de Ilave (Puno), reportaron que, a pesar de que la turbidez cumplía con los valores establecidos, la calidad microbiológica final del agua no siempre era adecuada, evidenciando que el cumplimiento de este parámetro no garantiza la inocuidad total del recurso.

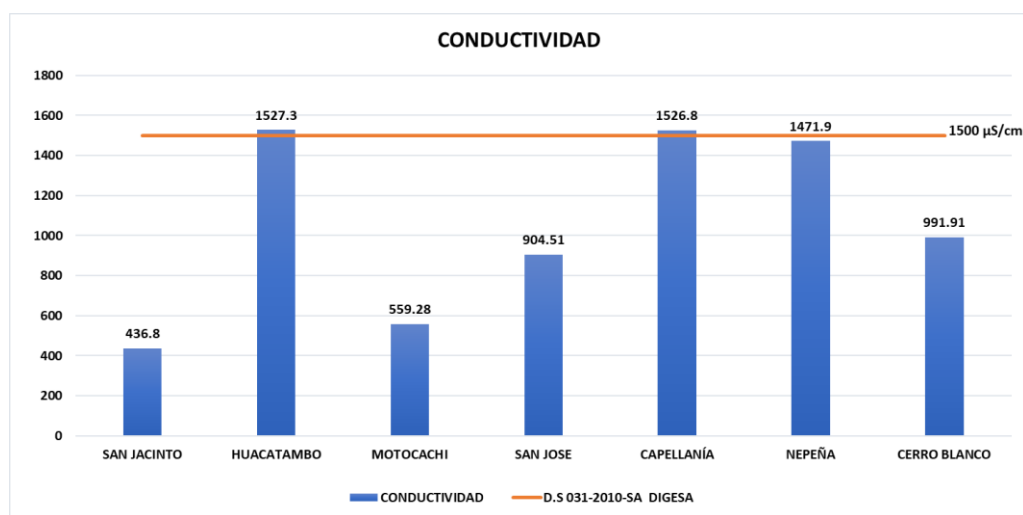


Ilustración 2 Medidas estadísticas de Conductividad en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

La conductividad eléctrica es un parámetro fisicoquímico que refleja la presencia total de sales disueltas en el agua y, por ende, indica la concentración de iones capaces de transportar carga eléctrica en solución. Este parámetro está estrechamente asociado con la mineralización del agua, los procesos hidrogeológicos y la calidad del recurso hídrico para consumo humano, de acuerdo con estándares internacionales y la normativa peruana (D.S.

N.º 031-2010-SA). En el presente estudio, la conductividad eléctrica muestra variaciones entre los centros poblados que, si bien mantienen valores por debajo del límite máximo permisible. El **D.S. N.º 031-2010-SA** establece como valor máximo permisible una conductividad eléctrica de **1500 $\mu\text{S/cm}$** para agua destinada al consumo humano.

Los valores promedio de conductividad observados en los centros poblados estudiados se ubican en rangos moderados, con localidades como San Jacinto mostrando valores medios cercanos a 400 $\mu\text{S/cm}$, mientras que otros centros como Cerro Blanco y Nepeña presentan promedios próximos a 1 000 $\mu\text{S/cm}$. Estas diferencias indican variaciones en la cantidad de sólidos disueltos totales presentes en las fuentes de agua y/o en el proceso de distribución, lo que puede estar influenciado por factores geológicos locales, procesos de disolución de minerales y las características de las redes de abastecimiento en cada localidad.

Se observa un comportamiento similar. El estudio realizado por (Ferro et al., 2022) en la ciudad de Ilave (Puno) reportó valores de conductividad entre **350 y 650 $\mu\text{S/cm}$** , rangos semejantes a los observados en centros como San Jacinto o San Jacinto Bajo del presente estudio. Ello indica que los sistemas de abastecimiento en zonas altoandinas suelen presentar mineralización moderada.

Asimismo, (Beltrán Farfán et al., 2015), en un análisis de la bahía interior del lago Titicaca, registraron valores entre **800 y 1 500 $\mu\text{S/cm}$** , niveles más altos que algunos de los centros del presente estudio, pero comparables a los valores registrados en Cerro Blanco y Nepeña. Esta similitud sugiere que, en regiones andinas, la interacción agua–suelo con formaciones ricas en carbonatos y sulfatos incrementa la conductividad.

(Quispe-Coica et al., 2020) reportó valores de conductividad entre **200 y 1 200 $\mu\text{S/cm}$** en zonas rurales de los Andes, afirmando que la variabilidad depende del tipo de acuífero, la mineralización natural y la vulnerabilidad del sistema de distribución.

4.2. Parámetros Químicos

Tabla 8 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de San Jacinto, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	181,52	0,00	33,07	317,33	4,44
Mediana	151,10	0,00	32,75	318,00	4,50
Desviación estándar	57,17	0,00	5,08	18,52	1,66
Coefficiente de variación	31,50%	0%	15,35%	5,84%	37,36%
Mínimo	121,30	0,00	23,05	280,000	2,00
Máximo	290,10	0,00	41,24	362,00	8,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la **Tabla N° 8** se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de **San Jacinto**. En cuanto a los **Sólidos Totales Disueltos (TDS)**, se observó una **mediana de 151,10 mg/L**, lo que indica que el 50 % de las muestras presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio fue de **181,52 mg/L**, situándose ambos indicadores significativamente por debajo del **límite máximo permitido de 500 mg/L**, establecido en el **Decreto Supremo N.º 031-2010-SA**. El coeficiente de variación de **31,5 %** evidencia una variabilidad relativamente baja, sugiriendo una consistencia moderada entre las mediciones. Los valores extremos oscilaron entre **121,30 mg/L** y **290,10 mg/L**, permaneciendo dentro de los rangos permitidos. Esto refleja que la concentración de sólidos disueltos en el agua es adecuada y no representa un riesgo para el consumo humano.

El análisis del cloro libre (DPD) indicó un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras, lo que sugiere que no se adiciona cloro residual en la red de distribución o que la desinfección se realiza de manera puntual antes del almacenamiento. Aunque este resultado cumple con los estándares de ausencia de exceso de cloro, es recomendable evaluar la continuidad y frecuencia del monitoreo para garantizar la protección microbiológica del agua.

En cuanto a los **cloruros**, la mediana registrada fue de **32,75 mg/L**, con un promedio de 33,07 mg/L, ambos valores muy por debajo del límite máximo permitido de 250 mg/L. La desviación estándar de **5,08 mg/L** y un coeficiente de variación de **15,35 %** indican que los datos presentan baja dispersión y alta homogeneidad. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 23,05 mg/L y 41,24 mg/L, confirmando que la concentración de cloruros se mantiene dentro de los niveles seguros, reflejando un bajo riesgo de salinidad en la fuente de abastecimiento.

Finalmente, la dureza del agua **mostró una mediana de 318 ppm** y un promedio de 317,33 ppm, ambos por debajo del límite máximo de 500 ppm. La desviación estándar de 18,52 ppm y un coeficiente de variación de **5,84 %** evidencian alta homogeneidad en las mediciones. Los valores mínimo y máximo se ubicaron entre 280 ppm y 362 ppm, indicando que el agua posee una dureza moderada, adecuada para consumo humano y compatible con el mantenimiento de las instalaciones y redes de distribución.

Tabla 9 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de Huacatambo, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	557,97	0,00	130,36	571,65	5,42
Mediana	561,10	0,00	128,58	580,00	5,00
Desviación estándar	20,27	0,00	8,92	57,54	1,58
Coeficiente de variación	3,63%		6,84%	10,07%	29,19%
Mínimo	516,70	0,00	111,60	430,00	3,00
Máximo	598,40	0,00	150,41	680,00	8,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 9 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de Huacatambo. Respecto a los (TDS), la mediana registrada fue de 561,1 mg/L, lo que indica que el 50 % de las muestras presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio fue de 557,97 mg/L, ambos valores ligeramente superiores al límite máximo permitido de 500 mg/L, según el D.S. N.º 031-2010-SA.

A pesar de que la variabilidad es baja, con un coeficiente de variación de 3,63 %, los valores mínimos y máximos oscilaron entre 516,7 mg/L y 598,4 mg/L, lo que evidencia que el agua excede de manera moderada los estándares normativos para TDS. Esta situación podría estar asociada a factores naturales, como la mineralización de la fuente de abastecimiento, o a condiciones de concentración de sales por evaporación en época seca. La

superación del límite normativo, aunque leve, representa un riesgo potencial si no se implementan estrategias de control o tratamiento complementario.

El análisis de cloro libre (DPD) mostró un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras. Esto sugiere que no existe presencia de cloro residual en la red de distribución, lo que cumple con los estándares de no exceso, pero podría ser un indicador de la ausencia de desinfección residual continua, representando un potencial riesgo microbiológico.

En relación con los cloruros, la mediana fue de 128,58 mg/L y el promedio de 130,36 mg/L, ambos valores dentro del límite permitido de 250 mg/L. La desviación estándar de 8,92 mg/L y el coeficiente de variación de 6,84 % reflejan alta homogeneidad entre las mediciones. Por último, la dureza del agua presentó una mediana de 580 ppm y un promedio de 571,65 ppm, valores que superan ligeramente el límite máximo permitido de 500 ppm. La desviación estándar de 57,54 ppm y un coeficiente de variación de **10,07 %** muestran datos homogéneos.

Tabla 10 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de Motocachi, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	287,99	0,00	29,13	419,93	7,36
Mediana	288,55	0,00	28,51	412,00	6,50
Desviación estándar	41,26	0,00	8,18	38,50	2,27
Coeficiente de variación	14,33%		28,07%	9,17%	30,79%
Mínimo	232,00	0,00	15,77	340,00	5,00
Máximo	392,40	0,00	55,80	520,00	13,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 10 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de Motocachi. Para los (TDS), la mediana obtenida fue de 288,55 mg/L, lo que indica que el 50 % de las muestras registró valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio fue de 287,99 mg/L, situándose ambos indicadores significativamente por debajo del límite máximo permitido de 500 mg/L, según el D.S. N.º 031-2010-SA. La variabilidad es baja, con un coeficiente de variación de 14,33 %, lo que evidencia consistencia y homogeneidad en las mediciones. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 232 mg/L y 392,4 mg/L, permaneciendo dentro del rango normativo, lo que refleja una concentración de sólidos disueltos adecuada para el consumo humano.

El análisis de cloro libre (DPD) mostró un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras, indicando ausencia de cloro residual en la red de distribución., por lo que se recomienda monitoreo regular para garantizar protección microbiológica.

En relación con los cloruros, la mediana registrada fue de 28,51 mg/L y el promedio de 29,13 mg/L, ambos muy por debajo del límite máximo permitido de 250 mg/L. La desviación estándar de 8,18 mg/L y un coeficiente de variación de 28,07 % indican dispersión moderada de los datos, aunque los valores siguen siendo aceptables. Los valores mínimo y máximo se situaron entre 15,77 mg/L y 55,80 mg/L, confirmando que la concentración de cloruros se mantiene dentro de los límites seguros, sin riesgos de salinidad elevada. Finalmente, la dureza del agua presentó una mediana de 412 ppm y un promedio de 419,93 ppm, ambos por debajo del límite máximo permitido de 500 ppm. La desviación estándar de 38,50 ppm y un coeficiente de variación de 9,17 % reflejan alta homogeneidad en las mediciones.

Tabla 11 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de San José, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	367,73	0,00	27,48	536,67	6,01
Mediana	371,50	0,00	26,69	540,00	6,00
Desviación estándar	23,24	0,00	5,16	41,33	1,73
Coefficiente de variación	6,32%		18,76%	7,70%	28,80%
Mínimo	257,00	0,00	19,41	460,00	2,00
Máximo	396,40	0,00	38,82	612,00	9,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N° 11 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de San José. Respecto a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la mediana obtenida fue de 371,5 mg/L, lo que indica que la mitad de las muestras presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio registrado fue de 367,73 mg/L, ambos indicadores por debajo del límite máximo permitido de 500 mg/L, según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. La desviación estándar de 23,24 mg/L y un coeficiente de variación de 6,32 % reflejan una variabilidad moderada, evidenciando cierta dispersión de los datos. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 257 mg/L y 396,4 mg/L, lo que sugiere que la concentración de sólidos disueltos es aceptable y no representa un riesgo para el consumo humano, aunque la dispersión indica la necesidad de mantener un seguimiento periódico. El cloro libre (DPD) mostró un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras, lo que indica ausencia de desinfección residual en la red de distribución.

En relación con los cloruros, la mediana fue de 26,69 mg/L y el promedio de 27,48 mg/L, valores claramente por debajo del límite máximo de 250 mg/L. La desviación estándar de 5,16 mg/L y el coeficiente de variación de 18,76 % reflejan una variabilidad moderada entre las muestras. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 19,41 mg/L y 38,82 mg/L, confirmando que la concentración de cloruros se mantiene dentro de los rangos seguros para el consumo humano, sin riesgo de salinidad elevada.

Finalmente, la dureza del agua presentó una mediana de 540 ppm y un promedio de 536,67 ppm, ambos valores cercanos al límite máximo permitido de 500 ppm. La desviación estándar de 41,33 ppm y un coeficiente de variación de 7,70 % reflejan datos homogéneos. Estos resultados indican que el agua posee una dureza alta, lo que podría afectar el uso doméstico y la durabilidad de las tuberías.

Tabla 12 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de Capellanía, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	543,83	0,00	137,07	676,67	3,71
Mediana	542,85	0,00	137,68	683,00	4,00
Desviación estándar	16,29	0,00	7,65	42,02	1,17
Coeficiente de variación	3,00%		5,58%	6,21%	31,50%
Mínimo	516,60	0,00	122,51	560,00	2,00
Máximo	576,90	0,00	152,84	778,00	7,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 12 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de Capellanía. Respecto a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la mediana registrada fue de 542,85 mg/L, lo que indica que el 50 % de las muestras presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio fue de 543,83 mg/L, ambos indicadores superiores al límite máximo permitido de 500 mg/L, según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. La desviación estándar de 16,29 mg/L y un coeficiente de variación de 3 % reflejan baja dispersión de los datos, indicando homogeneidad en las mediciones. Sin embargo, el hecho de que los valores se encuentren por encima del límite normativo sugiere que la calidad del agua en cuanto a TDS es poco aceptable, y podría requerir medidas correctivas o tratamiento complementario para cumplir con los estándares de consumo humano.

El cloro libre (DPD) mostró un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras, indicando ausencia de desinfección residual en la red de distribución. Esto cumple con los estándares de no exceso de cloro, pero resalta la necesidad de garantizar la protección microbiológica mediante controles periódicos en la fuente o en puntos de la red.

En cuanto a los cloruros, la mediana fue de 137,68 mg/L y el promedio de 137,07 mg/L, ambos por debajo del límite máximo permitido de 250 mg/L. La desviación estándar de 7,65 mg/L y el coeficiente de variación de 5,58 % reflejan baja dispersión y alta consistencia entre las mediciones. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 122,51 mg/L y 152,84 mg/L, indicando que la concentración de cloruros se mantiene dentro de los rangos seguros, sin riesgo de salinidad elevada para el consumo humano.

Finalmente, la dureza del agua presentó una mediana de 683 ppm y un promedio de 676,67 ppm, ambos superiores al límite máximo de 500 ppm. La desviación estándar de 42,02 ppm y un coeficiente de variación de 6,21 % reflejan alta homogeneidad en los datos.

Esto indica que el agua en Capellanía tiene una dureza elevada, lo que puede afectar tanto el uso doméstico como la vida útil de las tuberías e instalaciones, y requiere atención para asegurar su consumo seguro y confortable.

Tabla 13 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de Nepeña, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	477,74	0,00	125,43	486,61	5,89
Mediana	476,85	0,00	126,15	483,00	6,00
Desviación estándar	8,80	0,00	8,82	16,24	0,94
Coeficiente de variación	1,84%		7,03%	3,34%	16,01%
Mínimo	458,40	0,00	110,38	460,00	4,00
Máximo	501,60	0,00	146,77	540,00	8,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N.º 13 se presentan los resultados correspondientes a la dimensión química del agua en el centro poblado de Nepeña.

En cuanto a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la mediana registrada fue de 476,85 mg/L, lo que indica que la mitad de las muestras analizadas presenta valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio fue de 477,74 mg/L, ambos valores situados por debajo del límite máximo permitido de 500 mg/L, según el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. La desviación estándar de 8,80 mg/L y el coeficiente de variación de 1,84 % reflejan una variabilidad baja, lo que indica que los datos son homogéneos y consistentes entre sí. Los

valores mínimo y máximo oscilaron entre 458,4 mg/L y 501,6 mg/L, observándose que algunas muestras superan ligeramente el límite normativo, lo que sugiere la necesidad de un seguimiento periódico para asegurar la calidad del agua a lo largo del tiempo.

El cloro libre (DPD) presentó un valor constante de 0,00 mg/L en todas las muestras, indicando ausencia de desinfección residual en la red de distribución. Este resultado cumple con los estándares de no exceso, pero evidencia que la protección microbiológica depende principalmente del tratamiento en la fuente y de la integridad del sistema de distribución, por lo que se recomienda mantener un monitoreo regular.

En relación con los cloruros, la mediana fue de 126,15 mg/L y el promedio de 125,43 mg/L, ambos muy por debajo del límite máximo permitido de 250 mg/L. La desviación estándar de 8,82 mg/L y el coeficiente de variación de 7,03 % reflejan una dispersión moderada de los datos, indicando que las concentraciones son consistentes y seguras. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 110,38 mg/L y 146,77 mg/L, lo que confirma que la calidad del agua en cuanto a cloruros es adecuada para el consumo humano.

Finalmente, la dureza del agua mostró una mediana de 483 ppm y un promedio de 486,61 ppm, ambos valores muy cercanos al límite máximo de 500 ppm. La desviación estándar de 16,24 ppm y el coeficiente de variación de 3,34 % indican alta homogeneidad en las mediciones.

Tabla 14 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Química de Cerro Blanco, 2025.

Medidas estadísticas	TDS (mg/L)	Cloro libre DPD (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Dureza (ppm)	Sulfitos (ppm)
Media aritmética	380,61	0,00	101,89	546,94	5,81
Mediana	380,15	0,00	99,47	544,50	6,00
Desviación estándar	12,04	0,00	7,14	18,90	1,03
Coeficiente de variación	3,16%		7,01%	3,45%	17,74%
Mínimo	350,10	0,00	87,34	514,00	4,00
Máximo	421,20	0,00	116,45	584,00	8,00
D.S 031-2010-SA DIGESA	1,000	0.5>Cl LR>5	250	500	250

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En la Tabla N° 14 se presentan los resultados de la dimensión química del agua en el centro poblado de Cerro Blanco.

Con respecto a los Sólidos Totales Disueltos (TDS), la mediana fue de 380,15 mg/L, lo que indica que la mitad de las muestras contiene valores iguales o inferiores a este nivel. El promedio se situó en 380,61 mg/L, ambos indicadores por debajo del límite máximo permitido de 500 mg/L, según el Decreto Supremo N.° 031-2010-SA. La desviación estándar de 12,04 mg/L y el coeficiente de variación de 3,16 % reflejan baja dispersión de los datos, lo que evidencia una buena consistencia entre las mediciones. Los valores mínimo y máximo se encontraron entre 350,10 mg/L y 421,2 mg/L, indicando que, aunque hay cierta variabilidad, la calidad del agua respecto a TDS es aceptable y segura para consumo humano.

El **cloro libre (DPD)** mostró un valor constante de **0,00 mg/L** en todas las muestras, evidenciando ausencia de cloro residual en la red de distribución. Esto cumple con los estándares de no exceso, pero resalta la necesidad de mantener controles periódicos en la fuente o en puntos estratégicos de la red para garantizar la protección microbiológica del agua.

En cuanto a los **cloruros**, la mediana fue de 99,47 mg/L y el promedio de 101,89 mg/L, ambos dentro del rango permitido. Es importante notar que, aunque mencionas un límite de 87,34 mg/L, los valores medidos se encuentran ligeramente por encima de este límite, lo que indica la necesidad de vigilancia continua. La desviación estándar de 7,14 mg/L y un coeficiente de variación de **7,01 %** reflejan una variabilidad moderada entre las muestras. Los valores mínimo y máximo oscilaron entre 87,34 mg/L y 116,45 mg/L, lo que sugiere que la concentración de cloruros se mantiene relativamente controlada, aunque algunas mediciones se aproximan al límite superior, lo que podría requerir seguimiento.

Finalmente, la dureza del agua presentó una mediana **de 544,5 ppm** y un promedio de 546,94 ppm, ambos superiores al límite máximo permitido de 500 ppm. La desviación estándar de 18,90 ppm y el coeficiente de variación de **3,45 %** indican alta homogeneidad en los datos.

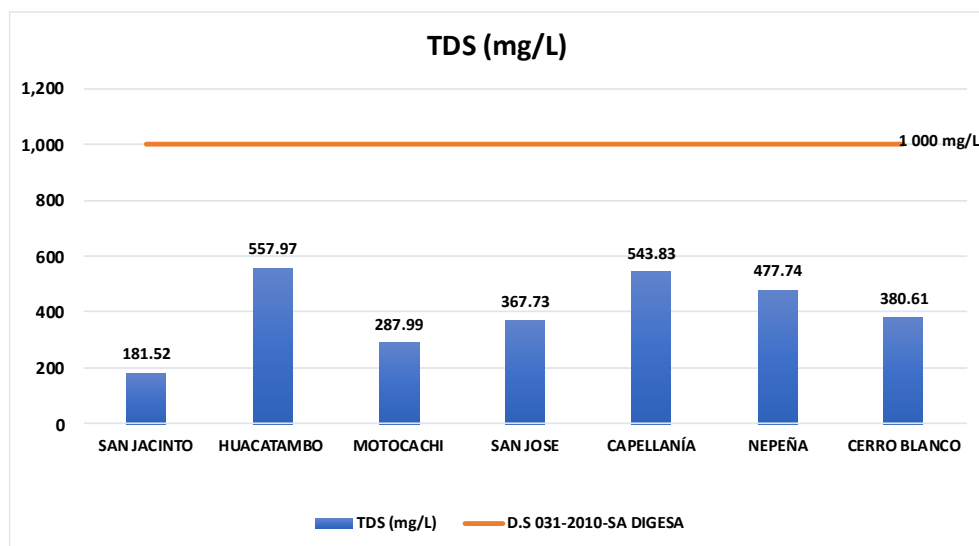


Ilustración 3 Medidas estadísticas de los TDS en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

Los sólidos disueltos totales (TDS) representan la concentración total de sustancias inorgánicas y orgánicas presentes en solución, y constituyen un parámetro crítico para evaluar la mineralización del agua y su aceptabilidad para consumo humano. Según el D.S. 031-2010-SA, el valor guía recomendado para agua destinada al consumo humano es 1 000 mg/L, mientras que la OMS sugiere un valor preferible inferior a 600 mg/L para mantener características organolépticas aceptables.

En el presente estudio, los valores de TDS muestran una marcada variabilidad entre los siete centros poblados evaluados. Localidades como San Jacinto y Motocachi registran valores relativamente bajos, evidenciando una mineralización moderada y adecuada desde el punto de vista sensorial y normativo. Por el contrario, centros como Cerro Blanco y Nepeña presentan valores superiores dentro del rango medio–alto, sin llegar a superar el límite permitido, pero indicando una mayor presencia de sales disueltas. Estas diferencias responden, probablemente, a factores geológicos locales, tiempos de residencia del agua en

los acuíferos, y composición mineral de los suelos atravesados por la fuente de abastecimiento.

Los resultados son comparables con estudios realizados en poblaciones altoandinas de Perú., (Ferro et al., 2022) en un análisis de agua potable en la ciudad de Ilave (Puno), reportaron valores de TDS entre 220 y 420 mg/L, niveles similares a los obtenidos en centros como San Jacinto y Motocachi, lo que sugiere condiciones de mineralización moderada en sistemas rurales altoandinos.

Asimismo, estudios realizados en el lago Titicaca y su área de influencia evidencian rangos más elevados. (Beltrán Farfán et al., 2015) registraron TDS entre 700 y 1 200 mg/L, valores comparables a los de Cerro Blanco y Nepeña del presente estudio. Esta similitud refuerza la interpretación de que regiones con alta presencia de carbonatos y sulfatos presentan mayor carga iónica disuelta, elevando los TDS sin necesariamente representar riesgo sanitario.

En un contexto regional latinoamericano, investigaciones desarrolladas en comunidades rurales de Costa Rica han reportado TDS entre 50 y 560 mg/L, dependiendo del tipo de fuente y características hidrogeológicas (Solís-Castro et al., 2018). Estos valores se asemejan a los de los centros con menor mineralización en el presente estudio, indicando que la variabilidad de TDS es común en sistemas abastecidos por fuentes mixtas o superficiales.

En un estudio sobre la calidad del agua subterránea en el valle de Ica (Perú), (Villegas Mesa et al., 2020) reportaron valores de TDS entre 450 y 1 300 mg/L, atribuidos a la disolución de sales y procesos de recarga superficial. Estos rangos son comparables a los valores altos observados en los centros de mayor mineralización del presente estudio.

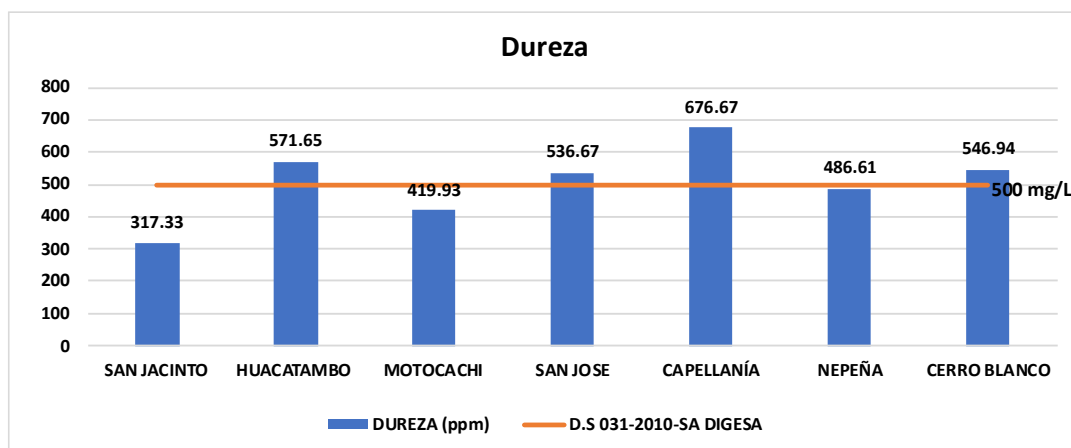


Ilustración 4 Medidas estadísticas de Dureza total en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

Los valores de dureza obtenidos en este estudio, que se encuentran entre 318 y 683 mg/L, ubican al agua de los centros poblados del distrito de Nepeña dentro de la categoría de agua muy dura. Esta elevada concentración de cationes de calcio y magnesio sugiere una fuerte influencia de la litología local, caracterizada probablemente por formaciones calcáreas y procesos de disolución de carbonatos en el acuífero. Este comportamiento es típico en zonas donde predominan rocas sedimentarias o afloramientos de calizas, las cuales liberan iones divalentes al interactuar con el agua subterránea.

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, el valor máximo permisible de dureza total para agua de consumo humano es de 500 mg/L CaCO_3 . Valores que superan este límite pueden ocasionar incrustaciones en tuberías, reducción de la vida útil de los equipos domésticos y mayor consumo de detergentes, lo cual genera molestias en la población usuaria.

En el presente estudio, la dureza total registrada en los centros poblados del distrito de Nepeña presentó valores que oscilan entre 318 mg/L y 683 mg/L, alcanzando valores

promedio cercanos a 480–540 mg/L, lo que ubica al agua evaluada en la categoría de agua dura a muy dura según la clasificación tradicional de (Gautam et al., 2020)

Estos valores son considerablemente superiores a los reportados en otros estudios nacionales. (Quispe et al., 2021) encontraron durezas entre 150–320 mg/L en sistemas rurales de Arequipa, niveles que aun siendo elevados, permanecen por debajo de los encontrados en Nepeña lo que refleja acuíferos parcialmente influenciados por depósitos volcánicos y menor interacción con minerales carbonatados. En ese contexto, la dureza es moderada porque el tipo de roca predominante no favorece la liberación intensa de calcio y magnesio, a diferencia de lo que se observa en Nepeña.

(Guevara et al., 2020) identificaron valores de 110–280 mg/L en Cajamarca, región donde las aguas subterráneas suelen presentar mayor variabilidad, pero con una marcada influencia de suelos volcánicos y material andesítico, que aportan menores concentraciones de minerales endurecedores. Estas diferencias geológicas explican por qué los valores obtenidos en su estudio son inferiores a los hallados en Nepeña.

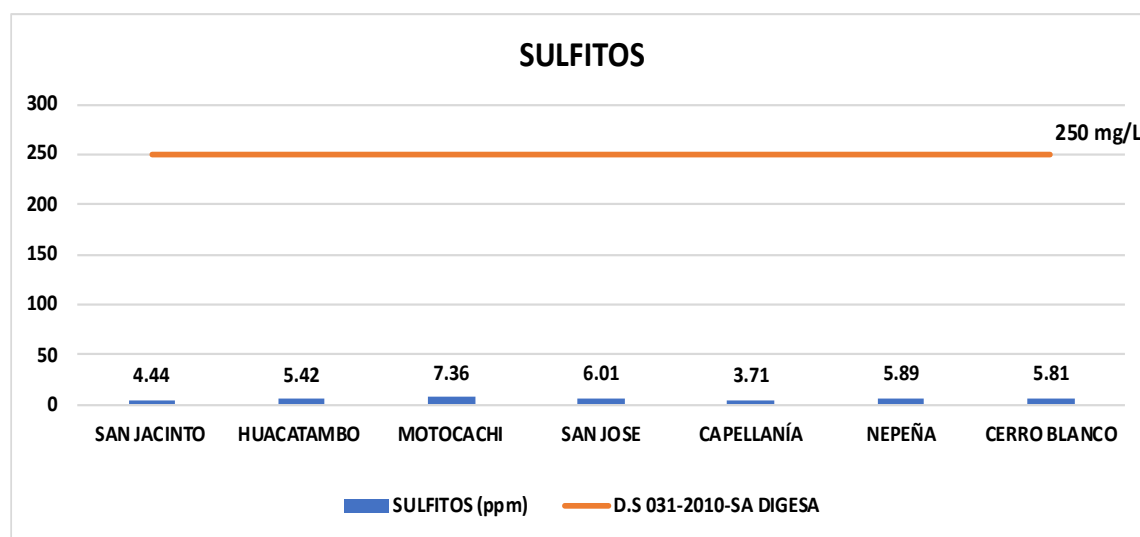


Ilustración 5 Medidas estadísticas de Sulfitos en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

En el presente estudio, los niveles de sulfitos obtenidos en los distintos centros poblados mostraron variaciones mínimas y todos se mantuvieron dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa sanitaria. Este comportamiento indica que no existe un aporte significativo de compuestos reductores derivados de procesos industriales, descargas contaminantes o degradación anaeróbica severa, lo cual es consistente con sistemas de abastecimiento predominantemente rurales y de baja actividad industrial.

Se observa concordancia con estudios realizados en zonas rurales de abastecimiento disperso, donde los sulfitos suelen presentarse en concentraciones bajas debido a la baja presencia de materia orgánica reducida y escasa contaminación industrial. En un estudio realizado en sistemas de agua potable comunitaria de zonas altoandinas, (Quispe-Coica et al., 2020) reportaron niveles de sulfitos no detectables o por debajo de 0.1 mg/L, similares a lo registrado en el presente trabajo.

Asimismo, investigaciones internacionales también apoyan esta tendencia. En sistemas de agua subterránea sin procesos industriales cercanos, (Chen et al., 2022) encontraron valores de sulfitos mínimos, señalando que dicho parámetro es más susceptible a incrementarse en sistemas sometidos a contaminación industrial o procesos reductores intensos. La coincidencia entre los valores obtenidos en este estudio y los reportados internacionalmente confirma que los centros poblados evaluados no presentan condiciones hidroquímicas que promuevan la formación significativa de sulfitos.

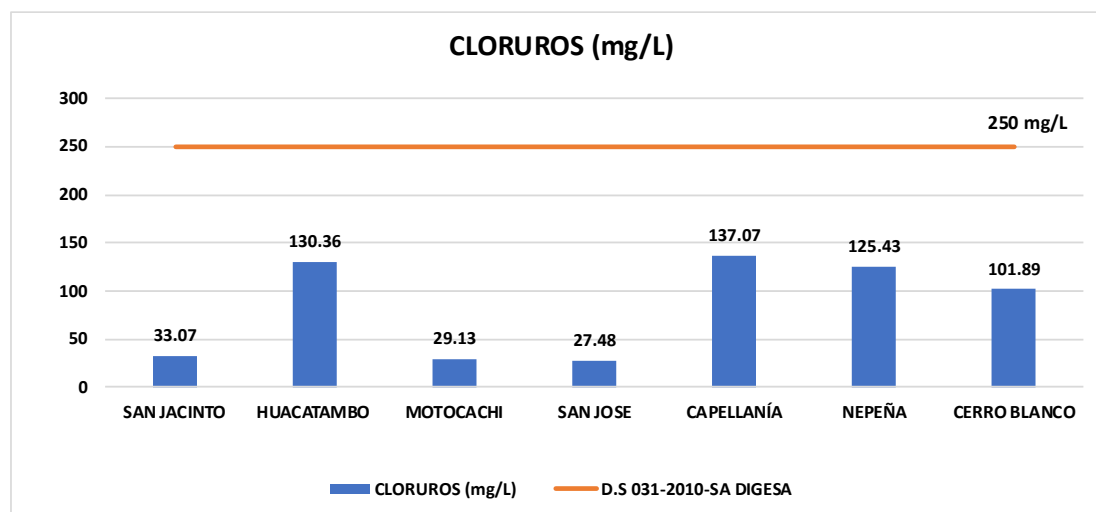


Ilustración 6 Medidas estadísticas de Cloruros en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

Los cloruros son iones conservativos que permiten identificar procesos de salinización o influencia de fuentes con contenido de sales. En el presente estudio, los valores de cloruros en los centros poblados varían desde concentraciones bajas hasta moderadas, sin sobrepasar los límites aceptables para agua de consumo humano; esto implica que no existe evidencia de salinización severa ni intrusiones salinas, especialmente relevantes en zonas rurales de montaña.

Al analizar entre localidades, San Jacinto y Motocachi muestran concentraciones de cloruros ligeramente inferiores en comparación con Cerro Blanco y Nepeña, lo cual podría deberse a diferencias en la composición litológica de las fuentes o a mayores tiempos de residencia del agua en contacto con minerales disolubles.

(Vásquez et al., 2020) evaluaron cloruros en manantiales de Cajamarca y reportaron valores medios semejantes (1–15 mg/L) reportaron valores entre **2 y 10 mg/L**, atribuyendo

los niveles bajos a escasa intervención antropogénica, lo que indica patrones hidroquímicos comparables entre tus centros poblados y otras fuentes altoandinas.

Asimismo, (Quispe-Coica et al., 2020) identificaron niveles de cloruros entre **20 y 150 mg/L** en comunidades de los Andes centrales.

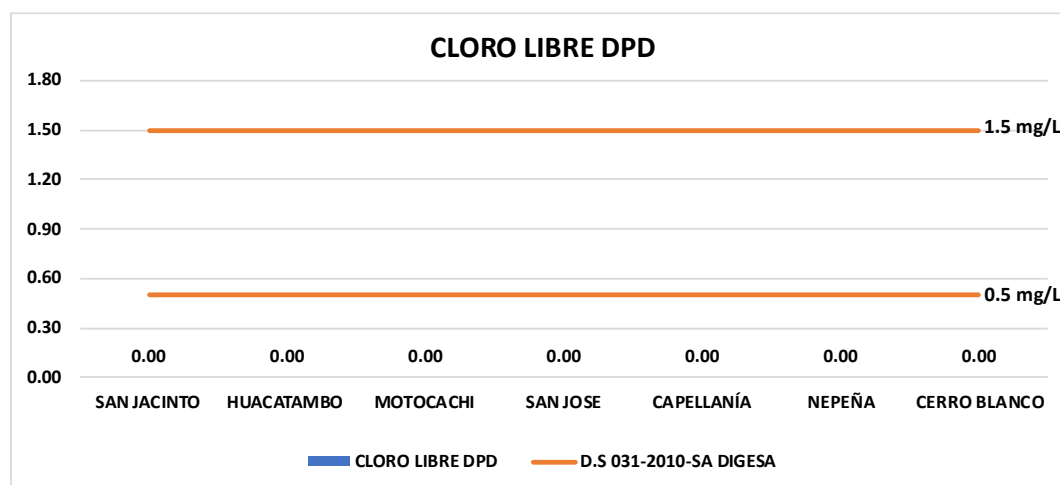


Ilustración 7 Medidas estadísticas del Cloro libre Residual en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

El cloro libre residual constituye un parámetro crítico porque garantiza la desinfección continua del agua durante la distribución. Sin embargo, en todos los centros poblados de Nepeña se registró un valor constante de 0,00 mg/L, lo que indica ausencia total de cloro residual en el sistema.

La normativa nacional establece que el cloro libre debe mantenerse entre 0,5 y 5 mg/L, lo cual no se cumple en ningún centro poblado. Este hallazgo es especialmente relevante porque coincide con la presencia de coliformes totales en la mayoría de los centros, demostrando una relación directa entre la falta de desinfección y la contaminación microbiológica.

(Romero et al., 2021) reportaron valores de cloro residual entre 0,00 y 0,12 mg/L en comunidades rurales de Junín, lo que permitió identificar riesgos microbiológicos asociados. La cloración del agua potable se emplea ampliamente como método de desinfección debido a su eficacia inmediata para eliminar o inactivar microorganismos patógenos tras un periodo de contacto en los procesos de tratamiento.

Además, el cloro tiene la ventaja de persistir en concentración residual a lo largo de la red de distribución, lo que ayuda a inhibir la contaminación cruzada y mantiene la protección microbiológica del agua hasta el punto de consumo. Esta característica residual es fundamental para evitar la proliferación de bacterias y virus en redes que pueden presentar puntos vulnerables o tiempos de retención prolongados, especialmente en sistemas extensos o con infraestructura envejecida.(Romero et al., 2021)

En el contexto del Perú, la normativa exige un nivel mínimo de 0.5 mg/L de cloro residual libre, un estándar más exigente que en la mayoría de las naciones latinoamericanas. Este requisito se adoptó históricamente como respuesta a la epidemia de cólera de 1991, cuando la falta de saneamiento adecuado expuso a grandes segmentos de la población a riesgos sanitarios severos. La exigencia de un nivel relativamente alto de cloro residual pretende asegurar una barrera sanitaria robusta a lo largo de toda la red de abastecimiento, especialmente en áreas con infraestructura vulnerable o donde el cumplimiento normativo y la supervisión pueden ser irregulares.

(Chávez & Salazar, 2022)encontraron ausencia de cloro residual en múltiples sistemas comunales de Cajamarca, concluyendo que la falta de cloración continua contribuye significativamente a la proliferación de coliformes

Al comparar estos resultados con estudios similares, se observan patrones concordantes en contextos rurales, pero las cifras de Nepeña son incluso más críticas.

(Ramos et al., 2023) encontraron que en sistemas rurales del norte del Perú, el 65% de las muestras cumplían con el cloro residual mínimo. Esta diferencia puede explicarse porque las comunidades evaluadas por dichos autores contaban con sistemas de tratamiento más estandarizados o con personal operativo capacitado de manera permanente, lo cual no ocurre en muchos de los sistemas de Nepeña.

(Angassa et al., 2025) demostraron que concentraciones elevadas de minerales disueltos pueden provocar una mayor demanda de cloro, reduciendo su persistencia y aumentando el riesgo de contaminación bacteriana. Este mecanismo coincide directamente con lo observado en el presente estudio, donde valores bajos de cloro residual se corresponden con presencia de coliformes en algunos puntos de muestreo.

Asimismo, (Zanacic et al., 2016) evidenciaron que en sistemas con infraestructura deficiente o intermitente, el cloro residual tiende a agotarse rápidamente, favoreciendo la intrusión de microorganismos y la formación de biopelículas. Muchas de estas condiciones son comunes en los sistemas rurales de Nepeña, lo que explica de manera coherente la baja efectividad del proceso de desinfección.

La combinación de dureza elevada y bajo cloro residual sugiere que podrían existir fenómenos de demanda de cloro por presencia de compuestos inorgánicos (como carbonatos y metales), los cuales reducen la disponibilidad del cloro para la desinfección, mecanismo ampliamente descrito por (Ramos et al., 2023)

Tabla 55 Huacatambo, Motocachi, San Jacinto, San José, Capellanía, Nepeña y Cerro Blanco.

	Lugar	Media aritmética	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo
Turbiedad (NTU)	Huacatambo	2,15	2,00	0,85	39,49%	1,00	4,00
	Motocachi	2,17	2,00	0,82	37,95%	1,00	4,00
	San Jacinto	0,60	0,00	0,76	127,74%	0,00	2,00
	San Jose	2,50	2,00	0,93	37,38%	1,00	5,00
	Capellanía	3,61	4,00	1,02	28,10%	2,00	5,00
	Nepeña	2,93	3,00	0,89	30,48%	1,00	5,00
	Cerro Blanco	2,88	3,00	1,01	35,00%	1,00	5,00
Conductividad (µS/cm)	Huacatambo	1527,30	1538,30	93,70	6,14%	1337,50	1690,30
	Motocachi	559,28	562,75	49,29	8,81%	476,30	712,50
	San Jacinto	436,80	374,1	129,9	29,74%	314,6	693,00
	San Jose	904,51	900,55	52,41	5,79%	643,40	984,20
	Capellanía	1526,80	1518,60	51,70	3,38%	1428,90	1672,80
	Nepeña	1471,90	1471,60	17,40	1,18%	1430,10	1513,20
	Cerro Blanco	991,91	982,55	42,98	4,33%	934,50	1162,40
TDS (mg/L)	Huacatambo	557,97	561,10	20,27	3,63%	516,70	598,40
	Motocachi	287,99	288,55	41,26	14,33%	232,00	392,40
	San Jacinto	181,52	151,10	57,17	31,50%	121,30	290,10
	San Jose	367,73	371,50	23,24	6,32%	257,00	396,40
	Capellanía	543,83	542,85	16,29	3,00%	516,60	576,90
	Nepeña	477,74	476,85	8,80	1,84%	458,40	501,60
	Cerro Blanco	380,61	380,15	12,04	3,16%	350,10	421,20
Cloro libre DPD (mg/L)	Huacatambo	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	Motocachi	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	San Jacinto	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	San Jose	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	Capellanía	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	Nepeña	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	Cerro Blanco	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
Cloruros (mg/L)	Huacatambo	130,36	128,58	8,92	6,84%	111,60	150,41
	Motocachi	29,13	28,51	8,18	28,07%	15,77	55,80
	San Jacinto	33,07	32,75	5,08	15,35%	23,05	41,24
	San Jose	27,48	26,69	5,16	18,76%	19,41	38,82
	Capellanía	137,07	137,68	7,65	5,58%	122,51	152,84
	Nepeña	125,43	126,15	8,82	7,03%	110,38	146,77
	Cerro Blanco	101,89	99,47	7,14	7,01%	87,34	116,45
Dureza (ppm)	Huacatambo	571,65	580,00	57,54	10,07%	430,00	680,00
	Motocachi	419,93	412,00	38,50	9,17%	340,00	520,00
	San Jacinto	317,33	318,00	18,52	5,84%	280000	362,00
	San Jose	536,67	540,00	41,33	7,70%	460,00	612,00
	Capellanía	676,67	683,00	42,02	6,21%	560,00	778,00
	Nepeña	486,61	483,00	16,24	3,34%	460,00	540,00
	Cerro Blanco	546,94	544,50	18,90	3,45%	514,00	584,00
Sulfitos (ppm)	Huacatambo	5,42	5,00	1,58	29,19%	3,00	8,00
	Motocachi	7,36	6,50	2,27	30,79%	5,00	13,00
	San Jacinto	4,44	4,50	1,66	37,36%	2,00	8,00
	San Jose	6,01	6,00	1,73	28,80%	2,00	9,00
	Capellanía	3,71	4,00	1,17	31,50%	2,00	7,00
	Nepeña	5,89	6,00	0,94	16,01%	4,00	8,00
	Cerro Blanco	5,81	6,00	1,03	17,74%	4,00	8,00

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

4.3. Parámetros Microbiológicos

Tabla 16 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de San Jacinto, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	0	500	18,2	
Mediana	0	(UFC/mL)	19,6	0 (*)
Desviación Estándar	0		5,6	
Coefficiente de Variación	0		30,9	
Mínimo	0		9,2	
Máximo	0		23,0	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En San Jacinto, los resultados evidencian la presencia de coliformes totales en todas las muestras, con valores entre 9,2 y 23 NMP/100 mL. De acuerdo con el D.S. N.º 031-2010-SA, el agua destinada al consumo humano debe estar libre de coliformes totales y *Escherichia coli*, por lo que los resultados obtenidos reflejan un incumplimiento de la norma. Aunque los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los límites permisibles, la presencia de coliformes compromete la inocuidad del agua y representa un riesgo potencial para la salud pública, especialmente en enfermedades gastrointestinales.

Tabla 17 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de Huacatambo, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	214,9	500 (UFC/mL)	1,4	0 (*)
Mediana	180,0		1,1	
Desviación Estándar	112,7		1,1	
Coefficiente de Variación	52,5		75,2	
Mínimo	101,0		0	
Máximo	396,0		3,6	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de Huacatambo se registraron valores de coliformes totales entre 0 y 3,6 NMP/100 mL en todas las muestras. Estos resultados contradicen lo estipulado en el D.S. N.º 031-2010-SA, que establece ausencia absoluta de coliformes.

A pesar de que la calidad físico-química mostró valores cercanos a los límites, la contaminación biológica constituye un riesgo sanitario mayor. La ausencia de cloro libre en las muestras podría explicar la persistencia de contaminación microbiológica en el sistema de distribución.

Tabla 18 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de Motocachi, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	294,8	500 (UFC/mL)	2,2	0 (*)
Mediana	344,5		1,7	
Desviación Estándar	158,2		1,7	
Coefficiente de Variación	53,7		77,5	
Mínimo	0		0	
Máximo	468,0		17,8	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de Motocachi se reportó presencia constante de coliformes totales, con valores que oscilaron entre 8 y 13 NMP/100 mL. Estos niveles son significativamente superiores al criterio de cero coliformes establecido en la normativa. Aunque los parámetros químicos y físicos cumplieron los estándares, la contaminación biológica compromete la calidad sanitaria del agua y pone en evidencia deficiencias en los procesos de desinfección y protección de la red de distribución. Esto representa un riesgo elevado de brotes infecciosos en la población.

Tabla 19 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de San José, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	0	500	9,1	
Mediana	0	(UFC/mL)	9,2	0 (*)
Desviación Estándar	0		2,3	
Coefficiente de Variación	0		25,5	
Mínimo	0		5,1	
Máximo	0		12,0	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de San José se encontraron valores de coliformes totales entre 5,1 y 12 NMP/100 mL, lo cual indica incumplimiento del límite normativo de ausencia absoluta. Esta situación es preocupante, ya que el agua de San José, pese a cumplir en gran medida con la dimensión físico-química, presenta una contaminación biológica persistente que podría afectar la salud de los consumidores. La falta de cloro residual hallada en las muestras refuerza la hipótesis de que no existe un adecuado control de desinfección en la red de distribución.

Tabla 20 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de Capellanía, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	220,5	500 (UFC/mL)	1,8	0 (*)
Mediana	173,5		1,7	
Desviación Estándar	123,4		0,9	
Coefficiente de Variación	56,0		49,3	
Mínimo	98,0		1,1	
Máximo	452,0		3,6	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de Capellanía también se evidenció la presencia de coliformes totales, con valores que varían entre 5 y 9 NMP/100 mL. Este resultado representa un incumplimiento de la normativa nacional y refleja un problema estructural en la gestión del agua potable. La contaminación biológica podría tener su origen en deficiencias del clorado o en la infiltración de aguas residuales a la red, lo que exige medidas correctivas inmediatas. El riesgo sanitario es latente, especialmente en población vulnerable como niños y adultos mayores.

Tabla 216 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de Nepeña, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	0	500	12,3	
Mediana	0	(UFC/mL)	12,0	0 (*)
Desviación Estándar	0		5,3	
Coefficiente de Variación	0		43,4	
Mínimo	0		5,1	
Máximo	0		23,0	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de Nepeña se reportaron coliformes totales en todas las muestras, con valores entre 6 y 8 NMP/100 mL. La normativa exige ausencia total, por lo que este hallazgo significa incumplimiento. A pesar de que en la dimensión físico-química los resultados fueron en su mayoría adecuados, la contaminación microbiológica invalida la potabilidad del agua. La ausencia de cloro residual detectada en las pruebas sugiere deficiencias en el tratamiento y distribución del recurso, lo que representa un riesgo considerable de enfermedades de transmisión hídrica.

Tabla 22 Medidas estadísticas de la calidad del agua potable en la dimensión Biológica de Cerro Blanco, 2025.

Medidas estadísticas	Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA	Coliformes totales (NMP/100mL)	D.S 031-2010-SA DIGESA
Media Aritmética	0	500 (UFC/mL)	10,8	0 (*)
Mediana	0		10,6	
Desviación Estándar	0		2,8	
Coefficiente de Variación	0		26,0	
Mínimo	0		6,9	
Máximo	0		16,1	

Fuente: Elaboración propia, año 2025.

En el centro poblado de Cerro Blanco, los resultados también indicaron presencia de coliformes totales, con valores que oscilaron entre 7 y 9 NMP/100 mL. Esto constituye un incumplimiento directo del D.S. N.º 031-2010-SA.

Si bien los parámetros físico-químicos se mantuvieron en rangos aceptables, la contaminación biológica invalida la calidad sanitaria del agua. La falta de cloro libre residual refuerza la hipótesis de que el proceso de desinfección es inexistente o insuficiente, lo cual expone a la población a un riesgo elevado de enfermedades gastrointestinales.

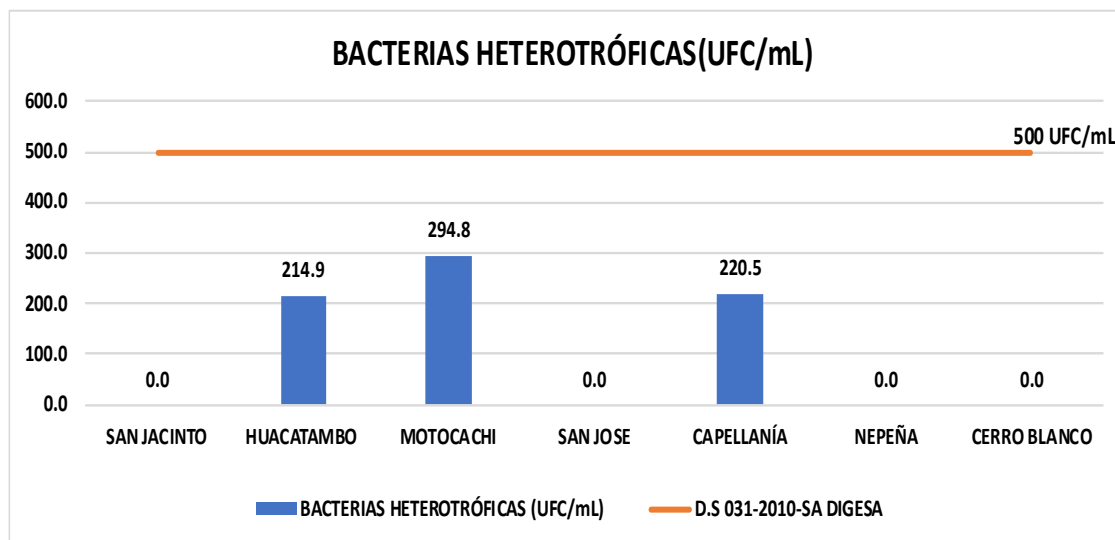


Ilustración 8 Medidas estadísticas de Bacterias Heterotróficas en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

El análisis del recuento de bacterias heterotróficas aerobias mesófilas registrado en las tablas 16 a la 22 muestra un comportamiento variable entre los diferentes sistemas de abastecimiento evaluados, aunque con una tendencia general a mantenerse dentro de los rangos aceptables para agua destinada al consumo humano según el decreto supremo 031-2010 S.A DIGESA

La comparación entre sistemas muestra que Huacatambo y Capellanía presentan valores ligeramente superiores a los otros sectores en varios días de muestreo. Esta tendencia puede deberse a: Variaciones en el cloro residual, que en ciertos momentos se encontró en niveles más bajos, materiales de la red de distribución que pueden favorecer la formación de biopelículas y Distancia desde la planta de tratamiento, lo cual impacta en la pérdida paulatina del desinfectante residual.

En contraste, sectores como San José, Nepeña y Cerro Blanco conservaron valores más estables, lo que sugiere mayor eficiencia en la conservación del desinfectante o menores tiempos de retención, tal como se ha observado en investigaciones similares realizadas en zonas urbanas con características hidráulicas estables (López et al., 2018)

En algunos puntos de muestreo, particularmente en aquellos más alejados del punto de tratamiento o con mayor tiempo de retención hidráulica, se observan incrementos moderados en la carga heterotrófica. Esto concuerda con lo reportado por (Gómez et al., 2019) donde se ha evidenciado que el incremento del tiempo de residencia en redes de distribución favorece el desarrollo de comunidades bacterianas no patógenas debido a la disminución del cloro residual y la presencia de nutrientes disueltos.

Los niveles encontrados son comparables o inferiores a los reportados por (Márquez, 2017), quien señaló fluctuaciones entre 200–900 UFC/mL en sistemas rurales. Además demostró que sistemas con cloro residual variable presentan aumentos momentáneos de heterotróficas, sin implicar riesgo sanitario directo mientras los coliformes permanezcan ausentes.

(Levantesi et al., 2012) demostraron que los recuentos heterotróficos aumentan significativamente en redes extensas o con sedimentación interna. En algunos casos, los valores superan las 1×10^4 UFC/mL, especialmente cuando la velocidad del agua disminuye o cuando existe acumulación de biopelículas.

En análisis realizados en India y Bangladesh, (Kumar et al., 2018) reportaron que en sistemas con cloración deficiente aparecen repuntes de HPC incluso en ausencia de coliformes, debido al crecimiento bacteriano dentro de biopelículas adheridas a tuberías.

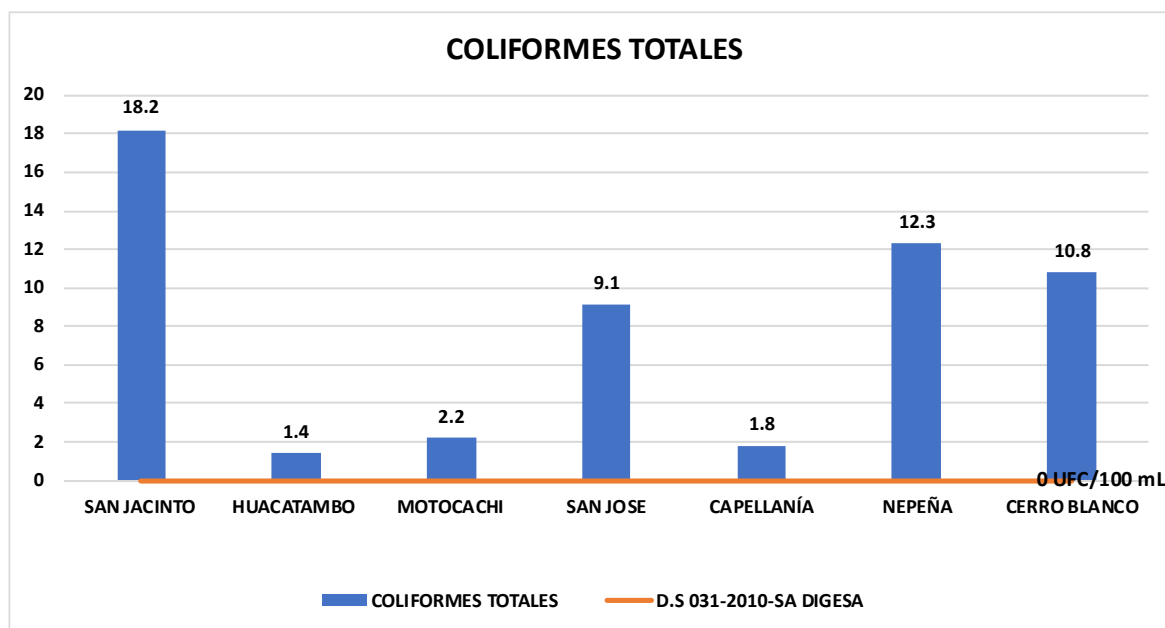


Ilustración 9 Medidas estadísticas de Coliformes Totales en el agua de consumo humano de los centros poblados del Distrito de Nepeña.

Los resultados obtenidos en los centros poblados de Nepeña evidenciaron la ausencia total de cloro libre residual en las muestras analizadas, lo cual guarda relación directa con la presencia persistente de coliformes totales en todas las localidades.

El **Decreto Supremo N° 031-2010-SA** establece que el agua para consumo humano debe contener un **mínimo de 0,5 mg/L de cloro libre residual en la red de distribución** y un **máximo de 5 mg/L**, además de la ausencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en 100 mL de muestra. La ausencia de cloro libre en los sistemas evaluados indica un proceso de desinfección deficiente o inexistente, lo cual favorece la supervivencia y proliferación de microorganismos indicadores. (Villegas Mesa et al., 2020)

Estudios previos confirman que el cloro residual es un **parámetro crítico para asegurar la inocuidad microbiológica del agua**. De acuerdo con (Ramos Mancheno, 2024), la cloración es el método más extendido y eficaz para la desinfección del agua, y su ausencia

se asocia con brotes de enfermedades de transmisión hídrica. encontraron que entre el **18–30%** de las muestras de sistemas rurales presentaron coliformes totales, pero la detección de **bacterias heterotróficas fue baja ($\leq 10\%$)**. En contraste, en Nepeña se detectó presencia de coliformes totales en un número mayor de centros poblados, lo que sugiere una **contaminación más intensa y sostenida**.

Asimismo, (Mamani et al., 2022) enfatiza que el cloro residual actúa como una barrera de seguridad dentro de la red de distribución, previniendo re contaminaciones posteriores al tratamiento.

La relación entre la falta de cloro y la presencia de coliformes ha sido documentada en diversas investigaciones:

(Martínez-Orjuela et al., 2020) encontraron que sistemas rurales sin cloro residual presentaban $>80\%$ de muestras positivas a coliformes totales, frente a $<5\%$ en sistemas con adecuada cloración.

(Villegas Mesa et al., 2020) en un estudio en la sierra peruana concluyeron que la falta de cloro residual en la red fue el principal factor asociado a incumplimiento microbiológico del D.S. N.º 031-2010-SA.

(World Health Organization, 2024) reitera que incluso pequeñas concentraciones de cloro residual ($\geq 0,2$ mg/L) garantizan la inactivación de patógenos entéricos y reducen significativamente el riesgo de diarreas de origen hídrico.

En ese contexto, los hallazgos en Nepeña refuerzan la importancia de implementar una desinfección sostenida con control de cloro residual, ya que la sola calidad físico-química adecuada no asegura la inocuidad sanitaria del recurso.

V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones de la investigación

- La calidad del agua distribuida en los centros poblados del distrito de Nepeña *no cumple* con los estándares establecidos en el D.S. 031-2010-SA, principalmente debido a la ausencia total de cloro residual libre y la presencia de contaminación microbiológica (coliformes totales y elevadas cargas de bacterias heterotróficas). Aunque los parámetros fisicoquímicos se mantienen mayormente dentro de los límites permisibles, la evidencia microbiológica demuestra que el agua no es segura para el consumo humano, representando un riesgo sanitario para la población.

- El análisis fisicoquímico mostró que parámetros como turbiedad, pH, TDS, conductividad, dureza total, cloruros y sulfatos permanecen dentro de los rangos aceptados por el D.S. 031-2010-SA en la mayoría de centros poblados. Capellanía y Huacatambo presentan valores de conductividad cercanos o ligeramente superiores al límite permitido (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que indica mayor mineralización del agua, posiblemente por la composición geológica del acuífero o por procesos de evaporación-concentración.

La dureza total se mantuvo dentro del LMP, concordante con lo reportado por estudios similares en zonas rurales abastecidas por pozos.

- El hallazgo más crítico en el ámbito fisicoquímico fue la ausencia total de cloro residual libre en todos los centros poblados, lo cual constituye un incumplimiento directo de la normativa y un factor determinante en la proliferación microbiológica.

- Los resultados demostraron contaminación microbiológica significativa Coliformes totales presentes en varios centros poblados, superando el valor permitido de 0 NMP/100 mL.

- Bacterias heterotróficas con recuentos superiores a los 500 UFC/mL en múltiples muestras. Estos resultados son consistentes con lo descrito en investigaciones desarrolladas en áreas rurales del Perú, donde la ausencia de cloración y el deterioro de la infraestructura incrementan la presencia de microorganismos indicadores

- La calidad microbiológica del agua en todos los centros poblados evaluados no es apta para consumo humano, constituyéndose en el principal factor de riesgo sanitario identificado. Asimismo, se confirma la hipótesis planteada: el agua distribuida en los centros poblados del distrito de Nepeña no cumple con los estándares establecidos por la normativa nacional, principalmente por incumplimiento microbiológico y fallas en la etapa de desinfección.

5.2. Recomendaciones de la investigación

- Implementar de manera inmediata un sistema de cloración continua, eficiente y estandarizado en todos los centros poblados del distrito de Nepeña. Para ello, es necesario reparar, sustituir o calibrar los equipos de cloración existentes, garantizando que la dosificación de cloro permita mantener un cloro residual libre mínimo de 0,5 mg/L en toda la red de distribución, tal como exige el D.S. 031-2010-SA. Asimismo, se debe establecer un registro operativo diario que asegure un adecuado control del proceso de desinfección y permita detectar oportunamente cualquier falla o interrupción en el sistema.

- Fortalecer el programa de monitoreo y control de la calidad del agua conforme a los lineamientos normativos. Este seguimiento debe contemplar la medición diaria de cloro residual en puntos críticos de la red, así como análisis microbiológicos semanales o quincenales en los centros poblados que han mostrado mayor nivel de incumplimiento. Un sistema de registro sistemático, digitalizado y trazable de los resultados contribuirá a una mejor toma de decisiones y a la rápida identificación de riesgos sanitarios emergentes.

- Mejorar la infraestructura de almacenamiento y distribución del agua. Esto implica realizar la limpieza y desinfección de los reservorios de manera trimestral, corregir filtraciones o fisuras que permitan el ingreso de contaminantes y sustituir tuberías deterioradas que comprometan la inocuidad del suministro. Un sistema físico en buenas condiciones reduce significativamente la posibilidad de contaminación intrínseca y mejora la eficiencia del proceso de distribución.

- Desarrollar campañas de educación sanitaria dirigidas a la población, especialmente mientras persista el incumplimiento de los parámetros microbiológicos. Se debe informar a los usuarios sobre la importancia de hervir el agua para consumo, mantener limpios los recipientes de almacenamiento doméstico y reportar cualquier cambio en el color, sabor u olor del agua. Una comunidad informada aumenta la efectividad de las medidas de mitigación y promueve una cultura de prevención.

- Implementar una planta de tratamiento de Agua que garantice el cumplimiento de todas las normativas vigentes, así mismo se recomienda realizar un estudio de factibilidad técnica, económica y ambiental para determinar la capacidad óptima de la infraestructura, considerando el crecimiento poblacional a futuro y las características de las fuentes de abastecimiento.

VI. Referencias bibliográficas

- Aguirre, C. (2022). Calidad del agua en fuentes usadas para consumo humano en 14 comunidades del El Viejo, Chinandega, Nicaragua, 2020. *La Calera*, 22(39).
<https://doi.org/10.5377/calera.v22i39.14920>
- Angassa, K., Feyisa, M., Tessema, I., & Abewaa, M. (2025). Residual chlorine modelling in drinking water distribution system of Bishoftu Town, Ethiopia. *Results in Engineering*, 25, 104075.
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104075>
- Avila Rodríguez, J. C. (2016). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de la libertad*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14414/3420>
- Beltrán Farfán, D. F., Palomino Calli, R. P., Moreno Terrazas, E. G., Peralta, C. G., & Montesinos-Tubée, D. B. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 335–340. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>
- Castillo Vereau, D. E., Tuesta Collantes, L., & Salazar Saldaña, S. E. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por covid-19 en la universidad nacional de trujillo, Perú. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 24(2), 219–234.
<https://doi.org/10.36390/telos242.02>
- Ccora Repuello, B. (2022). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA LOCALIDAD DE ACOBAMBA*.
<https://orcid.org/0000-0003-1139-9232>

- Ccorimanya Cancho, E. H., Barrios Mendoza, T. O., Yallico Calmett, R. M., Paitán Cahua, A. W., & Hernández Maytahuari, P. D. R. (2025). Calidad del agua subterránea y riesgo sanitario en el Centro Poblado Santiago, Ica, Perú. *Revista Alfa*, 9(26), 752–765. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.379>
- Chávez Araujo, E. R., Humani Astocasa, L. L., Yauri Huiza, Y., & Ataucusi Rojas, R. (2022). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica. *Revista Científica Siglo XXI*, 2(2), 16–25. <https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v2i2.191>
- Chávez, J., & Salazar, P. (2022). Deficiencias de cloración en sistemas rurales y su relación con contaminación microbiológica. *Ingeniería*, 32(4), 55–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000400145>
- Chen, C., Jiang, J., Liao, Z., Zhou, Y., Wang, H., & Pei, Q. (2022). A short-term flood prediction based on spatial deep learning network: A case study for Xi County, China. *Journal of Hydrology*, 607, 127535. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127535>
- Control Municipalidad Distrital De Nepeña Santa, V. DE, & Del Servicio Saneamiento En El Distrito De Nepeña -cp San Jacinto, P. DE. (2023). *ÓRGANO DE CONTROL INSTITUCIONAL MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA INFORME DE VISITA DE CONTROL N° 072-2023-OCI/0344-SVC CHIMBOTE, 12 DE OCTUBRE DE 2023*. <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/861674-agua-para-consumo-humano-en-nepena-es-distribuida-sin-cloracion-previa>

- Digesa. (2015). Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. *Minsa*, 5–23.
https://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf
- Encarnación Benigno, L. A. (2024). *Identificación de los indicadores que determinan la calidad del agua usada para consumo humano en el centro poblado de Colpa Baja, distrito de Huánuco, provincia de Huánuco en 2023-2024*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4845>
- Fabricio, J., Cedeño, D., Cabezas, K. H., Alexandra, R., Mosquera, C., & Cevallos-Cedeño, R. E. (2023). *Evaluación del agua potable distribuida desde los puntos de bombeo de la zona central de Manabí*. <https://doi.org/10.512>
- Ferro, P., Rossel-Bernedo, L. J., Ferró-Gonzáles, A. L., & Vaz-Moreira, I. (2022). Quality Control of Drinking Water in the City of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10779. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>
- Flavio Julian Coila Yana. (2022). *Evaluación de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata Caracoto-San Román - Puno*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18608>
- Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillet, E., Bonilla, S., & Veda, A. (2023). Sensores de calidad de agua para el control de la contaminación fisicoquímica en los acuíferos de Latinoamérica: una revisión. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(1), 45–70.
<https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i1.pp45-70>

- Gautam, R., Sharma, S., & Saini, M. (2020). Assessment of groundwater hardness and its public health implications in rural India. *Journal of Water and Health*, 18(4), 567–578. <https://doi.org/https://doi.org/10.2166/wh.2020.072>
- Gómez, L., Ramírez, P., & orres, J. (2019). Dynamics of heterotrophic bacteria in drinking water distribution systems. *Water Research*, 159, 56–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.04.021>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Jornal of High Andean Research*, 25(1), 23–31. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Gonzáles Valencia, Y. L. (2022). *Evaluación de la Calidad del Agua y Control Biológico en Fitopatología*. <https://doi.org/10.22490/ECISA.9384>
- Guevara, H., Calderón, M., & Rojas, D. (2020). Evaluación de dureza en sistemas de agua potable de comunidades de Cajamarca. *Revista de Investigación en Recursos Hídricos*, 12(1), 22–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.33996/rirh.v12i1.84>
- Juncosa, R., Cereijo, J. L., & Vázquez, R. (2022). Physicochemical Parameters in the Generation of Turbidity Episodes in a Water Supply Distribution System. *Water*, 14(21), 3383. <https://doi.org/10.3390/w14213383>
- Kumar, A., Rout, C., & Mena, K. (2018). Evaluation of microbial quality and biofilm formation in rural drinking water. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(11), 651. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-018-7035-5>

- Levantesi, C., Rusconi, F., & Flemming, H. (2012). Microbiological quality of drinking water in distribution systems. *Water Research*, 46(19), 6188–6200.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.028>
- Léziart, T., Dutheil de la Rochere, P.-M., Cheswick, R., Jarvis, P., & Nocker, A. (2019). Effect of turbidity on water disinfection by chlorination with the emphasis on humic acids and chalk. *Environmental Technology*, 40(13), 1734–1743.
<https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1585480>
- López, J., Medina, S., & Vega, C. (2018). Behaviour of microbial communities in chlorinated water distribution systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(4), 743–754.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13762-017-1423-0>
- Mamani, P., Huamán, R., & Ccora, M. (2022). Cumplimiento de la desinfección en sistemas de agua potable de zonas altoandinas. *Revista Peruana de Salud Pública*, 39(3), 256–264. <https://doi.org/https://doi.org/10.17843/rpsp.v39i3.2058>
- Márquez, A. (2017). Effects of residual chlorine decay on heterotrophic bacterial growth in drinking water networks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189–324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-017-6023-8>
- Martínez-Orjuela, M. R., Mendoza-Coronado, J. Y., Medrano-Solís, B. E., Gómez-Torres, L. M., & Zafra-Mejía, C. A. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 15–24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020001>

- Méndez, L. A. (2023). Calidad y estado sanitario del agua distribuida para consumo humano en Guastatoya, El Progreso. *Revista Científica Internacional*, 6(1), 21–30. <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v6i1.60>
- Mucinhato, R. M. D., Zanin, L. M., Carnut, L., Quintero-Flórez, A., & Stedefeldt, E. (2022). Inocuidad y calidad del agua y alimentación escolar: enfoques en América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 46, 1. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.28>
- Organización mundial de la Salud. (2021). *Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: agua y saneamiento para todos*. 3–58. https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/12/SDG-6-Summary-Progress-Update-2021_Version-July-2021_SP.pdf
- Perales Miranda, V. H. (2024). Proceso de crecimiento urbano en el área periurbana de la zona sur de la paz. *REVISTA VERITAS ET SCIENTIA - UPT*, 13(2), 250–267. <https://doi.org/10.47796/ves.v13i2.1131>
- Quispe, J., Guillén, F., & Ponce, L. (2021). Calidad físico-química del agua para consumo humano en comunidades rurales de Arequipa. *Revista Peruana de Ingeniería Sanitaria*, 35(2), 45–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.33017/peis.v35i2.141>
- Quispe-Coica, A., Fernández, S., Acharte Lume, L., & Pérez-Foguet, A. (2020). Status of Water Quality for Human Consumption in High-Andean Rural Communities: Discrepancies between Techniques for Identifying Trace Metals. *J*, 3(2), 162–180. <https://doi.org/10.3390/j3020014>

- Ramos, A., Chunga, J., & Flores, H. (2023). Monitoreo de cloro residual en sistemas de agua rural del norte del Perú. *Revista Agua y Desarrollo*, 5(1), 33–45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47789/rad.v5i1.212>
- Ramos Mancheno, A. D. de J. (2024). Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. *Polo Del Conocimiento*, 9(1), 614–632.
<https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6396>
- Romero, R., Pérez, D., & Cárdenas, V. (2021). Cloro residual y riesgo microbiológico en sistemas altoandinos del Perú. *Revista Latinoamericana de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 8(2), 77–89.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/2317-31799920.0889>
- Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 35.
<https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- Vásquez, J., Alarcón, L., & Paredes, F. (2020). Evaluación de la calidad del agua en manantiales de Cajamarca. *Revista Peruana de Hidrología*, 3, 33–46.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21704/rph.v25i3.2110>
- Vidal Taricuarima, E., Ricopa Cotrina, H. E., Maco Luján, M. M., Flores Flores, L. A., & Rocha Vela, C. A. (2026). Evaluación de la calidad del agua y su impacto en la salud humana: una revisión sistemática. *Revista Alfa*, 10(28), 165–184.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i28.426>
- Villegas Mesa, J. R., Medina Carrasco, D., & Salas Gutiérrez, R. (2020). Calidad hidroquímica del agua subterránea en el valle de Ica. *Ingeniería Del Agua*, 275–288.

World Health Organization. (2024). Directrices para la calidad del agua potable: pequeños suministros de agua. *World Health Organization*, 1.

<https://doi.org/https://doi.org/10.46945/bpj.10.02.02.25>

Zanacic, E., Stavrinides, J., & McMartin, D. W. (2016). Field-analysis of potable water quality and ozone efficiency in ozone-assisted biological filtration systems for surface water treatment. *Water Research*, 104, 397–407.

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.08.043>

VII. Anexos

ANEXO I: Determinación de procedimiento para la toma de muestra de agua de la red de distribución en los centros poblados del distrito de nepeña

- Se elige un grifo conectado directamente a la red de distribución proveniente de la red pública.
- Desinfectar interna y externamente el grifo con algodón y alcohol al 70 %.
- Se abre el grifo para que fluya durante 2 o 3 minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en tubería.



ANEXO II: Evaluación de parametros fisicos y quimicos para el agua de la red de distribución de los entros poblados del distrito de nepeña

A) Determinación de cloro libre residual

1. Documentos aplicables

- Manual de instrucción del equipo Kit para cloro libre de 0 a 3.5 ppm de cloro residual.
- Manual de Laboratorio para la Industria Azucarera - Tecnicaña.

2. Recursos

2.1 Equipos

- Kit para determinar cloro libre Residual

2.2.Reactivo

- Reactivo de cloro libre DPD

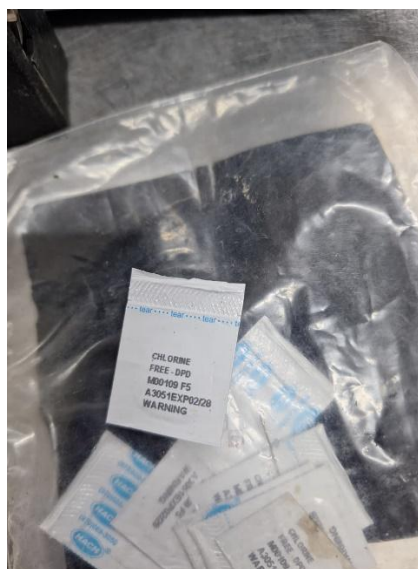
3. Procedimiento

- Se llena un tubo para análisis colorimétrico con **5 mL** de la muestra de agua clorada hasta la primera marca de calibración; este tubo se utiliza como muestra de referencia o blanco.
- Dicho tubo se coloca en la cavidad superior izquierda del comparador, mientras que un segundo tubo para colorimetría se llena igualmente hasta la marca de **5 mL** con la misma muestra de agua clorada.

- A continuación, se añade el contenido de una cápsula del reactivo **DPD para cloro libre** en el segundo tubo, procediendo a mezclar cuidadosamente hasta lograr la completa disolución del reactivo.
- El tubo preparado se coloca en la cavidad superior derecha del comparador; seguidamente, el equipo se orienta hacia una fuente adecuada de iluminación y se observa a través de las aberturas frontales, ajustando el disco comparador hasta que la tonalidad de ambos campos visuales coincida de la forma más precisa posible.
- Finalmente, la concentración de cloro libre se determina en **partes por millón (ppm)** mediante la lectura directa de la escala del comparador, realizándose esta lectura dentro del primer minuto posterior a la adición del reactivo.

4. CÁLCULOS

Los resultados obtenidos en el equipo se expresan directamente en mg/L (ppm) de cloro libre residual.



B) Determinación de cloruros en aguas

1. Documentos aplicables

- Manual del Azúcar de Caña, James P. Chen, 11ava. Edición. (TECNICAÑA, 1996).
- Manual de Laboratorio de Química Analítica – UNT.

2. Recursos

2.1. Materiales

- Probeta de vidrio 50 mL
- Vasos de precipitación de 250 mL
- Matraz Kohlrausch de 200 mL
- Bureta digital de 50 mL

2.2. Reactivo

- Indicador fenolftaleína al 0.5%.
- Ácido sulfúrico 0.02 N.
- Indicador cromato de potasio al 5%.
- Nitrato de plata 0.0171 N.

3. Procedimiento

- Uniformizar la muestra.
- En la probeta ya acondicionada medir 50 mL del agua a analizar y verter la muestra al matraz.
- Añadir de 3 a 4 gotas de fenolftaleína y titular con ácido sulfúrico hasta que se torne transparente el contenido del matraz.

- Agregar 2 a 3 gotas de cromato de potasio y agitar. La solución adquiere un color amarillo pálido.
- Titular lentamente con la solución de nitrato de plata agitando constantemente la muestra hasta que la solución vire a un color salmón.

4. Cálculos

$$\text{Cloruros ppm [NaCl]} = v * 20 * 0.6066 \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

V: volumen de nitrato de plata gastados en la titulación (mL)

A) Determinación de dureza en aguas

1. Documentos aplicables

- Manual del Azúcar de Caña, James P. Chen, 11ava. Edición. (TECNICAÑA, 1996).
- Manual de Laboratorio de Química Analítica – UNT.

2. recursos

2.1. Materiales

- Probeta de vidrio 50 mL
- Matraz Kohlrausch de 200 mL
- Bureta digital de 25 mL

2.2. Reactivo

- Indicador negro de Eriocromo.
- Solución Buffer pH 10
- EDTA 0.02 N.

3. Procedimiento

- Uniformizar la muestra.
- Enjuagar con esta la probeta y el matraz a utilizar.
- En la probeta ya acondicionada medir 50 mL del agua a analizar.
- Verter la muestra al matraz.
- Llenar la bureta con EDTA.
- Agregar 1 mL de solución buffer. Agitar.
- Rápidamente añadir 3 a 5 gotas del indicador.
- Si la solución se torna de AZUL PERMANENTE reportar como dureza total CERO.
- Si se obtiene una solución ROJO VINO, titular con el EDTA contenido en la bureta agitando continuamente la muestra contenida en el matraz hasta el punto final de la titulación; que será el viraje de ROJO VINO a un AZUL.

4. Cálculos

$$\text{Dureza total ppm [CaCo3]} = v * 20 \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

V: volumen de EDTA gastados en la titulación (mL).

A) Determinación de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y ph

1. Documentos aplicables

- Manual del Azúcar de Caña, James P. Chen, 11ava. Edición. (TECNICAÑA, 1996).
- Manual de Laboratorio de Química Analítica – UNT.

2. Recursos

2.1. Equipo

- Multiparámetro

2.2. Materiales

- Vasos de precipitación de 250 mL

2.3. Reactivo

- Agua destilada

3. Procedimiento

- Encender el conductivímetro.
- Colocar 100 mL de muestra en un vaso de precipitación, sumergir y sacar el electrodo varias veces para lavarlo. Desechar la muestra.
- Colocar una nueva porción de muestra e introducir el electrodo.
- Presionar el botón COND y luego el botón “Read/Enter”, dejar estabilizar.
- Tomar la lectura de conductividad y temperatura que aparece en la pantalla del equipo.
- Luego presionar el botón TDS, dejar estabilizar.
- Tomar la lectura de los sólidos disueltos totales que aparece en la pantalla del equipo. Si la solución se torna de AZUL PERMANENTE reportar como dureza total CERO.

4. Cálculos

Conductividad = lectura del conductivímetro ($\mu\text{S/cm}$)(1)

Sólidos Totales disueltos = lectura del conductivímetro ($\mu\text{S/cm}$)(2)

ANEXO III: Análisis microbiológicos en aguas (determinación de bacterias heterotróficas y bacterias coliformes en agua potable)

1. Documentos Aplicables:

- APHA. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 1992.
 - Manual de medios de cultivo MERCK. 1994
 - Water Analysis Handbook. HACH Company. 3rd Edition. Colorado, USA. 1997
- Método Número más probable

2. Materiales y Equipos:

2.1. Equipos

- Incubadora
- Horno
- Balanza analítica
- Refrigeradora
- Equipo de baño maría
- Equipo de filtración
- Autoclave.
- Cámara de flujo laminar

2.2. Materiales

- Pipeta de 10 mL
- Micropipeta calibrada a 1000 uL (1 mL)
- Tubos de ensayo 15 x 150 mm con tapa rosca
- Tubos de ensayo 16 x 200mm con tapa rosca

- Pera de goma
- Campanas Durham
- Frascos de vidrio con tapa hermética y de boca ancha de 250 mL (estériles)
- Algodón
- Plumón marcador indeleble (para vidrio)
- Mechero con alcohol
- Membranas filtrantes de 0.45 μm
- Placas de Petri

2.3. Reactivos y Medios de Cultivo

- Caldo Lauril Sulfato
- Caldo Bilis Verde Brillante
- Caldo EC
- Agar R2A
- Agar m-FC
- Agar m-Endo Les
- Placas Petrifilm 3M Aqua para recuento de heterotróficos

3. Procedimientos:

3.1. Método de número más probable (NMP)

Prueba Presuntiva:

- Colocar 10 mL de la muestra en 10 mL de Caldo Lauril Sulfato a doble concentración en una serie de 10 tubos
- Incubar a $35 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Si no existe la presencia de gas, re incubar a 35°C hasta completar las 48 ± 3 horas.

Prueba Confirmativa

- De las muestras positivas (gas positivas) en la prueba presuntiva, agitar y sembrar una asada con el asa bacteriológica en 10 ml de caldo Bilis Verde Brillante e incubar a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 3 horas.

3.2. Determinación de Bacterias Heterotróficas:

Método de la inoculación directa en Placa Petrifilm:

- Colocar la Placa Petrifilm para recuento de Bacterias heterotróficas sobre una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior y con la micropipeta calibrada a 1000 ul (1 mL.). dispensar 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.
- Dejar caer la película superior sobre la muestra, evitar la formación de burbujas de aire.
- Colocar el difusor plástico para aerobios con la superficie hueca hacia abajo en el centro de la placa. Presionar ligeramente en el centro del difusor para distribuir la muestra de manera uniforme. Distribuir el inculo en la Placa Petrifilm sobre el área de crecimiento antes de que se forme el gel.
- Incubar las Placas Petrifilm para recuento de bacterias heterotróficas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por $48\text{h} \pm 3\text{h}$.

-

1. Resultados

- Para los Coliformes Totales (método número más probable) se consideran los tubos positivos, es decir en los que se observa generación de gas y se compara con la tabla de índice de NMP (ANEXO 1), expresar en NMP/100mL de muestra. Si se encuentra en la tabla < 1.1 NMP/100 mL., resulta que no se aprecia la formación de gas en ningún tubo evaluado, esto prácticamente es cero, pero como es una tabla de estimaciones poblacionales bajo una probabilidad del 95% se tiene que expresar así. Igual ocurre cuando se obtiene > 23 NMP/100 mL., indica que todos los tubos fueron gas positivo y existe la probabilidad de encontrar más de 23 bacterias por cada 100 mL. de muestra
- Para el recuento de Bacterias Heterotróficas (Inoculación directa en placa Petrifilm), se contarán todas las colonias de color rojo. El número de colonias obtenidas (UFC), se multiplicará por el factor de dilución, expresar en UFC/mL.

ANEXO IV. Registro de datos físico químicos del centro poblado huacatambo

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENTRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS	SULFITOS	CLORO LIBRE DPD	T°
HUACATAMBO	18.08.2025	H1	480	1337.5	531.7	7.67	2	121.3	5	0	22.7
	18.08.2025	H2	480	1368.2	540.7	7.8	2	123.726	7	0	22.5
	18.08.2025	H3	490	1365.1	540.4	7.78	1	126.152	6	0	22.8
	18.08.2025	H4	460	1353.8	539.6	7.8	2	126.152	7	0	22.6
	18.08.2025	H5	520	1482.1	562.1	7.76	2	123.726	8	0	22.8
	18.08.2025	H6	490	1368.5	531.5	7.58	3	128.578	6	0	22.5
	20.08.2025	H1	470	1420.5	542	7.72	2	122.513	8	0	22.4
	20.08.2025	H2	540	1384.6	538.1	7.74	2	123.726	7	0	22.4
	20.08.2025	H3	520	1520.4	574.2	7.76	1	123.726	6	0	22.6
	20.08.2025	H4	510	1486	538.6	7.85	2	129.791	5	0	22.3
	20.08.2025	H5	486	1474.2	535.2	7.8	2	123.726	6	0	22
	20.08.2025	H6	528	1514.5	546.1	7.68	2	121.3	8	0	22.1
	22.08.2025	H1	540	1528.4	554.1	7.71	1	123.726	4	0	22.6
	22.08.2025	H2	470	1386	536.8	7.72	2	126.152	5	0	22.5
	22.08.2025	H3	490	1432.1	538.1	7.7	2	126.152	6	0	22.4
	22.08.2025	H4	560	1516.2	552.2	7.84	1	123.726	7	0	22.8
	22.08.2025	H5	430	1464.7	532.7	7.82	3	128.578	8	0	22.4
	22.08.2025	H6	520	1488.8	538.5	7.75	2	122.513	7	0	22.5
HUACATAMBO	25.08.2025	H1	470	1495.2	542.1	7.78	2	133.43	8	0	22.2
	25.08.2025	H2	580	1580	564.7	7.79	2	111.596	6	0	23.1
	25.08.2025	H3	560	1574.6	562	7.74	1	122.513	5	0	23.2
	25.08.2025	H4	590	1621.2	574.3	7.81	3	124.939	6	0	22.4
	25.08.2025	H5	610	1652.4	582.1	7.83	2	134.643	6	0	22.5

	25.08.2025	H6	580	1584.1	562.3	7.8	1	132.217	7	0	22.1
	27.08.2025	H1	560	1566.5	558.7	7.78	4	131.004	6	0	22
	27.08.2025	H2	540	1550.8	564.2	7.82	2	118.874	4	0	23.2
	27.08.2025	H3	620	1670.2	584	7.86	2	117.661	5	0	22.1
	27.08.2025	H4	610	1665.4	578	7.68	1	138.282	6	0	22.4
	27.08.2025	H5	615	1668.2	582.9	7.69	2	128.578	6	0	22.1
	27.08.2025	H6	580	1598.5	566.1	7.82	3	146.773	7	0	22.3
	29.08.2025	H1	590	1602.1	584.2	7.84	2	146.773	7	0	22.2
	29.08.2025	H2	580	1548.2	571.2	7.76	3	139.495	5	0	23.1
	29.08.2025	H3	570	1555.7	577.6	7.79	2	137.069	4	0	23.2
	29.08.2025	H4	590	1564.9	581.5	7.81	2	150.412	6	0	22.6
	29.08.2025	H5	570	1560.2	574	7.75	2	131.004	5	0	22.5
	29.08.2025	H6	560	1556.8	568.9	7.69	3	128.578	4	0	22.1
HUACATAMBO	01.09.2025	H1	610	1664.1	576.2	7.72	2	137.069	3	0	22.3
	01.09.2025	H2	620	1670	588.1	7.74	1	132.217	8	0	22.4
	01.09.2025	H3	590	1594.6	562.1	7.68	4	141.921	4	0	22.2
	01.09.2025	H4	640	1684.4	594	7.81	2	127.365	8	0	22.6
	01.09.2025	H5	630	1682	591.8	7.8	3	123.726	3	0	22.3
	01.09.2025	H6	580	1594.2	562.3	7.78	4	124.939	3	0	23.1
	03.09.2025	H1	560	1588.5	560.2	7.77	4	131.004	4	0	23.2
	03.09.2025	H2	590	1625.1	577.1	7.79	3	139.495	4	0	22.6
	03.09.2025	H3	570	1614.4	574.3	7.78	2	144.347	5	0	22.1
	03.09.2025	H4	640	1668.8	594.2	7.84	4	128.578	7	0	22.5
	03.09.2025	H5	680	1690.3	598.4	7.83	1	126.152	3	0	22.1
	03.09.2025	H6	650	1605.8	582.8	7.81	1	139.495	6	0	22.4
	05.09.2025	H1	620	1586.2	564	7.75	2	144.347	4	0	22.5
	05.09.2025	H2	650	1585.3	563	7.74	2	137.069	8	0	22.4
	05.09.2025	H3	480	1495	532.1	7.71	3	134.643	4	0	22.5

	05.09.2025	H4	490	1477.2	542.8	7.7	2	131.004	3	0	22.4
	05.09.2025	H5	640	1574.5	556.7	7.76	2	128.578	5	0	22.6
	05.09.2025	H6	610	1570.4	562.4	7.74	3	138.282	3	0	22.3
HUACATAMBO	08.09.2025	H1	630	1396.2	528.6	7.69	2	132.217	8	0	23.1
	08.09.2025	H2	640	1448.9	534.7	7.64	2	120.087	4	0	22.4
	08.09.2025	H3	590	1465.1	539.3	7.63	2	117.661	6	0	22.5
	08.09.2025	H4	580	1460.2	532.1	7.62	2	123.726	3	0	22.4
	08.09.2025	H5	630	1510.4	560	7.68	3	116.448	3	0	22.6
	08.09.2025	H6	640	1392.2	532.1	7.61	1	117.661	3	0	22.5
	10.09.2025	H1	570	1441	558.9	7.81	1	138.282	5	0	22.4
	10.09.2025	H2	590	1476.9	560	7.82	3	135.856	4	0	22.3
	10.09.2025	H3	580	1485.5	564.5	7.85	2	143.134	5	0	22.4
	10.09.2025	H4	610	1574.6	582.1	7.86	4	128.578	5	0	22.5
	10.09.2025	H5	620	1585.5	584	7.84	2	123.726	3	0	22.4
	10.09.2025	H6	650	1560	570.2	7.78	3	122.513	4	0	22.1
	12.09.2025	H1	620	1482.2	536.8	7.74	1	121.3	5	0	22.3
	12.09.2025	H2	580	1477.1	528.1	7.67	1	146.773	7	0	23.1
	12.09.2025	H3	560	1396.7	516.7	7.66	2	149.199	6	0	23.4
	12.09.2025	H4	610	1422.6	533.2	7.69	2	146.773	6	0	22.5
	12.09.2025	H5	620	1434.2	536.9	7.72	3	138.282	5	0	22.6
	12.09.2025	H6	630	1476.9	542.1	7.74	1	134.643	4	0	22.2

ANEXO V. Registro de datos fisico químicos del centro poblado capellanía

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENTRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
CAPELLANÍA	18.08.2025	C1	620	1532.1	568.2	7.78	4	140.708	4	0	21.6
	18.08.2025	C2	590	1468.2	552.1	7.74	5	135.856	3	0	21.6
	18.08.2025	C3	570	1488.2	556.4	7.71	3	143.134	5	0	21
	18.08.2025	C4	610	1554	562.1	7.76	4	128.578	2	0	21.3
	18.08.2025	C5	560	1476.4	554	7.72	2	137.069	3	0	21.4
	18.08.2025	C6	710	1592.6	568.6	7.75	3	134.643	4	0	21.3
	20.08.2025	C1	700	1605.8	572.1	7.84	4	133.43	5	0	21.4
	20.08.2025	C2	680	1584.5	564.2	7.82	4	128.578	3	0	21.1
	20.08.2025	C3	660	1524.7	543.6	7.68	5	138.282	6	0	21.2
	20.08.2025	C4	590	1496.6	533.2	7.64	3	126.152	4	0	21.5
	20.08.2025	C5	620	1542.2	546.4	7.67	2	134.643	7	0	21.6
	20.08.2025	C6	610	1540.1	542.1	7.84	4	138.282	3	0	21.3
	22.08.2025	C1	615	1487.2	528.9	7.82	5	128.578	4	0	21.2
	22.08.2025	C2	640	1562.8	554.2	7.8	2	131.004	5	0	21.1
	22.08.2025	C3	710	1628	568.4	7.69	4	132.217	6	0	21.4
	22.08.2025	C4	715	1632.8	572	7.71	5	135.856	3	0	21.5
	22.08.2025	C5	750	1664.1	576.9	7.7	2	126.152	4	0	21.4
	22.08.2025	C6	695	1485.5	528.1	7.76	4	143.134	5	0	21.6
CAPELLANÍA	25.08.2025	C1	680	1493.1	529.6	7.69	2	139.495	3	0	21.4
	25.08.2025	C2	700	1542	544.3	7.72	3	126.152	4	0	21.5
	25.08.2025	C3	690	1452.6	530.2	7.71	4	141.921	5	0	21.6
	25.08.2025	C4	650	1428.9	516.8	7.63	4	144.347	4	0	21.4

	25.08.2025	C5	720	1563.4	534.1	7.64	5	146.773	2	0	21.7
	25.08.2025	C6	684	1484.2	528.3	7.61	3	150.412	3	0	21.6
	27.08.2025	C1	682	1481.1	526.2	7.72	4	135.856	5	0	21.4
	27.08.2025	C2	710	1522.5	566	7.74	2	128.578	3	0	21.5
	27.08.2025	C3	715	1534.7	558.4	7.65	4	129.791	5	0	21.6
	27.08.2025	C4	684	1476.3	541.6	7.68	5	132.217	5	0	21.8
	27.08.2025	C5	700	1503.6	544.2	7.64	3	141.921	4	0	21.7
	27.08.2025	C6	770	1573.2	564.3	7.68	5	140.708	2	0	21.4
	29.08.2025	C1	778	1584.9	569	7.71	4	143.134	3	0	21.5
	29.08.2025	C2	694	1633.3	576.2	7.76	2	124.939	6	0	21.4
	29.08.2025	C3	690	1672.8	576.1	7.78	3	131.004	4	0	21.6
	29.08.2025	C4	684	1512.4	527.6	7.72	4	128.578	2	0	21.2
	29.08.2025	C5	710	1551.9	529.3	7.68	5	146.773	4	0	21.3
	29.08.2025	C6	720	1591.5	532.1	7.64	3	149.199	3	0	21.4
CAPELLANÍA	01.09.2025	C1	690	1463.2	526.2	7.65	4	135.856	2	0	21.3
	01.09.2025	C2	684	1485.2	528.4	7.77	5	134.643	4	0	21.2
	01.09.2025	C3	672	1513	530.4	7.72	3	140.708	2	0	21.4
	01.09.2025	C4	660	1542.1	534.2	7.73	4	143.134	5	0	21.2
	01.09.2025	C5	680	1513	529.4	7.76	3	144.347	3	0	21.2
	01.09.2025	C6	710	1566.2	541.2	7.72	5	146.773	2	0	21.1
	03.09.2025	C1	720	1588.1	550	7.7	5	152.838	4	0	21.3
	03.09.2025	C2	712	1584.3	546.9	7.76	4	144.347	2	0	21.4
	03.09.2025	C3	596	1496.7	542.1	7.68	3	141.921	4	0	21.3
	03.09.2025	C4	656	1523	561.3	7.64	4	138.282	2	0	21.2
	03.09.2025	C5	686	1533.8	549.4	7.69	5	140.708	3	0	21.4
	03.09.2025	C6	648	1515.4	534.8	7.74	3	135.856	5	0	21.3
	05.09.2025	C1	652	1476.3	516.8	7.72	4	137.069	3	0	21.5
	05.09.2025	C2	672	1487.1	519.2	7.71	5	141.921	4	0	21.4

CAPELLANÍA	05.09.2025	C3	702	1499.3	523.4	7.68	3	131.004	4	0	21.6
	05.09.2025	C4	678	1482.4	521	7.64	4	128.578	3	0	21.5
	05.09.2025	C5	668	1476.4	516.6	7.65	3	144.347	2	0	21.3
	05.09.2025	C6	716	1483.6	522.4	7.75	2	141.921	4	0	21.4
	08.09.2025	C1	690	1492	526.7	7.82	4	127.365	2	0	21.6
	08.09.2025	C2	728	1521.8	547.6	7.81	5	135.856	5	0	21.7
	08.09.2025	C3	682	1508.1	540.2	7.74	3	138.282	3	0	21.6
	08.09.2025	C4	672	1531.6	546.3	7.73	4	139.495	5	0	21.5
	08.09.2025	C5	698	1485.5	534.2	7.78	2	150.412	4	0	21.5
	08.09.2025	C6	664	1463.7	530	7.7	4	143.134	3	0	21.4
	10.09.2025	C1	656	1462.6	529.8	7.68	3	140.708	4	0	21.7
	10.09.2025	C2	698	1483.4	536.4	7.65	5	141.921	4	0	21.6
	10.09.2025	C3	700	1495.4	539	7.74	4	149.199	3	0	21.6
	10.09.2025	C4	712	1531.1	552.8	7.68	2	152.838	4	0	21.7
	10.09.2025	C5	664	1483.3	544.2	7.66	3	140.708	2	0	21.5
	10.09.2025	C6	676	1478.6	541.3	7.74	5	123.726	5	0	21.4
	12.09.2025	C1	650	1537	553.7	7.72	4	122.513	3	0	21.6
	12.09.2025	C2	664	1532	551.2	7.73	2	128.578	4	0	21.4
	12.09.2025	C3	624	1508.2	546.5	7.78	3	124.939	3	0	21.5
	12.09.2025	C4	678	1562.7	549.4	7.69	2	131.004	5	0	21.8
	12.09.2025	C5	684	1577.6	552.3	7.71	3	128.578	3	0	21.6
	12.09.2025	C6	672	1580.3	554.6	7.7	3	127.365	4	0	21.5

ANEXO VI. Registro de datos físico químicos del centro poblado de nepeña

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENIRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
NEPEÑA	18.08.2025	N1	540	1462.3	468.2	7.42	3	122.513	7	0	21.6
	18.08.2025	N2	524	1448.2	462.3	7.48	3	128.578	6	0	21.3
	18.08.2025	N3	496	1432.6	475.1	7.52	2	118.874	8	0	21.2
	18.08.2025	N4	480	1430.1	476.2	7.46	3	116.448	5	0	21.1
	18.08.2025	N5	474	1468	482	7.4	2	126.152	6	0	21.4
	18.08.2025	N6	468	1456.7	474.1	7.46	2	131.004	5	0	21.5
	20.08.2025	N1	510	1494	482.2	7.53	4	115.235	4	0	21.4
	20.08.2025	N2	490	1473.6	476.3	7.58	2	116.448	7	0	21.6
	20.08.2025	N3	470	1486.2	484.4	7.49	3	114.022	5	0	21.4
	20.08.2025	N4	478	1494.4	496.6	7.62	4	112.809	6	0	21.5
	20.08.2025	N5	460	1496.1	497	7.6	2	126.152	5	0	21.6
	20.08.2025	N6	520	1504.6	501.6	7.62	3	123.726	7	0	21.4
	22.08.2025	N1	470	1486.2	487.3	7.54	4	122.513	6	0	21.7
	22.08.2025	N2	476	1488.8	488.7	7.56	2	128.578	6	0	21.6
	22.08.2025	N3	472	1476	485.1	7.58	3	134.643	7	0	21.5
	22.08.2025	N4	478	1486.2	496.3	7.52	4	129.791	5	0	21.4
	22.08.2025	N5	474	1455.6	476.2	7.52	2	135.856	6	0	21.8
	22.08.2025	N6	462	1448.4	468.3	7.54	3	110.383	5	0	21.6
NEPEÑA	25.08.2025	N1	468	1452.1	458.4	7.59	3	116.448	7	0	21.4
	25.08.2025	N2	464	1450	462.1	7.56	3	112.809	5	0	21.6
	25.08.2025	N3	460	1447.3	461.2	7.58	2	126.152	6	0	21.5
	25.08.2025	N4	472	1456.2	472.3	7.54	3	129.791	5	0	21.7

	25.08.2025	N5	476	1458.2	476.5	7.51	2	127.365	7	0	21.6
	25.08.2025	N6	482	1462.7	478.4	7.34	3	116.448	5	0	21.5
	27.08.2025	N1	480	1462.1	476.9	7.48	2	120.087	6	0	21.4
	27.08.2025	N2	468	1443.9	468.6	7.45	4	132.217	5	0	21.3
	27.08.2025	N3	476	1446	465.8	7.46	2	126.152	5	0	21.6
	27.08.2025	N4	478	1449	472	7.52	3	131.004	7	0	21.3
	27.08.2025	N5	480	1456.4	476.1	7.58	5	146.773	5	0	21.2
	27.08.2025	N6	484	1461.2	468.5	7.54	4	140.708	6	0	21.1
	29.08.2025	N1	480	1458.8	464.3	7.51	2	134.643	5	0	21.4
	29.08.2025	N2	476	1454.6	460	7.5	3	131.004	7	0	21.5
	29.08.2025	N3	510	1472.1	476.8	7.56	3	110.383	5	0	21.4
	29.08.2025	N4	514	1470.8	482.2	7.54	5	118.874	5	0	21.6
	29.08.2025	N5	494	1462.4	478.2	7.53	4	116.448	6	0	21.4
	29.08.2025	N6	508	1471.1	484.1	7.51	4	126.152	6	0	21.5
NEPEÑA	01.09.2025	N1	486	1459.6	476.4	7.46	3	129.791	5	0	21.6
	01.09.2025	N2	484	1462	478.5	7.48	3	132.217	7	0	21.4
	01.09.2025	N3	488	1468.4	484.4	7.48	4	117.661	5	0	21.7
	01.09.2025	N4	492	1472.2	486.1	7.49	2	114.022	6	0	21.6
	01.09.2025	N5	498	1496.2	488.4	7.51	3	126.152	5	0	21.3
	01.09.2025	N6	512	1501.4	487	7.54	2	135.856	8	0	21.2
	03.09.2025	N1	514	1513.2	484.3	7.49	2	140.708	6	0	21.1
	03.09.2025	N2	496	1487.6	481.2	7.5	1	131.004	5	0	21.4
	03.09.2025	N3	492	1484.5	484.6	7.52	3	121.3	8	0	21.5
	03.09.2025	N4	478	1480	482.1	7.48	2	123.726	7	0	21.4
	03.09.2025	N5	474	1476.3	476.3	7.56	3	131.004	5	0	21.6
	03.09.2025	N6	512	1496.8	484.4	7.54	4	120.087	6	0	21.4
	05.09.2025	N1	492	1474.6	476.2	7.52	3	111.596	5	0	21.5
	05.09.2025	N2	476	1468.5	474.1	7.56	2	116.448	7	0	21.6

NEPEÑA	05.09.2025	N3	478	1469	476	7.55	4	127.365	5	0	21.3
	05.09.2025	N4	488	1476.4	484.2	7.51	3	129.791	5	0	21.2
	05.09.2025	N5	480	1472	480.6	7.58	4	126.152	6	0	21.1
	05.09.2025	N6	476	1464.2	476.2	7.62	2	121.3	6	0	21.4
	08.09.2025	N1	482	1468	481.1	7.64	3	116.448	7	0	21.5
	08.09.2025	N2	486	1469.3	482	7.56	3	118.874	5	0	21.4
	08.09.2025	N3	480	1465.4	469.4	7.62	2	110.383	6	0	21.6
	08.09.2025	N4	496	1476.8	476.5	7.6	5	122.513	6	0	21.4
	08.09.2025	N5	494	1478.2	478.8	7.49	4	126.152	7	0	21.5
	08.09.2025	N6	492	1476.1	480	7.48	2	128.578	5	0	21.6
	10.09.2025	N1	510	1492.2	486.5	7.45	3	129.791	6	0	21.3
	10.09.2025	N2	512	1512.5	488.1	7.62	2	134.643	6	0	21.2
	10.09.2025	N3	496	1486.9	474.6	7.61	4	135.856	5	0	21.1
	10.09.2025	N4	490	1482.4	469.6	7.63	2	143.134	7	0	21.4
	10.09.2025	N5	494	1481.3	470.4	7.65	3	138.282	5	0	21.5
	10.09.2025	N6	488	1476	467.9	7.53	2	139.495	6	0	21.4
	12.09.2025	N1	486	1476.3	470	7.58	4	140.708	5	0	21.6
	12.09.2025	N2	480	1471.2	468.2	7.54	3	132.217	8	0	21.4
	12.09.2025	N3	484	1476.2	477.6	7.57	3	127.365	6	0	21.5
	12.09.2025	N4	468	1470	476.1	7.56	2	111.596	7	0	21.6
	12.09.2025	N5	474	1479.1	478.9	7.49	4	118.874	6	0	21.4
	12.09.2025	N6	496	1496.7	480.2	7.54	2	122.513	5	0	21.7

ANEXO VII. Registro de datos físico químicos del centro poblado de cerro

blanco

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENTRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
CERRO BLANCO	18.08.2025	CB1	565	1025.2	396.1	7.51	4	98.253	6	0	21.5
	18.08.2025	CB2	520	1162.4	412	7.48	3	111.596	7	0	21.6
	18.08.2025	CB3	545	996.5	364.2	7.65	2	107.957	5	0	21.8
	18.08.2025	CB4	564	984.5	369.5	7.52	4	101.892	8	0	21.7
	18.08.2025	CB5	514	1162.1	384.1	7.36	3	116.448	6	0	21.4
	18.08.2025	CB6	524	1048.5	376.8	7.45	2	114.022	5	0	21.6
	20.08.2025	CB1	536	1062.3	382.4	7.42	2	105.531	7	0	21.3
	20.08.2025	CB2	528	987.6	355.2	7.48	2	104.318	5	0	21.2
	20.08.2025	CB3	524	992.1	356.9	7.49	3	98.253	6	0	21.1
	20.08.2025	CB4	520	990.4	350.1	7.46	3	94.614	5	0	21.4
	20.08.2025	CB5	526	1024.5	387.6	7.62	2	115.235	4	0	21.5
	20.08.2025	CB6	516	1016.4	388.2	7.52	4	99.466	7	0	21.4
	22.08.2025	CB1	524	1084.2	394.6	7.54	2	104.318	6	0	21.6
	22.08.2025	CB2	514	986.5	365.7	7.25	3	111.596	5	0	21.4
	22.08.2025	CB3	516	975.5	361	7.36	2	97.04	8	0	21.5
	22.08.2025	CB4	524	1064.2	421.2	7.42	4	101.892	5	0	21.1
	22.08.2025	CB5	534	986.1	402.4	7.46	2	92.188	6	0	21.4
	22.08.2025	CB6	534	974.5	396.4	7.48	3	90.975	5	0	21.6
CERRO BLANCO	25.08.2025	CB1	532	965.8	378.5	7.58	2	98.253	7	0	21.2
	25.08.2025	CB2	516	1032.3	396.4	7.52	4	88.549	5	0	21.8

	25.08.2025	CB3	528	1005.2	388.1	7.5	4	107.957	6	0	21.3
	25.08.2025	CB4	530	978.6	367.8	7.54	2	89.762	6	0	21.4
	25.08.2025	CB5	542	1010.2	378.6	7.43	3	107.957	5	0	21.5
	25.08.2025	CB6	544	988.5	376.2	7.46	2	99.466	7	0	21.4
	27.08.2025	CB1	536	946.5	366.9	7.49	2	95.827	5	0	21.5
	27.08.2025	CB2	532	987.4	374	7.65	4	99.466	6	0	21.4
	27.08.2025	CB3	530	998.1	379.4	7.62	2	100.679	5	0	21.6
	27.08.2025	CB4	540	1077.5	387.1	7.58	3	106.744	8	0	21.4
	27.08.2025	CB5	538	1036.4	392.6	7.54	3	97.04	5	0	21.1
	27.08.2025	CB6	542	974.1	384.4	7.57	2	90.975	6	0	21.4
	29.08.2025	CB1	562	984.6	389.6	7.54	4	98.253	5	0	21.8
	29.08.2025	CB2	554	988.4	391.4	7.52	2	87.336	7	0	21.6
	29.08.2025	CB3	568	974.2	376.1	7.58	3	98.253	5	0	21.3
	29.08.2025	CB4	562	978.9	378.5	7.49	2	98.253	6	0	21.2
	29.08.2025	CB5	560	1023	374.2	7.46	1	99.466	6	0	21.1
	29.08.2025	CB6	532	1048.5	368.6	7.51	2	103.105	5	0	21.4
CERRO BLANCO	01.09.2025	CB1	542	1016	366.4	7.53	3	94.614	7	0	21.5
	01.09.2025	CB2	544	968.4	396	7.62	2	89.762	5	0	21.4
	01.09.2025	CB3	568	974.2	384.5	7.48	5	92.188	6	0	21.6
	01.09.2025	CB4	560	984.2	388.1	7.52	3	98.253	5	0	21.4
	01.09.2025	CB5	532	974.6	381.1	7.51	2	92.188	7	0	21.5
	01.09.2025	CB6	534	978.1	384.6	7.43	2	107.957	5	0	21.6
	03.09.2025	CB1	562	964.2	380.2	7.54	4	98.253	6	0	21.4
	03.09.2025	CB2	548	982.7	386.9	7.52	2	111.596	5	0	21.7
	03.09.2025	CB3	544	980.3	382.4	7.51	3	107.957	7	0	21.5
	03.09.2025	CB4	562	984.4	380.1	7.54	5	98.253	5	0	21.6
	03.09.2025	CB5	560	985	384.2	7.55	2	111.596	6	0	21.8
	03.09.2025	CB6	548	965.8	386.2	7.56	5	107.957	5	0	21.7

	05.09.2025	CB1	562	966.2	377.1	7.59	2	98.253	8	0	21.4
	05.09.2025	CB2	540	948.6	376.9	7.48	3	111.596	5	0	21.5
	05.09.2025	CB3	546	949.3	376.5	7.43	4	107.957	6	0	21.6
	05.09.2025	CB4	542	947.1	368.5	7.46	2	98.253	4	0	21.8
	05.09.2025	CB5	562	956.8	369.4	7.48	3	111.596	7	0	21.7
	05.09.2025	CB6	566	974.2	374.2	7.52	3	107.957	4	0	21.4
CERRO BLANCO	08.09.2025	CB1	548	965	372.1	7.54	3	98.253	6	0	21.4
	08.09.2025	CB2	542	987.6	376.9	7.55	2	111.596	5	0	21.6
	08.09.2025	CB3	558	974.1	374.2	7.54	4	107.957	4	0	21.5
	08.09.2025	CB4	546	993.2	368.1	7.53	2	98.253	5	0	21.5
	08.09.2025	CB5	562	977.4	374.6	7.52	3	111.596	6	0	21.6
	08.09.2025	CB6	584	965.2	375.8	7.48	2	107.957	5	0	21.8
	10.09.2025	CB1	582	934.5	368.4	7.49	5	98.253	8	0	21.7
	10.09.2025	CB2	580	952.8	385.4	7.56	2	111.596	7	0	21.4
	10.09.2025	CB3	564	946.5	381.2	7.48	3	107.957	6	0	21.6
	10.09.2025	CB4	554	942.1	379.6	7.56	2	98.253	5	0	21.3
	10.09.2025	CB5	552	944.6	380	7.54	5	99.466	7	0	21.2
	10.09.2025	CB6	568	957.3	384.2	7.58	5	100.679	6	0	21.1
	12.09.2025	CB1	574	974.3	386.6	7.52	4	98.253	5	0	21.4
	12.09.2025	CB2	570	970	385	7.46	2	111.596	6	0	21.5
	12.09.2025	CB3	568	968.1	384.2	7.5	3	97.04	5	0	21.4
	12.09.2025	CB4	582	974	386.9	7.46	2	98.253	7	0	21.6
	12.09.2025	CB5	576	986.3	394.1	7.49	4	101.892	5	0	21.4
	12.09.2025	CB6	572	982.4	390.2	7.43	2	98.253	6	0	21.5

ANEXO VIII. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de san José

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENIRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
SAN JOSÉ	18.08.2025	J1	460	900.4	349.6	7.53	4	25.47	9	0	23.8
	18.08.2025	J2	480	643.4	257	7.81	5	23.05	8	0	23.8
	18.08.2025	J3	500	858.7	345.7	7.77	4	21.83	9	0	24
	18.08.2025	J4	470	900.7	359.4	7.61	4	21.83	7	0	23.6
	18.08.2025	J5	520	984.2	362.2	7.72	3	20.62	8	0	22.8
	18.08.2025	J6	480	942.1	284.1	7.84	2	25.47	9	0	23.1
	20.08.2025	J1	490	884.2	341.6	7.82	3	23.05	7	0	22.7
	20.08.2025	J2	510	964.8	345.8	7.78	4	21.83	8	0	22.8
	20.08.2025	J3	512	960.4	362.4	7.72	2	21.83	8	0	21.9
	20.08.2025	J4	486	912.4	368.2	7.68	2	19.41	9	0	21.8
	20.08.2025	J5	490	928.6	372.1	7.64	4	25.47	7	0	22.2
	20.08.2025	J6	484	932.5	370.8	7.65	2	23.05	8	0	22.3
	22.08.2025	J1	514	900	360.8	7.74	3	20.62	8	0	21.9
	22.08.2025	J2	508	928.1	377.5	7.78	2	19.41	9	0	21.8
	22.08.2025	J3	512	932.4	386.9	7.72	2	23.05	7	0	21.7
	22.08.2025	J4	506	926.8	380.4	7.82	3	26.69	8	0	21.8
	22.08.2025	J5	486	874.6	365.5	7.74	2	23.05	9	0	22.6
	22.08.2025	J6	484	882.4	368.1	7.84	2	20.62	7	0	22.3
SAN JOSÉ	25.08.2025	J1	580	932.2	392.1	7.65	2	33.964	8	0	21.2
	25.08.2025	J2	578	926.7	386	7.52	3	37.603	6	0	21.3
	25.08.2025	J3	560	914.2	382.4	7.48	2	37.603	7	0	21.6
	25.08.2025	J4	490	896	362.8	7.32	4	33.964	5	0	21.4

	25.08.2025	J5	500	902.8	377.1	7.52	2	31.538	8	0	21.5
	25.08.2025	J6	520	918.7	379.6	7.48	2	31.538	6	0	21.8
	27.08.2025	J1	540	927.6	384.5	7.66	3	29.112	5	0	22.3
	27.08.2025	J2	480	876.3	342.8	7.32	4	30.325	4	0	22.4
	27.08.2025	J3	496	884.9	351.9	7.42	3	31.538	6	0	22.1
	27.08.2025	J4	490	881.3	350.4	7.36	2	33.964	5	0	22.2
	27.08.2025	J5	560	967.4	376.4	7.34	4	35.177	4	0	22.3
	27.08.2025	J6	470	845.5	360	7.31	3	29.112	5	0	22.1
	29.08.2025	J1	498	869.4	384.9	7.36	2	27.899	6	0	22.2
	29.08.2025	J2	482	861.3	381.6	7.35	3	38.816	5	0	22.4
	29.08.2025	J3	488	874.2	387.2	7.41	2	25.473	4	0	22.1
	29.08.2025	J4	520	888.2	394.8	7.42	3	26.686	5	0	21.8
	29.08.2025	J5	516	874.6	380	7.38	2	24.26	6	0	21.8
	29.08.2025	J6	532	886.3	385.5	7.36	2	35.177	8	0	21.6
	01.09.2025	J1	540	894.1	386.7	7.4	2	23.047	5	0	21.7
	01.09.2025	J2	510	890.5	380	7.31	1	23.047	7	0	22.1
SAN JOSÉ	01.09.2025	J3	512	892.6	381.4	7.45	1	25.473	5	0	22.3
	01.09.2025	J4	516	897.4	386.5	7.38	2	32.751	2	0	21.8
	01.09.2025	J5	542	928.5	392.1	7.45	3	27.899	6	0	21.9
	01.09.2025	J6	550	946.4	394	7.33	2	24.26	5	0	22.2
	03.09.2025	J1	540	940	391.2	7.42	3	25.473	4	0	22.1
	03.09.2025	J2	534	928.6	394.4	7.41	4	27.899	5	0	22.4
	03.09.2025	J3	578	966.1	380.3	7.45	3	29.112	7	0	21.9
	03.09.2025	J4	570	954.2	385.4	7.39	2	27.899	4	0	21.7
	03.09.2025	J5	566	950.1	386.7	7.38	2	38.816	5	0	22.4
	03.09.2025	J6	552	943.1	380.2	7.42	2	25.473	6	0	22.3
	05.09.2025	J1	560	954.8	381.8	7.43	1	31.538	5	0	22.1
	05.09.2025	J2	574	966.2	396.4	7.39	3	33.964	4	0	22

SAN JOSÉ	05.09.2025	J3	580	972.4	384.6	7.41	4	35.177	5	0	21.7
	05.09.2025	J4	582	978.5	386.7	7.42	2	29.112	6	0	21.9
	05.09.2025	J5	578	958.7	365.5	7.45	3	27.899	8	0	22.1
	05.09.2025	J6	560	941.3	361.2	7.39	2	21.834	5	0	22.3
	08.09.2025	J1	572	933.4	354.7	7.44	3	19.408	7	0	22.2
	08.09.2025	J2	594	968.3	342.8	7.38	2	21.834	5	0	22
	08.09.2025	J3	602	974.7	384.1	7.42	1	25.473	6	0	22.2
	08.09.2025	J4	612	978.6	386.4	7.4	2	27.899	5	0	22.1
	08.09.2025	J5	588	823.2	341.6	7.38	2	29.112	4	0	22.3
	08.09.2025	J6	576	816.5	339.1	7.37	3	35.177	5	0	22.4
	10.09.2025	J1	594	866.2	354.2	7.45	2	29.112	2	0	21.8
	10.09.2025	J2	574	854.9	350	7.44	3	27.899	6	0	21.9
	10.09.2025	J3	586	867.1	374.2	7.42	2	38.816	5	0	22
	10.09.2025	J4	580	860	370.9	7.46	4	25.473	8	0	22.1
	10.09.2025	J5	572	848.6	352.8	7.38	2	26.686	5	0	22.3
	10.09.2025	J6	584	864.7	355.1	7.42	3	24.26	6	0	22.3
	12.09.2025	J1	596	882.5	368.5	7.45	1	27.899	5	0	22.1
	12.09.2025	J2	580	876.3	362.1	7.42	2	26.686	4	0	22.2
	12.09.2025	J3	574	861.4	352.6	7.46	1	29.112	6	0	22.4
	12.09.2025	J4	582	869.6	356.7	7.44	1	25.473	5	0	22.3
	12.09.2025	J5	568	842.1	348.2	7.39	2	24.26	2	0	22.4
	12.09.2025	J6	570	848.6	349.6	7.4	1	23.047	5	0	22.3

ANEXO IX. Registro de datos físico químicos del centro poblado de san jacinto

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENTRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
SAN JACINTO	18.08.2025	SI1	320	693	279.7	7.68	0	38.816	6	0	21.6
	18.08.2025	SI2	300	677.6	270.3	7.77	0	37.603	7	0	21.6
	18.08.2025	SI3	280	642.7	255.1	7.65	0	41.242	7	0	21.7
	18.08.2025	SI4	324	635.8	248	7.83	0	38.816	6	0	21.6
	18.08.2025	SI5	342	345.2	231.2	7.58	0	37.603	7	0	21.5
	18.08.2025	SI6	316	384.5	244.6	7.62	0	41.242	5	0	21.8
	20.08.2025	SI1	296	690	284.1	7.68	0	38.816	6	0	21.9
	20.08.2025	SI2	300	655.2	274.5	7.71	0	38.816	8	0	21.8
	20.08.2025	SI3	320	680.4	280.8	7.7	0	37.603	4	0	21.7
	20.08.2025	SI4	324	675.8	272.4	7.74	0	41.242	6	0	21.6
	20.08.2025	SI5	312	660	265.1	7.69	0	38.816	7	0	21.4
	20.08.2025	SI6	330	592.4	250.6	7.66	0	37.603	7	0	21.5
	22.08.2025	SI1	316	558.8	248.2	7.74	0	41.242	6	0	21.7
	22.08.2025	SI2	324	574.5	252.9	7.75	0	38.816	5	0	21.7
	22.08.2025	SI3	344	642.1	276.1	7.72	0	38.816	6	0	21.6
	22.08.2025	SI4	320	688.3	290.1	7.67	0	37.603	7	0	21.4
	22.08.2025	SI5	332	680.2	282.4	7.65	0	41.242	8	0	21.5
	22.08.2025	SI6	344	670	279.3	7.74	0	38.816	5	0	21.7
SAN JACINTO	25.08.2025	SI1	316	594.1	262.1	7.45	0	25.473	3	0	21.6
	25.08.2025	SI2	342	608.3	270.4	7.42	1	30.325	4	0	21.4
	25.08.2025	SI3	320	586.3	241.2	7.41	0	31.538	3	0	21.4
	25.08.2025	SI4	330	588.4	245.3	7.35	0	29.112	2	0	21.3

	25.08.2025	SI5	334	374.5	128.3	7.38	0	32.751	3	0	21.8
	25.08.2025	SI6	348	376.8	131.2	7.36	2	26.686	4	0	21.7
	27.08.2025	SI1	342	366	126.4	7.41	1	27.899	2	0	21.6
	27.08.2025	SI2	340	358.4	134.2	7.45	0	23.047	5	0	21.4
	27.08.2025	SI3	354	374.8	136.4	7.42	2	25.473	3	0	21.3
	27.08.2025	SI4	328	342.5	126.5	7.44	1	24.26	4	0	21.5
	27.08.2025	SI5	334	355.1	128.7	7.43	0	27.899	5	0	21.4
	27.08.2025	SI6	326	341.6	124	7.41	0	26.686	6	0	21.3
	29.08.2025	SI1	328	345.2	126.1	7.36	0	29.112	3	0	21.3
	29.08.2025	SI2	340	366.8	142.1	7.38	2	31.538	2	0	21.4
	29.08.2025	SI3	352	374.2	145.7	7.34	1	29.112	5	0	21.5
	29.08.2025	SI4	362	378.9	146.2	7.42	0	30.325	3	0	21.6
	29.08.2025	SI5	318	365.2	144.3	7.41	0	32.751	2	0	21.4
	29.08.2025	SI6	322	368.1	145	7.4	0	33.964	4	0	21.5
	01.09.2025	SI1	286	321.2	121.3	7.42	2	31.538	5	0	21.4
	01.09.2025	SI2	294	326.4	124.8	7.45	1	32.751	2	0	21.5
SAN JACINTO	01.09.2025	SI3	288	325.5	123.2	7.36	1	29.112	3	0	21.4
	01.09.2025	SI4	290	335.7	138.4	7.34	0	27.899	6	0	21.5
	01.09.2025	SI5	310	342.1	142.1	7.41	0	26.686	5	0	21.4
	01.09.2025	SI6	316	345	145.8	7.42	2	37.603	4	0	21.3
	03.09.2025	SI1	314	344.2	144.6	7.45	1	36.39	2	0	21.4
	03.09.2025	SI2	286	316.5	136.4	7.44	0	33.964	3	0	21.3
	03.09.2025	SI3	280	314.6	134.2	7.46	2	31.538	6	0	21.4
	03.09.2025	SI4	294	318.7	137.3	7.43	0	30.325	5	0	21.5
	03.09.2025	SI5	298	322.4	139.2	7.36	1	29.112	4	0	21.4
	03.09.2025	SI6	312	354.1	141.7	7.38	2	27.899	2	0	21.3
	05.09.2025	SI1	310	355.6	142.3	7.41	1	25.473	4	0	21.3
	05.09.2025	SI2	316	358.7	149.6	7.45	1	26.686	3	0	21.4

SAN JACINTO	05.09.2025	SI3	308	346.7	143.3	7.41	0	31.538	3	0	21.3
	05.09.2025	SI4	312	354.8	148.2	7.44	2	30.325	6	0	21.6
	05.09.2025	SI5	322	366.8	150.2	7.36	0	29.112	5	0	21.4
	05.09.2025	SI6	326	374	152.1	7.38	1	33.964	4	0	21.5
	08.09.2025	SI1	318	365.2	149.6	7.36	1	38.816	5	0	21.3
	08.09.2025	SI2	324	367.4	153.1	7.42	1	36.39	2	0	21.4
	08.09.2025	SI3	304	362.1	152	7.45	0	37.603	3	0	21.5
	08.09.2025	SI4	310	365	154.8	7.44	2	26.686	6	0	21.6
	08.09.2025	SI5	318	366.4	155.6	7.39	0	33.964	2	0	21.2
	08.09.2025	SI6	314	362.7	148.7	7.41	1	29.112	4	0	21.4
	10.09.2025	SI1	286	341.5	145.2	7.43	1	31.538	5	0	21.3
	10.09.2025	SI2	294	386.4	154.2	7.34	0	29.112	3	0	21.2
	10.09.2025	SI3	288	374.6	146.8	7.38	0	33.964	6	0	21.2
	10.09.2025	SI4	296	378.8	147.1	7.34	2	26.686	5	0	21.5
	10.09.2025	SI5	302	384.1	152.1	7.38	1	37.603	4	0	21.3
	10.09.2025	SI6	318	386.9	156.2	7.44	1	40.029	2	0	21.4
	12.09.2025	SI1	330	394.2	162.8	7.41	0	37.603	5	0	21.7
	12.09.2025	SI2	318	380.2	160.3	7.42	2	36.39	6	0	21.6
	12.09.2025	SI3	314	374.9	158.9	7.44	1	35.177	3	0	21.5
	12.09.2025	SI4	324	376.4	189.4	7.41	0	29.112	4	0	21.6
	12.09.2025	SI5	330	378	190.1	7.46	2	37.603	5	0	21.3
	12.09.2025	SI6	318	372.1	188.2	7.34	1	29.112	2	0	21.4

ANEXO X. Registro de datos fisico químicos del centro poblado de motocachy

REGISTRO DE DATOS DE MUESTRAS DE AGUA DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE NEPEÑA											
CENTRO POBLADO	FECHA	MUESTRA	DUREZA (ppm)	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	TDS (mg/L)	PH	TURBIDEZ	CLORUROS (ppm)	SULFITOS (ppm)	CLORO LIBRE DPD (ppm)	T°
MOTOCACHI	18.08.2025	M1	340	577.2	236.3	8.18	3	21.83	10	0	21.4
	18.08.2025	M2	360	582.11	232.4	8.07	2	23.05	9	0	21.3
	18.08.2025	M3	380	580.2	232	8.06	4	20.62	10	0	21.3
	18.08.2025	M4	368	603.5	239.7	8.01	3	19.41	9	0	21.6
	18.08.2025	M5	370	621.5	245.8	8.12	3	21.83	11	0	21.4
	18.08.2025	M6	420	584.2	236.1	8.16	2	23.05	10	0	21.2
	20.08.2025	M1	380	570.6	234	8.06	1	20.62	12	0	21.2
	20.08.2025	M2	390	588.1	238.2	8.04	2	19.41	11	0	21.4
	20.08.2025	M3	386	610.2	241.5	8.16	2	21.83	12	0	21.6
	20.08.2025	M4	394	574.2	239.6	7.96	3	23.05	11	0	21.4
	20.08.2025	M5	386	584.6	238.4	8.11	1	20.62	12	0	21.8
	20.08.2025	M6	380	590.4	236.6	8.08	2	21.83	13	0	21.6
	22.08.2025	M1	382	612.2	236.1	8.14	2	21.83	10	0	21.7
	22.08.2025	M2	390	584.4	241.7	8.16	1	18.2	9	0	21.5
	22.08.2025	M3	410	574.6	240.2	8.02	2	15.77	8	0	21.4
	22.08.2025	M4	370	582.6	251.2	8.06	3	19.41	11	0	21.3
	22.08.2025	M5	376	588.1	249.5	7.94	2	21.83	12	0	21.4
	22.08.2025	M6	420	574.1	245.5	8.02	1	23.05	12	0	21.3

ANEXO XI. Registro de datos microbiológicos de los centros poblados del distrito de nepeña

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANÁLISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
HUACATAMBO	18.08.2025		228	1.1	NO CONFORME	
	22.08.2025		101	1.1	NO CONFORME	
	25.08.2025		345	1.1	NO CONFORME	
	29.08.2025		268	2.2	NO CONFORME	
	01.09.2025		132	0	CONFORME	
	05.09.2025		128	1.1	NO CONFORME	
	08.09.2025		396	3.6	NO CONFORME	
	12.09.2025		121	1.1	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANÁLISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
CAPELLANÍA	18.08.2025		164	1.1	NO CONFORME	
	22.08.2025		182	1.1	NO CONFORME	
	25.08.2025		365	2.2	NO CONFORME	
	29.08.2025		452	3.6	NO CONFORME	
	01.09.2025		214	1.1	NO CONFORME	
	05.09.2025		165	2.2	NO CONFORME	
	08.09.2025		98	1.1	NO CONFORME	
	12.09.2025		124	2.2	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANÁLISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
NEPEÑA	18.08.2025		MNPC	23	NO CONFORME	
	22.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	25.08.2025		MNPC	16.1	NO CONFORME	
	29.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	01.09.2025		MNPC	9.2	NO CONFORME	
	05.09.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	08.09.2025		MNPC	5.1	NO CONFORME	
	12.09.2025		MNPC	9.2	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANÁLISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
CERRO BLANCO	18.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	22.08.2025		MNPC	16.1	NO CONFORME	
	25.08.2025		MNPC	9.2	NO CONFORME	
	29.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	01.09.2025		684	6.9	NO CONFORME	
	05.09.2025		MNPC	9.2	NO CONFORME	
	08.09.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	12.09.2025		MNPC	9.2	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANALISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
SAN JOSE	18.08.2025		MNPC	92	NO CONFORME	
	22.08.2025		MNPC	92	NO CONFORME	
	25.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	29.08.2025		MNPC	6.9	NO CONFORME	
	01.09.2025		MNPC	92	NO CONFORME	
	05.09.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	08.09.2025		MNPC	92	NO CONFORME	
	12.09.2025		MNPC	5.1	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANALISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
SAN JACINTO	18.08.2025		MNPC	>23	NO CONFORME	
	22.08.2025		MNPC	23	NO CONFORME	
	25.08.2025		MNPC	16.1	NO CONFORME	
	29.08.2025		MNPC	12	NO CONFORME	
	01.09.2025		MNPC	92	NO CONFORME	
	05.09.2025		MNPC	23	NO CONFORME	
	08.09.2025		MNPC	16.1	NO CONFORME	
	12.09.2025		MNPC	23	NO CONFORME	

LOTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE ANALISIS	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	CONCLUSION	OBSERVACIÓN
MOTOCACHY	18.08.2025		268	1.1	NO CONFORME	
	22.08.2025		MNPC	3.6	NO CONFORME	
	25.08.2025		324	1.1	NO CONFORME	
	29.08.2025		468	1.1	NO CONFORME	
	01.09.2025		421	3.6	NO CONFORME	
	05.09.2025		365	5.1	NO CONFORME	
	08.09.2025		128	1.1	NO CONFORME	
	12.09.2025		384	2.2	NO CONFORME	

REGISTRO FOTOGRAFICO



Ilustración 10 Muestras de agua de centros poblados del distrito de Nepeña



Ilustración 11 Solución requerida para la determinación de dureza

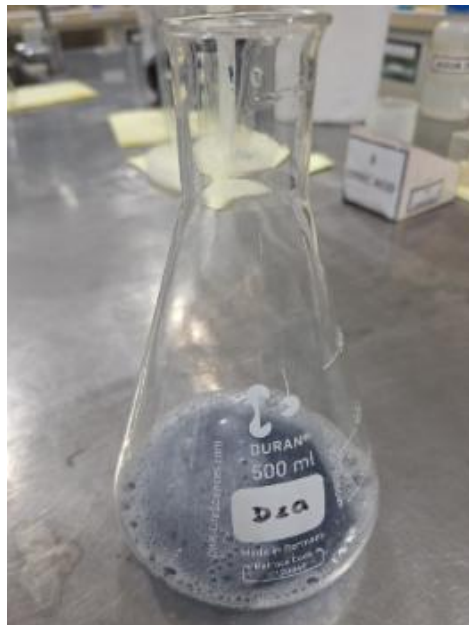


Ilustración 12 Determinación de dureza de la muestra de agua del centro poblado de San José



Ilustración 13 Determinación de la conductividad y pH de la muestra del centro poblado de San Jacinto.



Ilustración 14 Determinación de sólidos totales disueltos de la muestra del centro poblado de San Jacinto.



Ilustración 15 Determinación de sólidos totales disueltos de la muestra del centro poblado de Huacatambo.



Ilustración 16 Solución requerida para la determinación de cloruros.

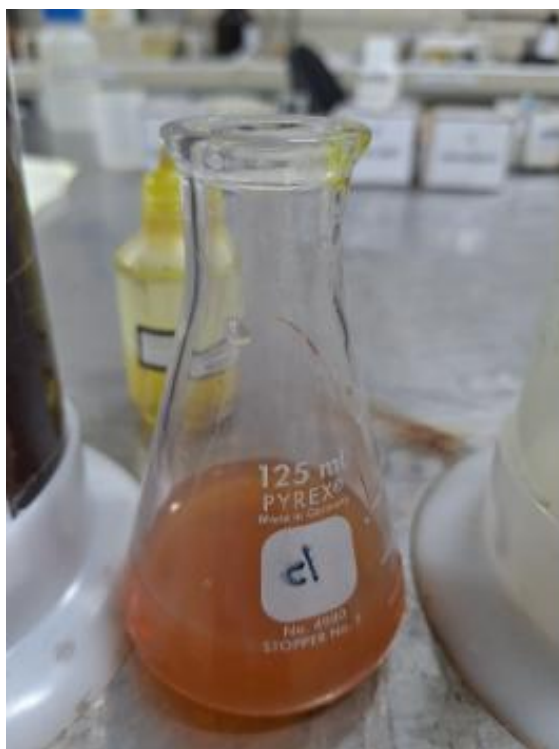


Ilustración 17 Determinación de cloruros de la muestra del centro poblado de Motocachi.



Ilustración 18 Reactivo requerido para la determinación de cloro libre residual.

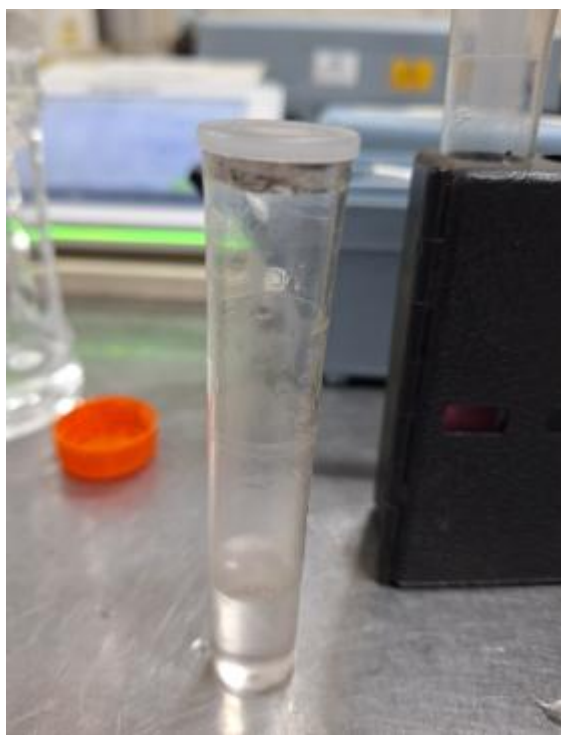


Ilustración 19 Muestra de agua del centro poblado de Huacatambo para su respectivo análisis de cloro.



Ilustración 20 Muestra analizada con el kit para determinar cloro libre residual del centro poblado de Huacatambo.



Ilustración 21 Petri Film positivo para recuento de Bacterias Heterotróficas.

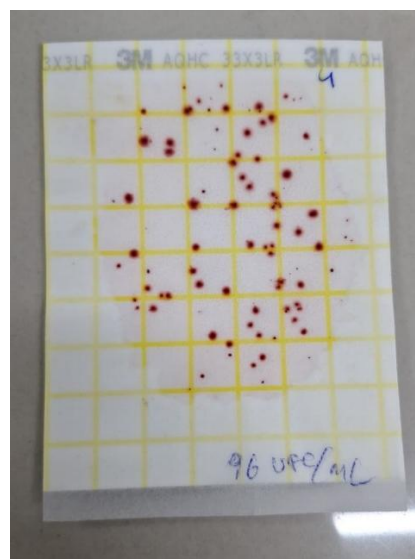


Ilustración 22 Petri Film positivo para recuento de Bacterias Heterotróficas.

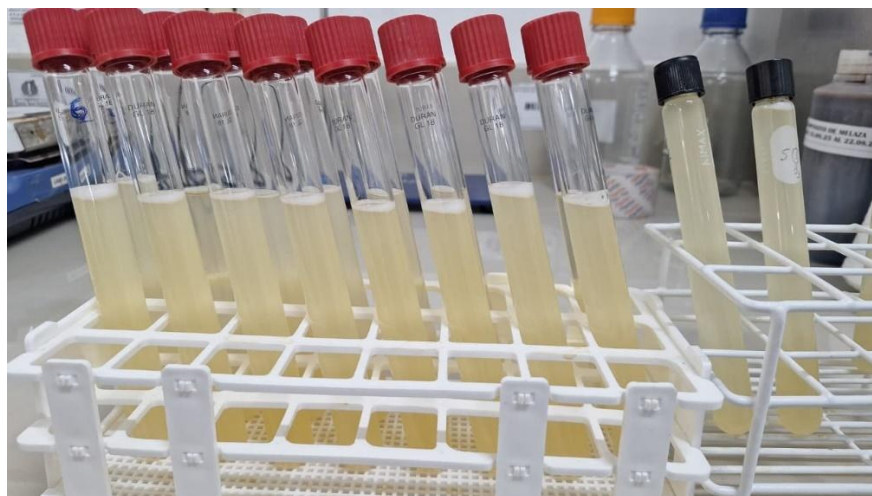


Ilustración 23 Prueba presuntiva para análisis de coliformes Totales.

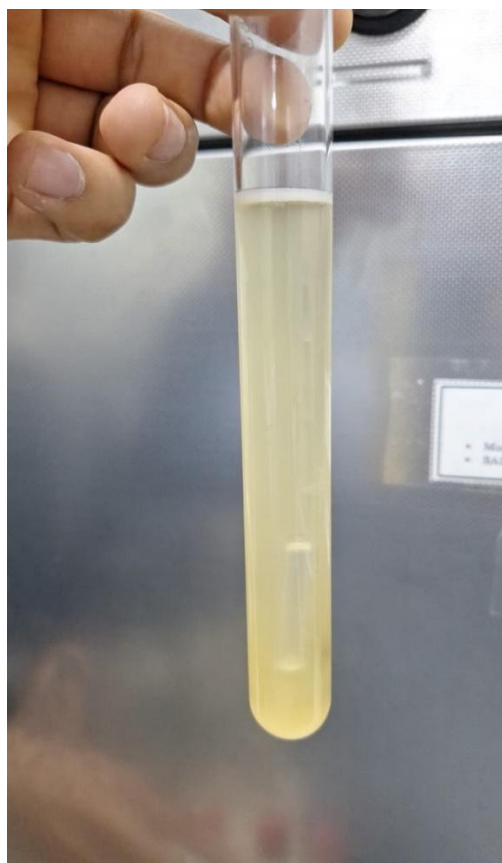


Ilustración 24 Prueba presuntiva positiva para análisis de coliformes Totales

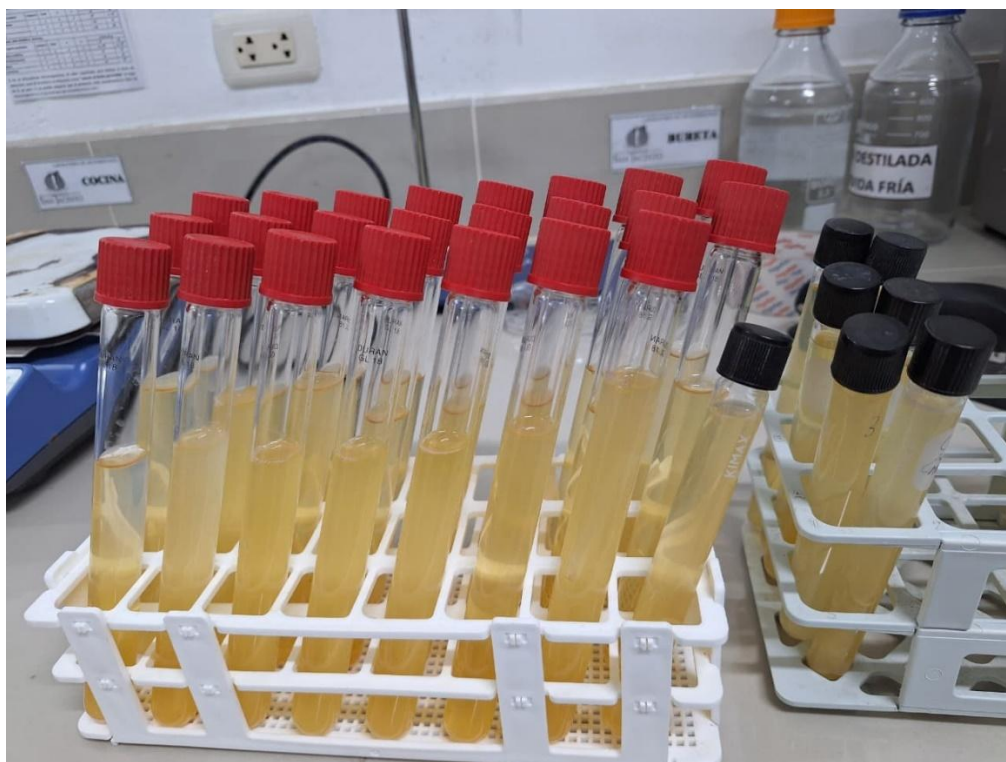


Ilustración 25 Prueba presuntiva para análisis de coliformes Totales. (Formación de turbidez y burbujas dentro de la campana)

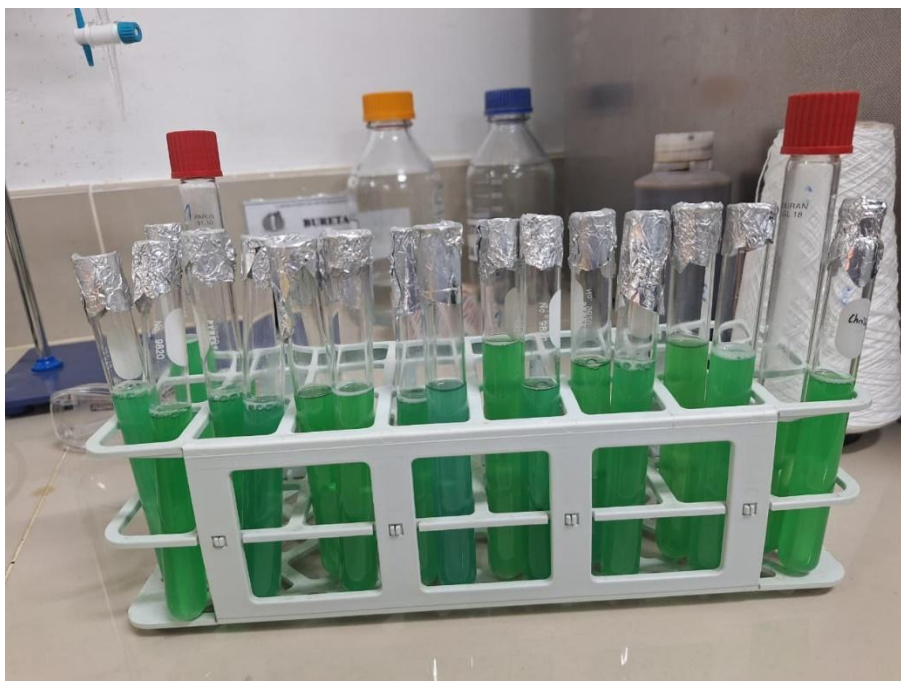
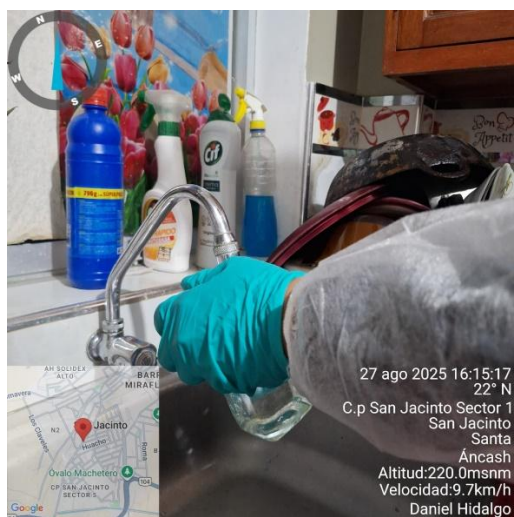


Ilustración 26 Preparación del medio para la prueba confirmativa para análisis de Coliformes Totales





Ilustración 27 Muestras positivas confirmativas para coliformes totales. (Formación de burbujas y turbidez)



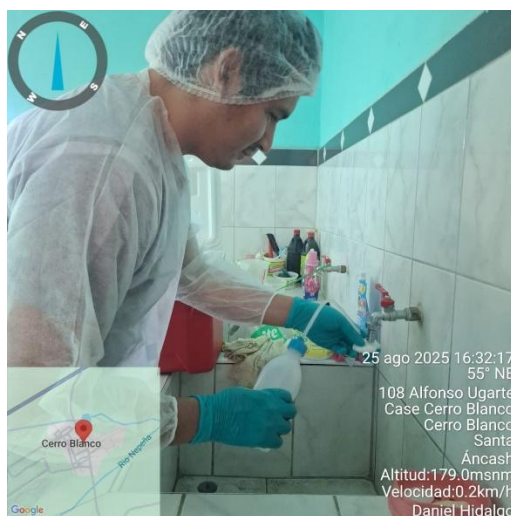
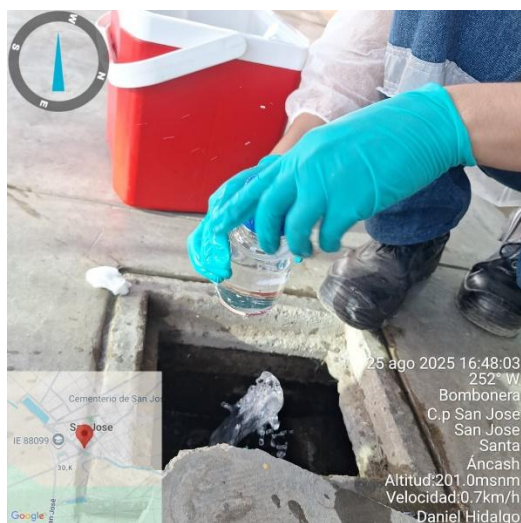


Ilustración 28 Toma de muestra de los centros poblados del distrito de Nepeña.

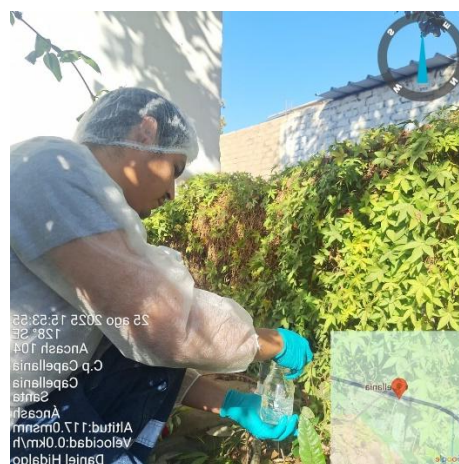


Ilustración 29 Toma de muestra de los centros poblados del distrito de Nepeña.