

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
Y LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS EN EL CENTRO
POBLADO SUPTE SAN JORGE, 2024**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

YESSENIA SOLANGE VIVIANO CORTEZ

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°029-2026-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 07 de noviembre de 2025, a horas 08:00 a.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS EN EL CENTRO POBLADO SUPTE SAN JORGE, 2024”

Presentado por la Bachiller: **VIVIANO CORTEZ, YESSENIA SOLANGE** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 04 de marzo de 2026

Ing. MSc. ABBY S. DA CRUZ RODRIGUEZ
PRESIDENTE

Ing. MSc. SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO
MIEMBRO



Dra. ANGIE TATYANA FERNANDEZ ESCOBAR
MIEMBRO

Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 097 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CALIDAD DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS EN EL CENTRO POBLADO SUPTE SAN JORGE, 2024	YESSENIA SOLANGE VIVIANO CORTEZ	08 % Ocho	Menor a 20 %

Tingo María, 26 de marzo de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
Y LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS EN EL CENTRO
POBLADO SUPTE SAN JORGE, 2024**

Autor	: Viviano Cortez, Yessenia Solange
Asesor	: Dr. Ore Cierzo, Luis Eduardo
Programa de investigación	: Gestión Ambiental
Línea de investigación	: Gestión Ambiental
Eje temático de investigación	: Gestión de contaminación
Lugar de ejecución	: Centro poblado Supte San Jorge
Duración	: 10 meses
Financiamiento	: Propio

Tingo María-Perú. 2025

DEDICATORIA

A mi padre Ricardo, por inculcarme la responsabilidad y enseñanzas que formarán parte de mi ética profesional, como también el enseñarme que a las cosas negativas se les puede sacar una sonrisa.

A mi madre Yessenia, ambiciosa, por estar siempre guiándome en mi camino con sus enseñanzas y vivencias propias, ayudándome a establecer mis objetivos para encontrar el éxito.

A mi hermano Jheramy por siempre estar presente en todo el proceso que conllevo mi carrera universitaria, mencionándome esos chistes malos que siempre nos sacaban una sonrisa. Espero con ansias asistir a tu titulación.

A mi hermano Djorkaef, por tenerme de ejemplo para trazar sus metas que cumpliré en el futuro. Tienes las ideas claras a tu corta edad y sé que debido a eso lograrás todo lo que te propongas.

A mi papá Hernán, por confiar en mis capacidades y mostrarme su apoyo en la realización de la tesis para poder llegar hasta este momento. Te prometo que asistiremos al próximo mundial.

A mi mamá Ana, quien siempre me recibía con una sonrisa y un plato de comida cada que nos veíamos , hoy en mi titulación no te puedo ver físicamente, pero sé que desde el cielo estas emocionada mandándome tu apoyo y cariño.

A mi primita Rubi, tu perdida fue un golpe duro durante la ejecución de la presente tesis, se fue la alegría de nuestro hogar, pero tengo por seguro que cuando nos volvamos a encontrar seguirás manteniendo la esencia pura y alegre que te caracterizaba.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi casa de estudios superior y brindarme las enseñanzas, experiencias, recuerdos y valores que formarán parte de mí de aquí en adelante.

A mi asesor por brindarme los conocimientos, paciencia y su tiempo para llegar hasta es punto, como también por ser parte de mi formación académica.

A mis jurados los cuales me han brindado sus opiniones que sirvió para presentarles un buen trabajo

Al ingeniero Richard, por ayudarme y enseñarme la realización de los análisis. Además de sus consejos que pondré en práctica.

Al JASS de Supte San Jorge, especialmente al señor Eduardo Rojas, por brindarme información acerca del funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua.

A la población de Supte San Jorge, por participar en la encuesta que era necesario para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

Página

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Nacionales	3
2.1.2. Internacionales	6
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Calidad de agua	7
2.2.2. Calidad microbiológica del agua	8
2.2.3. Estándar de Calidad Ambiental para agua	8
2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua	9
2.2.5. Satisfacción del usuario	11
2.3. Marco conceptual	11
2.3.1. Agua potable	11
2.3.2. Muestra	12
2.3.3. pH	12
2.3.4. Conductividad	12
2.3.5. Sólidos Totales Disueltos	12
2.3.6. Oxígeno Disuelto	12
2.3.7. Turbiedad	13
2.3.8. Color	13
2.3.9. Nitratos	13
2.3.10. Nitritos.....	13
2.3.11. Cloro residual.....	14
2.3.12. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	14
2.3.13. Coliformes Totales	14
2.3.14. Coliformes Termotolerantes.....	14
2.3.15. Cadmio	15

2.3.16.	Plomo	15
2.3.17.	Zinc	15
2.3.18.	Cobre	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Lugar de ejecución	16
3. 1. 1.	Ubicación política de la zona de estudio	16
3. 1. 2.	Ubicación geográfica de la zona de estudio	16
3. 1. 3.	Características generales de la zona	16
3. 1. 4.	Sistema de Abastecimiento	17
3.2.	Materiales y métodos	18
3.2.1	Materiales y equipos.....	18
3.2.2	Metodología.....	18
3.3.	Criterio y análisis de estudio	29
3.3.1.	Nivel de investigación	29
3.3.2.	Tipo de investigación.....	29
3.3.3.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	29
3.3.4.	Operacionalización de variables	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Determinación de la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	32
4.1.1.	Análisis de los parámetros fisicoquímicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto	32
4.1.2.	Análisis de la satisfacción de usuarios en los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto.....	51
4.1.3.	Relación de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario.....	59
4.2.	Determinación de la relación entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	59
4.2.1.	Análisis de los parámetros inorgánicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto	64
4.2.2.	Análisis de la satisfacción de usuarios en los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto.....	74
4.2.3.	Relación de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario	79

4.3. Determinación de la relación entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	84
4.3.1. Análisis de los parámetros microbiológicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto	84
4.3.2. Análisis de la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	89
4.3.3. Relación de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario	94
4. 4. Medición de la relación entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge	98
V. CONCLUSIONES.....	101
VI. PROPUESTAS A FUTURO	102
VII. REFERENCIAS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Valores admisibles para los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos según la categoría 1, subcategoría A, A1.....	8
2. Información de los sistemas de abastecimiento del centro poblado Supte San Jorge.....	17
3. Métodos para el análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	20
4. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción.....	23
5. Métodos para el análisis de los parámetros inorgánicos.....	24
6. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción	25
7. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción.....	28
8. Operacionalización de variables	30
9. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros fisicoquímicos	51
10. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros fisicoquímicos.....	55
11. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en Vista Alegre	60
12. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en Supte Alto.....	61
13. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros fisicoquímicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre.....	61
14. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros fisicoquímicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto.....	62

15.	Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros inorgánicos	73
16.	Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros inorgánicos.....	75
17.	Prueba de normalidad de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario de Vista Alegre.....	78
18.	Prueba de normalidad de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario de Supte Alto.....	79
19.	Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros inorgánicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre.....	80
20.	Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros inorgánicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto.....	81
21.	Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros microbiológicos.....	88
22.	Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros microbiológicos.....	91
23.	Prueba de normalidad de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario de Vista Alegre.....	93
24.	Prueba de normalidad de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario de Supte Alto.....	94
25.	Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros microbiológicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre.....	95
26.	Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros microbiológicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto.....	96
27.	Prueba de normalidad de las variables de la investigación.....	97
28.	Prueba de hipótesis Rho de Spearman.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Etiqueta para las muestras de agua.....	20
2. Etiqueta para las muestras de agua.....	24
3. Etiqueta para las muestras de agua.....	26
4. Procedimiento para la siembra.....	27
5. Concentración de pH en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	32
6. Concentración de la conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	34
7. Concentración de sólidos totales disueltos (ppm) en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto.....	35
8. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	37
9. Concentración de turbiedad (NTU) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	39
10. Medición del color (Pt/Co) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	41
11. Concentración de nitratos (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.	43
12. Concentración de nitritos (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	45
13. Concentración de cloro residual (mg/L) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	47
14. Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	49
15. Concentración de cadmio (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	64

16.	Concentración de plomo (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	66
17.	Concentración de zinc (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	68
18.	Concentración de cobre (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	69
19.	Concentración de coliformes totales (NMP/100 ML) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	84
20.	Concentración de coliformes termotolerantes (NMP/100 ML) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.....	86
21.	Reservorio de agua de Vista Alegre	144
22.	Reservorio de agua de Supte Alto	144
23.	Recolección de muestras de agua del reservorio Supte Alto	145
24.	Recolección de muestras de agua	145
25.	Recolección de las muestras de agua del reservorio Vista Alegre	146
26.	Recolección de muestras de agua	146
27.	Recolección de la muestra de agua de la conexión domiciliaria	147
28.	Recolección de las muestras de agua de la conexión domiciliaria	147
29.	Recolección de las muestras de agua de la conexión domiciliaria	148
30.	Análisis fisicoquímico de las muestras de agua	148
31.	Análisis fisicoquímico de las muestras de agua	149
32.	Análisis del Nitrato en las muestras de agua	149
33.	Medición de parámetros fisicoquímicos en las muestras de agua	150
34.	Análisis de coliformes termotolerantes de las muestras de agua.....	150
35.	Análisis de coliformes totales de las muestras de agua	151
36.	Análisis de los parámetros bacteriológicos	151
37.	Lectura del análisis bacteriológico de las muestras de agua	152
38.	Lectura del análisis bacteriológico de las muestras de agua	152
39.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	153
40.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	153
41.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	154

42.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	154
43.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	155
44.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	155
45.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	156
46.	Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario	156

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo medir la relación entre la calidad ambiental del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge, 2024. El estudio fue de nivel correlacional, ya que buscó establecer la relación estadística entre dos variables, verificando si las variaciones en la calidad del agua guardan relación con los cambios con la satisfacción del usuario. Para la calidad del agua se evaluaron parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos que fueron comparados con la normativa vigente y para la satisfacción de los usuarios se aplicó un total de 134 encuestas en total a Vista Alegre y Supte Alto. Para el análisis estadístico se empleó el coeficiente de correlación Rho de Spearman. Los resultados evidenciaron que no existe una relación estadísticamente significativa entre la calidad del agua y la satisfacción del usuario ($\rho = 0.067$; $p = 0.440$). De manera específica, los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos mostraron correlaciones débiles y no significativas, mientras que los parámetros microbiológicos presentaron correlaciones negativas moderadas, pero igualmente sin significancia estadística. Concluyendo que la calidad del agua, evaluada a través de sus componentes fisicoquímicos, inorgánicos y bacteriológicos, no influyen significativamente en la satisfacción de los usuarios en los sistemas de abastecimiento. La satisfacción podría estar asociada a factores operativos como la continuidad del servicio, la presión y la confianza en la gestión del sistema.

Palabras clave: *sistema de abastecimiento, satisfacción, cadmio, plomo, coliformes*

ABSTRACT

The objective of the present research was to measure the relationship between the environmental quality of the water from the supply systems and the satisfaction of the clients in the town of Supte San Jorge, [Peru,] during 2024. The study was of a correlational level, since the goal was to establish the statistical relationship between two variables, verifying if the variations in the water quality had a relationship with the changes in the client satisfaction. For the water quality, the physicochemical, inorganic and microbiological parameters were evaluated and compared to the current standards, and for the clients' satisfaction, a total of 134 surveys were done in Vista Alegre and Supte Alto. For the statistical analysis, Spearman's Rho coefficient of correlation was used. The results evidenced that a statistically significant relationship did not exist between the water quality and the client satisfaction ($\rho = 0.067$; $p = 0.440$). In a specific manner, the physicochemical and inorganic parameters revealed weak and non-significant correlations, while the microbiological parameters presented moderately negative correlations, but equally were not statistically significant. It was concluded that the water quality, evaluated through the physicochemical, inorganic and bacteriological components, did not significantly influence the satisfaction of the clients of the supply systems. The satisfaction could be associated to operational factors, such as the continuity of service, the pressure and the trustworthiness of the management system.

Keywords: supply system, satisfaction, cadmium, lead, coliforms

I. INTRODUCCIÓN

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho. Esto implica que todos los ciudadanos, con igualdad de condiciones, deben contar con agua asequible y de calidad en todo momento, independientemente de su uso. Garantizar este recurso es esencial para la salud, y su disponibilidad contribuye a disminuir la pobreza y promover el desarrollo del país.

El centro poblado, Supte San Jorge, enfrenta complicaciones de abastecimiento de agua debido a la disminución del caudal en sus fuentes de agua que lo abastecen, se realiza interrupciones del servicio por varias horas y solo se reanuda en un lapso de horas para el uso de la población.

La ingesta de agua contaminada afecta la salud pública y favorece la aparición de enfermedades como cólera, hepatitis y disentería. Una insatisfacción con los servicios que se le brinda a una comunidad puede influir de manera negativa en la participación ciudadana debido a que no se involucrarían en participar en consultas públicas y en la contribución de la toma de decisiones. Al tener en cuenta la información que se obtenga al conocer la satisfacción se puede identificar áreas de oportunidad y realizar ajustes para tener una mejora continua que beneficien a la comunidad.

Con el propósito de evaluar las características del agua, se analizan muestras verificando la ausencia de bacterias patógenas, presencia de metales pesados, niveles de cloro y transparencia, entre otros parámetros. Además, las interrupciones en el suministro evidencian incomodidades en la población respecto al servicio recibido.

La investigación se justifica por la necesidad de evaluar la calidad del agua potable percibidos por los usuarios del centro poblado Supte San Jorge en épocas de baja caudal. Asimismo, busca determinar si el agua es apta para el consumo humano, lo cual es clave para prevenir enfermedades. Además, se analiza el nivel de conformidad de las personas frente al servicio de abastecimiento, considerando las molestias por cortes en el suministro durante el estiaje, que generan gastos adicionales y prácticas inadecuadas de almacenamiento que podrían afectar la salud. En ese contexto, se formula el problema general: “¿Existe relación entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la

satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge, 2024?”, con la hipótesis: “Existe relación significativa entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge.”

1.1. Objetivo general

Medir la relación entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge, 2024

1.2. Objetivos específicos

Determinar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

Determinar la relación entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

Determinar la relación entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Huanay (2021), desarrollo una investigación con la finalidad de determinar la calidad del agua del sistema de abastecimiento del centro poblado Las Palmeras, Churubamba (Huánuco), el estudio consideró parámetros fisicoquímicos, así como microbiológicos. Las muestras se tomaron en diversos puntos del sistema: el reservorio, una vivienda inicial, una intermedia y una final. A excepción del cloro residual, cuyo valor era menor al mínimo requerido, todos los parámetros mencionados estaban dentro de los límites máximos permisibles (LMP). Esta deficiencia se debe a la ausencia de la etapa de cloración en el tratamiento del agua. La falta de cloro residual está relacionada con la presencia de bacterias coliformes totales y termotolerantes, ya que no se alcanza el valor establecido en la normativa nacional (0.5 mg/L).

Salas y Martínez (2022) evaluaron el sistema de agua potable en el sector Miraflores, Huancavelica, enfocándose en sus componentes. En la fuente de Chachascucho, los niveles de cobre, aluminio y arsénico estuvieron por debajo del margen establecido, mientras que el hierro varió entre 0.201 mg/L y 0.391 mg/L en las dos muestras analizadas.

Lachos (2024) estudió calidad del agua de los sistemas que suministran agua al distrito de Castillo Grande (Leoncio Prado). El estudio abarcó dos sistemas administrados por la JASS Picuroyacu y Seda Huánuco, evaluando los siguientes parámetros: organolépticos (turbidez, color y olor), físicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica), químicos (cloro residual, aluminio, arsénico, zinc, cloruros, cobre, hierro, manganeso, nitratos, nitritos, sulfatos, dureza) y microbiológicos durante seis meses en tres lugares de muestreo. Se demostró, que la mayoría de los indicadores evaluados se encontraban dentro de los Límites Máximos Permisibles; sin embargo, se observó la existencia de bacterias coliformes totales, termotolerantes y heterotróficas en

el agua analizada, lo que demuestra una posible contaminación microbiológica que compromete su calidad y seguridad.

Suarez (2023) evaluó la relación entre la calidad del agua potable y la conformidad de la población Seda Huánuco S.A. en la ciudad Tingo María durante el 2019. El estudio diagnóstico parámetros físicoquímicos, microbiológicos y metales pesados durante cuatro meses. Se encontraron excedencias en fósforo total y presencia de *Vibrio cholerae*, aunque se clasificó el agua como 'Buena', siendo apta para el consumo. El análisis mostró una correlación débil y positiva entre la calidad del agua y la conformidad de los usuarios, reflejada por un coeficiente de correlación de Spearman.

Gutiérrez (2016), analizó cómo la calidad del saneamiento influía en la satisfacción de los usuarios en Juanjuí durante 2016. Para ello, aplicó encuestas a una muestra de 150 usuarios, cuyos resultados fueron analizados y mostrados a través de tablas y gráficos estadísticos. El estudio concluyó que los usuarios perciben el saneamiento como 'regular', debido a fallas en el suministro de agua, problemas en la recolección de residuos y la presencia de vectores. Asimismo, se verificó una relación estadísticamente significativa entre el desempeño del sistema de saneamiento y la percepción de conformidad de los usuarios, a través de la prueba estadística Chi Cuadrado de Pearson, con un 95 % de confiabilidad.

León & Pretell (2023), evaluaron el grado de conformidad de los usuarios respecto a las condiciones del recurso hídrico en Santiago de Cao, La Libertad, donde operan dos sistemas de abastecimiento: uno público (Pozo La Noria) y otro privado (Puquio). En el caso del pozo la Noria, el agua subterránea es extraída y enviada a un reservorio elevado para su posterior distribución domiciliaria. El sistema Puquio se basa en la extracción y venta de agua subterránea en bidones por comerciantes locales para evaluar su calidad, se analizaron parámetros de calidad del agua, abarcando aspectos como pH, conductividad, contenido de minerales y presencia de coliformes. Se tomaron muestras en tres puntos: captación del Pozo la Noria, una vivienda dentro de la localidad y la fuente privada Puquio. Asimismo, para establecer el grado de satisfacción, se aplicó encuestas a 106 pobladores. Los resultados mostraron una correlación directa entre la percepción de los usuarios y la calidad del recurso hídrico, indicando que los consumidores tienden a rechazar servicios que no garantizan condiciones seguras y

adecuadas. En una de las viviendas evaluadas, se detectaron excedencias en varios parámetros, como conductividad, dureza, sulfatos, sólidos disueltos, coliformes totales y arsénico, superando los límites establecidos.

Ñahui (2023), evaluó la calidad del agua destinada al uso doméstico en el distrito de Yauli, Huancavelica, mediante el análisis de indicadores relacionados con la composición fisicoquímica y la presencia de agentes biológicos. Las muestras se recolectaron en cuatro reservorios ubicados en los centros poblados de Izcumachay, Villa Hermoza, Toreccacca y Chocan I. El estudio concluyó que en Villa Hermoza y Toreccacca se superaron los límites permitidos para coliformes totales y fecales según el D.S. N.º 004-2017-MINAM, evidenciando un riesgo sanitario para la población.

Gutiérrez (2022) examinó la relación entre las condiciones microbiológicas del recurso hídrico y la valoración del servicio por parte de los pobladores de Samegua, Moquegua. Se analizaron muestras en 31 puntos de los procesos de potabilización y abastecimiento y se encuestó a igual número de familias. El 41.94 % de las muestras presentó coliformes, evidenciando que parte del agua no es segura para el consumo; no obstante, el 77.42 % de los usuarios se mostró conforme con el servicio. El estudio concluyó que existe una correlación positiva moderada entre ambos aspectos (Rho de Spearman = 0.573).

Vicuña (2019) investigó la relación entre condiciones de recurso hídrico y el agrado de los usuarios en el centro poblado de Olleros, Huaraz. Para ello, se consideraron cinco puntos de muestreo: captación, reservorio, conexión domiciliaria 1, conexión domiciliaria 2 y conexión domiciliaria 3, recolectando muestras en época de lluvia y de estiaje. Estas fueron analizadas considerando doce parámetros fisicoquímicos, once metales y cuatro microbiológicos. Asimismo, se encuestaron treinta hogares cercanos a los puntos de muestreo, aunque los parámetros fisicoquímicos cumplían con la normativa (D.S. 031-2010-SA), se detectaron niveles bajos de cloro residual y excedencias microbiológicas, especialmente en época de lluvias, lo que representa un riesgo sanitario. Aun así, los beneficiarios mostraron alto agrado. El estudio concluyó que existe una dependencia directa entre la calidad del agua y la percepción que tienen los consumidores.

Salcedo et al. (2013) analizaron la presencia de plomo, cadmio y mercurio en el recurso hídrico destinado al uso humano en Huacho, mediante muestras tomadas cerca de ocho pozos y evaluadas por espectrofotometría de absorción atómica. Las concentraciones detectadas no superaron los límites permitidos establecidos por la OMS, concluyéndose que no existe riesgo por metales pesados.

Puma & Álvarez (2019) analizó la relación entre la calidad del servicio brindado por la EPS EMAPAT S.A ubicado en la ciudad de Puerto Maldonado con la satisfacción del usuario, evaluando así a 376 usuarios de una población total de 18357 personas que son beneficiadas. Encontrando que existe una relación entre ambas variables, donde la seguridad, la empatía y elementos tangibles poseen una influencia directa en la satisfacción de estos usuarios.

2.1.2. Internacionales

Según Cuaspud (2020), evaluó el servicio artesanal de suministro de agua en la vereda San Vicente, municipio de Dagua, Colombia, el cual se alimenta de la quebrada San Rafael y pasa por un desarenador, una represa y tres tanques de almacenamiento. El análisis de muestras reveló que la turbiedad, el color y las bacterias superaban los niveles máximos aceptados por la normativa nacional, atribuyéndose principalmente a la falta de mantenimiento del desarenador, lo que deteriora la calidad del agua suministrada.

Bolaños (2023), examinó las características físicas, químicas y biológicas del servicio de agua potable en su comunidad del distrito Las Brisas, así como el estado del agua del río Jilguero que la atraviesa. Para ello, se recolectaron muestras representativas de ambos cuerpos de agua. Los valores registrados mostraron que el agua distribuida por la red refleja condiciones sanitarias adecuadas. En contraste, el agua del río Jilguero mostró signos de contaminación, atribuida principalmente a la intensa actividad agrícola en las laderas cercanas a su cauce. El uso excesivo de fertilizantes para mantener los pastos ha generado suelos más susceptibles a la erosión, lo cual favorece el desprendimiento de partículas orgánicas e inorgánicas y el arrastre de sedimentos hacia el río.

Blanco et al. (1998) evaluaron la presencia de metales pesados en 180 muestras de agua obtenidas de distintos puntos en la región Salamanca. Los resultados mostraron que el 56 % de las muestras excedían los niveles permitidos de cadmio y el 28 % los de plomo concluyendo que la contaminación fue atribuida principalmente a las características geológicas del área.

De Miguel y Vásquez (2006), expusieron los factores principales de origen humano, natural y ambiental que influyen en la presencia elevada de compuestos nitrogenados, especialmente en el contexto de Cuba. En la zona sur del Valle del Centro se registraron concentraciones de nitrato de 11.70 mg/Litro y nitrito de 0.176 mg/L. En Holguín, los niveles fueron aún más elevados, con 22.25 mg/L de nitrato y 0.274 mg/L de nitrito. Estos hallazgos son alarmantes, ya que los niveles detectados pueden acarrear serias repercusiones para la salud de la población, entre ellas la metahemoglobinemia, una intoxicación de la sangre causada por la elevada presencia de nitratos y nitritos.

2.2.Marco teórico

2.2.1.Calidad de agua

Mamani et al. (2022), indica que la alteración de las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y ecológicas de un cuerpo de agua incide directamente en la condición de este recurso.

La naturaleza del agua puede resultar afectada por factores naturales o externos; cuando estos la deterioran, se considera contaminación. Por ello, el manejo del agua debe incluir medidas preventivas, control y solución de este problema (Ministerio de Medio Ambiente ,2000).

La Organización Mundial de la Salud (2017) menciona que el agua suministrada uso humano tiene que ser segura, sin agentes patógenos ni compuestos químicos nocivos en concentraciones elevadas, además debe de presentar características organolépticas aceptables, como el olor, sabor y color.

Según Sierra (2011), define como al grado de cumplimiento del agua frente a los criterios establecidos para su uso previsto, evaluando parámetros como grado térmico, acidez, contenido de oxígeno y concentración de minerales disueltos.

2.2.2. Calidad microbiológica del agua

OMS (2017) indica la condición microbiológica del agua es necesario a fin prevenir enfermedades diarreicas, que son transmitidas por el agua. Entre las bacterias causantes de las enfermedades encontramos a la coliformes termotolerantes, como la *Escherichia coli*. Incluso la lluvia puede aumentar la contaminación microbiana en las fuentes de agua debido a que después de los periodos de lluvia son frecuentes estos brotes de enfermedades.

Silupu (2020), afirma que concentraciones altas de coliformes en el sistema de distribución no solo se debe a una ineficiente sino también a un recrecimiento de las bacterias en los conductos. Debido a que en las investigaciones que se realiza en calidad de agua, es difícil probar si la contaminación bacteriológica es por recrecimiento de coliformes o por nuevas contaminaciones por lo cual se concluye que las apariciones de coliformes se tratan de nuevas contaminaciones, hasta que se demuestre lo opuesto.

2.2.3. Estándar de Calidad Ambiental para agua

Publicado mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, se establecen los niveles máximos permisibles de concentración de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y bacteriológico permisible en el cuerpo receptor (agua). En el caso de la presente investigación, los resultados obtenidos fueron evaluados conforme a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, específicamente en la clasificación A1: Aguas que pueden ser potabilizadas únicamente con desinfección. En la tabla se presentan los valores de los parámetros analizados en la investigación.

Tabla 1. Valores admisibles para los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos según la categoría 1, subcategoría A, A1.

Parámetros	Unidad de medida	ECA A1
fisicoquímicos		
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	6.5-8.5
Conductividad	µS/cm	1500
Solidos Totales Disueltos	mg/L	1000

Oxígeno Disuelto	mg/L	≥6
Turbiedad	UNT	5
Color	Platino / cobalto (Pt/Co)	15
Nitratos	mg/L	50
Nitritos	mg/L	3
Demanda Química de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3
Parámetros inorgánicos	Unidad de medida	ECAA1
Cadmio	mg/L	0.003
Plomo	mg/L	0.01
Zinc	mg/L	3
Cobre	mg/L	2
Parámetros microbiológicos	Unidad de medida	ECAA1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20

Fuente: MINAM (2017)

2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua

Según Asprilla et al. (2015) las redes de distribución de agua son un conjunto de componentes que facilitan extraer, purificar, conservar y suministrar el agua que será utilizado, desde una fuente de agua cualquiera donde se le dará un uso. Todos los sistemas de abastecimiento poseen cinco componentes para su correcto funcionamiento:

- Captación: La estructura a elegir dependerá del tipo de fuente de agua disponible, se recomienda que esta esté resguardada de elementos contaminantes como animales y actividades antropológicas.
- Conducción: Se lleva a cabo mediante tuberías de diversos materiales y diámetros, seleccionadas según las necesidades de caudal y presión. Estas se instalan para trasladar el agua desde la fuente captación hasta la zona de tratamiento.

- Tratamiento: Es un componente clave que requiere especial atención e inversión, ya que permite hacer el agua apta para uso doméstico. Actualmente, existen tecnologías que van desde métodos simples en zonas rurales hasta procesos avanzados en plantas de tratamiento.

- Almacenamiento: Almacena en estructuras construidas en concreto reforzado, de manera que este garantice ante una emergencia o reparación de la red, la continuidad del servicio.

- Distribución: Red de tuberías encargada de llevar agua potable a los usuarios de la comunidad.

Según Solsona y Fuertes (2003), un buen servicio de suministro de agua debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Calidad: Tiene que encontrarse libre de impurezas, con la finalidad de impedir la propagación de agentes patógenos.

- Cobertura: Garantizar la seguridad y calidad esté disponible para toda la población sin limitaciones.

- Cantidad: Debe ser suficiente para cubrir las necesidades individuales, domésticas y otros usos comunitarios.

- Continuidad: El suministro debe ser constante y sin interrupciones, ya que la distribución por horas puede generar riesgos de contaminación en la red.

- Condición: Se refiere al estado de las instalaciones que transportan y almacenan el agua, considerando su limpieza, integridad física y posibles fugas o deterioros

- Costo: Debe ser equitativo, cubriendo los gastos de tratamiento sin dificultar el pago por parte de los usuarios.

- Conciencia hídrica: Las personas deben de presentar un uso racional del agua, almacenándola adecuadamente para evitar su contaminación que a su vez puede repercutir a su salud. Además, las personas con conciencia hídrica comprenden

la relación entre el costo de producir agua segura y su valor, por lo que están dispuestas a asumir su pago.

Arias et al. (2024) indica que, en lugares con baja capacidad de gestión pública los sistemas de agua sin tratamiento o con procesos deficientes implican un peligro para la salud pública al no eliminar bacterias que causan enfermedades diarreicas.

2.2.5. Satisfacción del usuario

La conformidad del usuario es fundamental con el propósito de conocer el éxito de la empresa que brinda este servicio, un usuario está satisfecho cuando las expectativas que tiene del producto son cumplidas o superadas. Esta satisfacción puede irse construyendo poco a poco o ser la primera impresión del servicio recibido. (Flores, 2022)

En la investigación de Escamilla y Núñez (2014), menciona que la satisfacción del usuario está ligada a la respuesta que este obtiene frente a una experiencia brindada. La importancia de valorar la satisfacción es fundamental en el ámbito práctico y nos permite conocer en qué medida rinde un determinado servicio.

Según Ramírez (2019) calidad y conformidad del usuario están relacionadas, ya que la percepción de desempeño del servicio influye directamente en su nivel de satisfacción. Este concepto es más amplio incluye no solo la eficiencia del servicio y el precio, sino también características propias de la persona y contextuales. Por ejemplo, al evaluar un club deportivo, la calidad se asocia con la disponibilidad de equipos, la responsabilidad del personal, el desempeño de los entrenadores y el estado de las instalaciones. En cambio, la satisfacción abarca también aspectos como el costo de inscripción, el estado de ánimo del usuario, el clima y las experiencias vividas al acudir o salir del lugar.

2.3.Marco conceptual

2.3.1. Agua potable

Cordero y Ullauri (2011) definen al agua potable como toda aquella que será consumida por la población sin presentar restricción alguna, es decir, que se ajusta a las normas de calidad vigentes tanto a nivel nacional como internacional.

2.3.2. Muestra

Palella y Martins (2008), coinciden en que la muestra forma parte o un subconjunto de la población que está siendo investigada, dentro de la cual deben poseer características reproducidas de la manera más exacta posible.

2.3.3. pH

Las siglas hacen referencia al potencial de hidrógeno, una forma estándar utilizada para representar de manera simplificada la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución (Meza, 2011).

2.3.4. Conductividad

Indica la facultad del agua para transportar carga eléctrica, expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25\text{ }^\circ\text{C}$. Está directamente vinculada a la cantidad de sales disueltas, ya que su disociación produce iones que facilitan el paso de electricidad. Dado que la solubilidad de las sales varía con la temperatura, esta propiedad también se ve afectada por los cambios térmicos del agua (Solís et al., 2018).

2.3.5. Sólidos Totales Disueltos

Indica la cantidad total de compuestos disueltos en el agua, como sales, minerales y materia orgánica. Es un factor importante para evaluar la calidad del recurso, en vista que puede afectar el sabor, la conductividad eléctrica y la aptitud del agua para sostener vida acuática. Valores elevados pueden causar efectos negativos, como corrosión en tuberías y acumulación de sarro en los equipos (Chavarría et al., 2024).

2.3.6. Oxígeno Disuelto

California Water Boards (s.f.), se trata del nivel de oxígeno presente en el agua, medida en mg/L , esencial para la vida y desarrollo de las especies acuáticas. La falta de oxígeno puede perjudicar su crecimiento y causar la pérdida de huevos y larvas. A medida que la temperatura del agua aumenta, disminuye la disponibilidad de oxígeno disuelto.

U.S. Environmental Protection Agency (2000) señala que el oxígeno se incorpora al agua principalmente con el ingreso directo desde la atmósfera, facilitado por el movimiento turbulento del agua.

2.3.7. Turbiedad

Se origina por sólidos suspendidos y tiene relevancia sanitaria, ya que proporciona una estimación del contenido de sustancias coloidales, minerales u orgánicas, lo que permite inferir el nivel de contaminación. (Marcó et al., 2004).

2.3.8. Color

El tono visible del agua causado por materiales en suspensión y disueltos se conoce como color aparente. En cambio, el color generado exclusivamente por componentes disueltos se denomina color real o auténtico. (American Public Health Association, 2012). Sus unidades de medida son escala platino – cobalto (Pt/Co)

2.3.9. Nitratos

La fuente predominante del deterioro ambiental con nitratos en las fuentes de agua se debe a la fertilización excesiva (importante para el crecimiento de las plantas) o por la incorrecta gestión de aguas residuales, tanto industriales como domiciliarias. Elevadas concentraciones de nitratos pueden impactar negativamente la salud, especialmente en niños, generando efectos como el aumento en la eliminación de líquidos. (Larios, 2009).

2.3.10. Nitritos

El nitrito está compuesto por átomos de nitrógeno y oxígeno. En el entorno, tiende a transformarse rápidamente en nitrato, por lo que su presencia en aguas subterráneas es poco común (Bolaños et al., 2017)

Naturalmente, puede encontrarse en suelos con pH superior a 7.7. En el caso de los fertilizantes nitrogenados, pueden generar nitritos directamente, en lugar de nitratos, cuando se aplican en suelos ligeramente alcalinos (pH entre 7 y 7.3) (De Miguel & Vásquez, 2006)

Los nitritos se originan por la descomposición de compuestos nitrogenados, como nitratos y amoníaco y su presencia en cuerpos de agua indica posible contaminación fecal. Su consumo puede generar nitrosaminas, compuestos cancerígenos que, al reaccionar con aminas, afectan los glóbulos rojos y provocan metahemoglobinemia, dificultando el transporte de oxígeno en el organismo (Cabrera et al., 2003).

2.3.11. Cloro residual

Cuando hablamos de cloro residual, hacemos referencia a la cantidad de cloro que permanece disponible en el agua una vez finalizado el proceso de desinfección. (Vega & Gonzales, 2024).

La OMS (2017), menciona que es fundamental obtener una dosis adecuada de cloro al momento de realizar el tratamiento del agua, debido a que debe de quedar suficiente cloro residual para el almacenamiento y uso.

2.3.12. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La existencia de compuestos orgánicos biodegradables en el agua predomina directamente en la reducción del oxígeno disuelto, lo que impacta negativamente en los ecosistemas acuáticos (CONAGUA, 2018).

2.3.13. Coliformes Totales

Las bacterias señaladores de contaminación fecal suelen encontrarse en plantas, suelos, animales y humanos, concentrándose principalmente en la superficie o los sedimentos del agua (Ramos et al., 2008).

2.3.14. Coliformes Termotolerantes

Son bacterias capaces de sobrevivir a temperaturas de hasta 45 °C y se emplean como indicadores biológicos de contaminación. *Escherichia coli* es la especie más representativa, debido a su amplio rango de crecimiento térmico y utilidad como marcador de higiene en agua y alimentos. Su detección indica contaminación fecal de origen humano o animal, ya que forma parte común de la flora intestinal y constituye entre el 90 % y 100 % de los coliformes termotolerantes (Larrea, 2013).

2.3.15. Cadmio

Elemento que se encuentra de manera natural en las formaciones geológicas superficiales, asociado a compuestos como óxidos, sulfuros y carbonatos presentes en minerales de zinc, plomo y cobre. La mayoría de los fertilizantes contiene cadmio, el cual, al tener contacto con el suelo, se incorpora fácilmente a su estructura. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999).

2.3.16. Plomo

El plomo está presente en rocas ácidas como aquellas que son ricas en sílice, granitos, entre otros. En el ciclo biogeoquímico, el plomo forma parte del proceso debido a que este generado de manera antropogénica. El plomo no cumple ninguna función en los seres vivos, pero puede afectarlos al unirse a componentes orgánicos como proteínas, hemoglobina, enzimas, ARN y ADN. Causando problemas a la salud como la hipertensión, hiperactividad y daños cerebrales. (Abregu, 2015).

2.3.17. Zinc

Las aguas naturales pueden contener Zinc debido a la contaminación del agua por el proceso de salinización al entrar en contacto con sedimentos salinos o mediante los yacimientos metalíferos que poseen en su integridad estas sustancias. Altos niveles de Zinc en el agua son frecuentes en ambientes acuáticos urbanos, mayormente los que reciben residuos industriales. (Biasi et al., 2020).

2.3.18. Cobre

El cobre, aunque es fundamental para el adecuado desempeño de los procesos metabólicos en el organismo, el consumo excesivo mediante la ingesta de agua contaminada puede producir náuseas, vómitos y/o dolor abdominal, pérdida del cabello, anemia, daño renal y hepático. (Rodríguez et al., 2020).

La presencia de cobre en el sistema de abastecimiento se debe principalmente a la corrosión de tuberías. Aunque comúnmente en aguas superficiales no superan la densidad de 1 mg/L. (OMS, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3. 1. 1. Ubicación política de la zona de estudio

Departamento: Huánuco

Provincia: Leoncio Prado

Distrito: Rupa Rupa

Centro poblado: Supte San Jorge

3. 1. 2. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Coordenada Este: 392923.89 m

Coordenada Norte: 8973195.41 m

Altitud: 670 m.s.n.m

3. 1. 3. Características generales de la zona

3.1.3.1. Clima

Presenta temperaturas elevadas, alta precipitación y variación térmica templada, característico de una zona tropical de montaña (Ministerio de Agricultura, 2018).

3.1.3.2. Temperatura

Todo el año posee temperaturas cálidas debido a que se ubica en selva alta. Las temperaturas diurnas en promedio pueden oscilar entre 25°C y 32°C . En cambio, en las noches la temperatura suele disminuir hasta llegar a los 20°C. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2019)

3. 1. 4. Sistema de Abastecimiento

La localidad de Supte San Jorge cuenta con dos sistemas de abastecimiento: Vista Alegre y Supte Alto. Mas información se muestran a continuación:

Tabla 2. Información de los sistemas de abastecimiento del centro poblado Supte San Jorge

Sistema de abastecimiento	Vista Alegre	Supte Alto
Captación	Manantial Quito y Anipante	Rio Supte
Cantidad de usuarios	550	2500
	Captación	Captación
	8971307, 394370	8972860, 393252
Componentes / Coordenadas	Filtro	Filtro
UTM WGS 18S	8971307, 394370	8972860, 393252
	Reservorio	Reservorio
	8972082, 393598	8972007, 392922
Meses de funcionamiento	enero-diciembre	junio- setiembre

La captación de ambos sistemas cuenta con una cubierta metálica, la cual protege la estructura del ingreso de materia orgánica, sólidos y agentes externos que puedan afectar la calidad de4l agua. Asimismo, dispone de un filtro grueso de piedras, cuya función es favorecer la remoción de sedimentos y partículas de mayor tamaño, contribuyendo a la reducción de la turbidez antes de las etapas posteriore4s del tratamiento. Por su parte, los reservorios se encuentran en adecuadas condiciones estructurales y sanitarias, evidenciando buen estado de conservación. Además, ambos sistemas incorporan un sistema de cloración por goteo, que permite la dosificación continua y controlada de la solución clorada haci8a el reservorio, asegurando la desinfección del agua.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1 Materiales y equipos

6 frascos de plásticos de 500 ml, 6 frascos de plásticos de 1000 ml, 6 frascos de vidrio de 100 ml, cooler, algodón de 500gramos, plumón indeleble, cinta de embalaje, fichas de registro, guardapolvo, guantes quirúrgicos, mascarillas, gorros quirúrgicos.

Turbidímetro, Multiparámetro, Hach DR900, Colorímetro Color Agua Hanna, micropipeta.

Nitraver 5, Nitriver 3, DPD 10 ml, caldo peptonado, Brilliant Green Bile Broth 2%, Ec. Broth

3.2.2 Metodología

3.2.2.1. Determinación de la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

a) Identificación de los puntos para la toma de muestras de agua en el sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

Los puntos de muestreo fueron ubicados de acuerdo con la RD 160-2015-DIGESA, obteniendo un total de 6 puntos de muestreo que se evaluó de manera mensual en un lapso de 4 meses. Para el sistema de abastecimiento de Vista Alegre se recolectó en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, correspondiente a la época de avenida; mientras que para el sistema de abastecimiento Supte Alto se recolectó en los meses de junio, julio, agosto, setiembre correspondiente a la época de estiaje. Los puntos de muestreo de Vista Alegre fueron los siguientes:

Primer punto (MVA-1): Captación

Segundo punto (MVA-2): Filtro

Tercer punto (MVA-3): Reservorio

Cuarto punto (MVA-4): Conexión domiciliaria inicial (C.D Inicial)

Quinto punto (MVA-5): Conexión domiciliaria media (C.D
Media)

Sexto punto (MVA-6): Conexión domiciliaria final (C.D
Final)

Los puntos de muestreo de Supte Alto fueron los siguientes:

Primer punto (MSA-1): Captación

Segundo punto (MSA-2): Filtro

Tercer punto (MSA-3): Reservorio

Cuarto punto (MSA-4): Conexión domiciliaria inicial (C.D
Inicial)

Quinto punto (MSA-5): Conexión domiciliaria media (C.D
Media)

Sexto punto (MSA-6): Conexión domiciliaria final (C.D
Final)

b) Procedimiento para la toma de muestras

Se siguió las especificaciones de la RD 160-2015-DIGESA para la correcta toma de muestras de agua.

• Captación, filtro y reservorio

Para la evaluación fisicoquímico se utilizó frascos de plástico de 1 L el cual se enjuagó en tres ocasiones con el agua a evaluar, para asegurar la eliminación de residuos internos.

• Conexiones domiciliarias

Se limpió el grifo de cualquier materia extraña adherida a esta, se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 2 minutos.

Para el análisis fisicoquímico se utilizó frascos de plástico de 1 L de capacidad, el cual se enjuagó tres veces con el agua que se va a analizar con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en el interior.

c) Rotulado de las muestras

Se etiquetó los envases con la siguiente etiqueta:

Código de Muestra:			
Coordenadas:			
Lugar:			
Fecha:		Hora:	
Análisis requerido:			
Observaciones:			

Figura 1. Etiqueta para las muestras de agua

d) Transporte y conservación de las muestras

Se conservó los análisis tomados en un cooler en 4°C Con el fin de evitar la exposición a la luz y temperaturas elevadas en su recorrido hacia el laboratorio.

e) Análisis de los parámetros fisicoquímicos

Se realizó la evaluación de las muestras de agua por la tesista en el laboratorio de calidad de agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

Tabla 3. Métodos para el análisis de los parámetros fisicoquímicos

Parámetros fisicoquímicos	Método	Lugar
pH	APHA 4500-H*B	
Color	APHA 2120 C	Laboratorio de
Turbiedad	APHA 2130 B	calidad de
Solidos Totales Disueltos	.APHA 2540 C	agua
Conductividad	APHA 2510 B	

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	APHA 5210 B
Cloro Residual	APHA 4500 – Cl G
Nitratos	APHA 4500-NO ₃ B
Nitritos	APHA 4500-NO ₂ B
OD	APHA 2810 B

f) Comparación con la normativa vigente

El resultado de los parámetros obtenidos se comparó con los valores del ECA del D.S. 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y Recreacional. Estos resultados, tanto de Vista Alegre como de Supte Alto fueron plasmados en tablas para mayor comprensión donde se representó a la conexión domiciliaria mediante las siglas “C.D”; es decir C.D Inicial corresponde a conexión domiciliaria inicial, C.D Media corresponde a conexión domiciliaria media y C.D Final corresponde a conexión domiciliaria final.

g) Satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Se aplicó el método de encuestas para medir la satisfacción del usuario, por lo cual se realizaron los siguientes pasos.

Para estimar el total de encuestas necesarias, se aplicaron cincuenta encuestas piloto con el propósito de obtener la frecuencia esperada del evento analizado (p) y la de no ocurrencia (q), las cuales son fundamentales para calcular el tamaño de muestra en poblaciones finitas. Con los resultados obtenidos, se comprobó que p fue 0.75 y q fue 0.25, y con estos valores se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra buscado

- N: Tamaño de la población
- Z: Parámetro estadístico que depende del Nivel de Confianza
- e: Error de estimación máximo aceptado
- p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado
- q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Se aplicó el juicio de expertos con el propósito de validar el contenido y la coherencia de la encuesta de satisfacción, asegurando que los ítems incluidos reflejen adecuadamente las dimensiones de calidad percibida por los usuarios. Para ello, se contó con la participación de tres especialistas con experiencia en el ámbito del saneamiento y los recursos hídricos: el Ing. Julio Belermino Cárdenas Vega, coordinador operacional de la empresa prestadora SEDA Huánuco, el Mg. Erle Otto Javier Bustamante Scaglioni, docente de la UNAS especializado en gestión de recursos hídricos, y el Ing. José Celestino Vallejos Huamán, profesional del Administrador Local del Agua (ALA) Tingo María. Los expertos evaluaron la pertinencia, claridad y relevancia de cada ítem mediante una escala de valoración. Los formatos rellenos se encuentran en el Anexo 7.

Para determinar la confiabilidad interna de la encuesta de satisfacción, se aplicó una prueba piloto a veinte usuarios seleccionados al azar, y se calculó el alfa de Cronbach. Este coeficiente fue importante debido a que la encuesta utilizó una escala tipo Likert, la cual requería evaluar la consistencia interna de las respuestas entre los distintos ítems que componían cada dimensión, asegurando que todos midieran de forma coherente el mismo constructo.

Posteriormente, se aplicaron las encuestas de satisfacción a 70 usuarios de la red de abastecimiento de Supte Alto y 64 usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre. El cuestionario consideró cuatro dimensiones que englobaban las características del agua suministrada: cantidad, calidad, organoléptica y continuidad.

Para la determinación la satisfacción del usuario, se asignó un puntaje numérico a cada alternativa de respuesta de la escala tipo Likert, en un rango de 1 a 5, donde 1 representó “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”. Una vez recopilados los datos, se aplicó la metodología propuesta por Hernández et al. (2006), la cual estableció el uso de la media aritmética para calcular el grado de satisfacción. Los valores obtenidos fueron posteriormente interpretados según los intervalos de valoración establecidos, con el fin de clasificar el nivel de satisfacción alcanzado por los usuarios.

Tabla 4. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción

Valor promedio	Grado de satisfacción
1.0 – 1.9	Muy insatisfecho
2.0 – 2.9	Insatisfecho
3.0 – 3.9	Regular
4.0 – 4.4	Satisfecho
4.5 – 5.0	Muy satisfecho

Fuente: Hernández et al., 2006

3.2.2.2. Determinación de la relación entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario agua en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

a) Procedimiento para la toma de muestras

Se siguió las especificaciones de la RD 160-2015-DIGESA para la correcta toma de muestras de agua.

• Captación, filtro y reservorio

Para el análisis de los parámetros inorgánicos se utilizó frascos de plástico de 500 ml de capacidad, fue enjuagado en tres ocasiones usando el agua destinada al análisis, a fin de retirar cualquier sustancia residual.

• Conexiones domiciliarias

Se limpió el grifo de cualquier materia extraña adherida a esta, se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 2 minutos.

Para el análisis de parámetros inorgánicos se utilizó frascos de plástico de 500 ml de capacidad, el cual se enjuagó tres veces con el agua.

b) Rotulado de las muestras

Se etiquetó los envases con la siguiente etiqueta:

Código de Muestra:			
Coordenadas:			
Lugar:			
Fecha:		Hora:	
Análisis requerido:			
Observaciones:			

Figura 2. Etiqueta para las muestras de agua

c) Transporte y conservación de las muestras

Se conservó las muestras en un cooler en 4°C para protegerlos de los efectos de la luz y el calor excesivo en su recorrido hacia el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

d) Análisis de los parámetros inorgánicos

Se solicitó el análisis de las muestras por el Laboratorio de análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tabla 5. Métodos para el análisis de los parámetros inorgánicos

Parámetros Inorgánicos	Método	Lugar
Cadmio		Laboratorio de
Plomo	Espectrofotómetro de absorción atómica	análisis de
Cobre	marca Varian – modelo SPECTR AA	Suelos, Aguas
Zinc	55B	y
		Ecotoxicología

e) Comparación con la normativa vigente

El resultado de los parámetros obtenidos se comparó con los valores del ECA del D.S. 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y Recreacional. Estos resultados, tanto de Vista Alegre como de Supte Alto fueron plasmados en tablas para mayor comprensión donde se representó a la conexión domiciliaria mediante las siglas “C.D”; es decir C.D Inicial corresponde a conexión domiciliaria inicial, C.D Media corresponde a conexión domiciliaria media y C.D Final corresponde a conexión domiciliaria final.

f) Satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Se aplicaron las encuestas de satisfacción a 70 usuarios de la red de abastecimiento de Supte Alto y 64 usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre. El cuestionario consideró cuatro dimensiones que englobaban las características del agua suministrada: cantidad, calidad, organoléptica y continuidad.

Para la determinación la satisfacción del usuario, se asignó un puntaje numérico a cada alternativa de respuesta de la escala tipo Likert, en un rango de 1 a 5, donde 1 representó “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”. Una vez recopilados los datos, se aplicó la metodología propuesta por Hernández et al. (2006), la cual estableció el uso de la media aritmética para calcular el grado de satisfacción. Los valores obtenidos fueron posteriormente interpretados según los intervalos de valoración establecidos, con el fin de clasificar el nivel de satisfacción alcanzado por los usuarios.

Tabla 6. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción

Valor promedio	Grado de satisfacción
1.0 – 1.9	Muy insatisfecho
2.0 – 2.9	Insatisfecho
3.0 – 3.9	Regular
4.0 – 4.4	Satisfecho
4.5 – 5.0	Muy satisfecho

Fuente: Hernández et al., 2006

3.2.2.3. Determinación de la relación entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

a) Procedimiento para la toma de muestras

Se siguió las especificaciones de la RD 160-2015-DIGESA para la correcta toma de muestras de agua.

• Captación, filtro y reservorio

En el análisis de parámetros microbiológicos se emplearon frascos de vidrio de 100 ml, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se sumergió 20 cm con la boca ligeramente hacia arriba, el cual se llenó solo 2/3 del frasco, dado que la presencia de aire ayuda a distribuir homogéneamente sus componentes.

• Conexiones domiciliarias

Se limpió el grifo de cualquier materia extraña adherida a esta, se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 2 minutos.

Para el análisis microbiológico se utilizó frascos de vidrio de 100 ml, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se sumergió 20 cm con la boca ligeramente hacia arriba, el cual se llenó solo 2/3 del frasco, debido a que el aire es útil para la homogenización de la muestra.

b) Rotulado de las muestras

Se etiquetó los envases con la siguiente etiqueta:

Código de Muestra:			
Coordenadas:			
Lugar:			
Fecha:		Hora:	
Análisis requerido:			
Observaciones:			

Figura 3. Etiqueta para las muestras de agua

c) Transporte y conservación de las muestras

Se conservó las muestras en un cooler en 4°C para protegerlos de los efectos de la luz y el calor excesivo en su recorrido hacia el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

d) Análisis de los parámetros microbiológicos

El análisis se realizó por la tesista en el laboratorio de microbiología de la UNAS. Se acondicionaron 54 tubos de ensayo con Brilliant Green Bile Broth 2% y 54 tubos de ensayo con Ec.Broth, cada uno contiene 9 ml del caldo preparado. Se preparó 6 matraces de 90 ml de agua destilada y 0.1 gramos de Peptone Bacteriological. Todos los tubos de ensayo y matraces se pusieron en la autoclave por 30 min para realizar la siembra. Para la siembra se realizó los siguientes pasos:

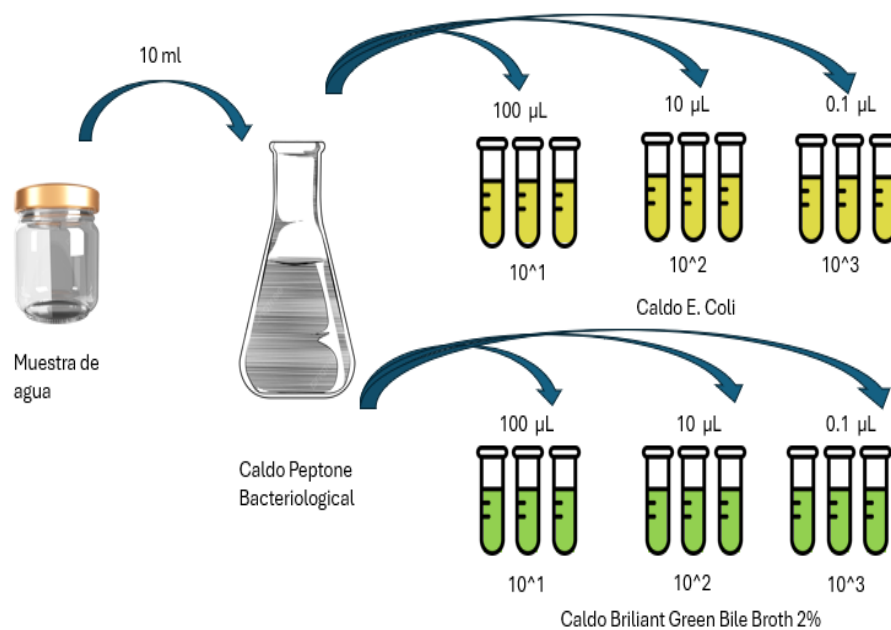


Figura 4. Procedimiento para la siembra

Luego del sembrado se incubó los tubos de ensayo por 48 horas de incubación, para los coliformes totales la incubación se realizó a temperatura de 37°C y para los coliformes termotolerantes se realizó a 44.5°C. Se reconoció como positivo cuando en el tubo de ensayo se observa que los tubos Durham flotan en el caldo, lo que indica que se generó gas dentro.

e) Comparación con la normativa vigente

El resultado de los parámetros obtenidos se comparó con los valores del ECA del D.S. 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y Recreacional. Estos resultados, tanto de Vista Alegre como de Supte Alto fueron plasmados en tablas para mayor comprensión donde se representó a la conexión domiciliaria mediante las siglas “C.D”; es decir C.D Inicial corresponde a conexión domiciliaria inicial, C.D Media corresponde a conexión domiciliaria media y C.D Final corresponde a conexión domiciliaria final.

f) Satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Se aplicaron las encuestas de satisfacción a 70 usuarios de la red de abastecimiento de Supte Alto y 64 usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre. El cuestionario consideró cuatro dimensiones que englobaban las características del agua suministrada: cantidad, calidad, organoléptica y continuidad.

Para la determinación la satisfacción del usuario, se asignó un puntaje numérico a cada alternativa de respuesta de la escala tipo Likert, en un rango de 1 a 5, donde 1 representó “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”. Una vez recopilados los datos, se aplicó la metodología propuesta por Hernández et al. (2006), la cual estableció el uso de la media aritmética para calcular el grado de satisfacción. Los valores obtenidos fueron posteriormente interpretados según los intervalos de valoración establecidos, con el fin de clasificar el nivel de satisfacción alcanzado por los usuarios.

Tabla 7. Interpretación de los resultados obtenidos del grado de satisfacción

Valor promedio	Grado de satisfacción
1.0 – 1.9	Muy insatisfecho
2.0 – 2.9	Insatisfecho
3.0 – 3.9	Regular
4.0 – 4.4	Satisfecho
4.5 – 5.0	Muy satisfecho

Fuente: Hernández et al., 2006

3.3. Criterio y análisis de estudio

3.3.1. Nivel de investigación

El presente trabajo tiene un enfoque de nivel correlacional, porque como objetivo general se planteó determinar la relación entre los indicadores de calidad ambiental del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge, 2024. Estando de acuerdo con lo que menciona Mejía (2017), donde indica que el nivel correlacional se basa en la medición de dos variables donde se establece una relación estadística entre las misma, es decir verificar si las variaciones en una variable guardan relación con las modificaciones en otra.

3.3.2. Tipo de investigación

Es de tipo aplicada y utiliza conocimientos científicos para describir parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y de metales pesados, con el fin de evaluar la calidad ambiental del agua destinada al consumo poblacional. Para esta investigación se usó y aplicó los conocimientos que se adquirieron para la resolución de problemas práctico.

3.3.3. Variables de investigación

Variable independiente “X”: Calidad del agua en los sistemas de abastecimiento

Variable dependiente “Y”: Satisfacción de los usuarios

Variable interviniente: Centro Poblado Supte San Jorge

3.3.4. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidades
Variable X: Calidad del agua en los sistemas de abastecimiento	Son parámetros que se utilizan para evaluar y monitorear la condición del agua en un entorno determinado. Nos proporciona información sobre sus diversos aspectos, como la presencia de contaminantes, cantidad de sustancias químicas y otros factores que afecten la calidad del agua.	Se determinó la calidad del agua en los sistemas de abastecimientos Vista Alegre y Supte Alto, en época de avenida y estiaje respectivamente	Parámetros fisicoquímicos	pH	
				Color	Pt/Co
				Turbiedad	NTU
				Sólidos totales disueltos	ppm
				Conductividad	μs/cm
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L
				Cloro residual	mg/L
				Nitritos	mg/L
				Nitratos	mg/L
				Oxígeno disuelto (OD)	mg/L
		Parámetros inorgánicos	Cadmio	mg/L	
			Plomo	mg/L	

			Cobre	mg/L	
			Zinc	mg/L	
			Bacterias coliformes totales	NMP/100 ml	
			Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	
Variable Y: Satisfacción del usuario	Es el grado en que las expectativas y necesidades de un usuario individual o de un grupo de usuarios han sido cumplidas o superadas por los servicios proporcionados por una entidad. Es un indicador clave de la percepción positiva del usuario hacia la calidad y el valor ofrecidos.	Se aplicó 64 encuestas para los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre en época de avenida y 70 encuestas a los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto en época de estiaje.	Continuidad	Horas de abastecimiento	1-5
			Cantidad	Presión del agua	1-5
			Organoléptica	Color	1-5
				Olor	
				Sabor	
			Calidad	Confianza	1-5
			Satisfacción general		

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

4.1.1. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto

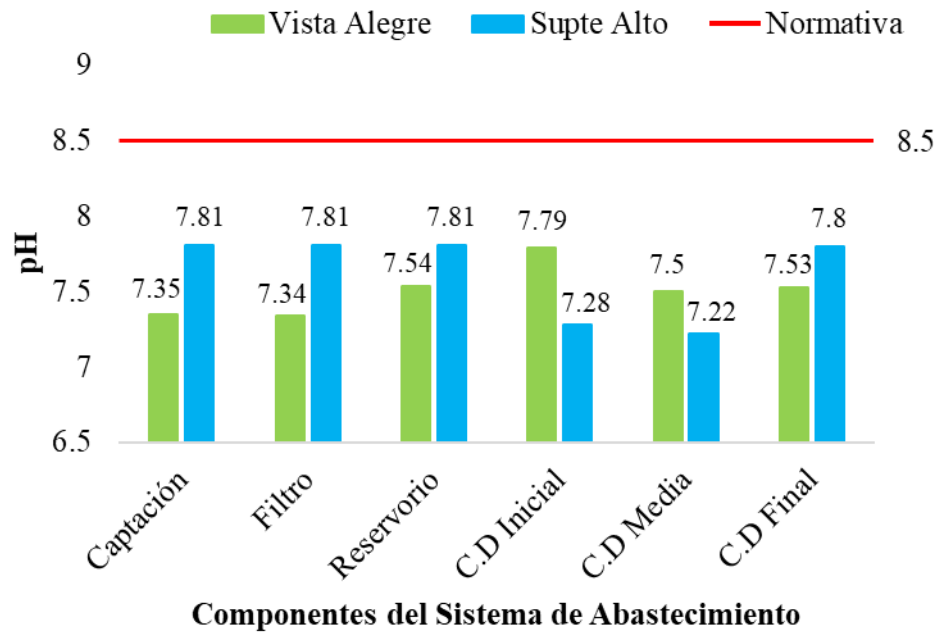


Figura 5. Concentración de pH en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de pH registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (7.35), filtro (7.34), reservorio (7.54), conexión domiciliaria inicial (7.79), conexión domiciliaria media (7.50) y conexión domiciliaria final (7.53). El pH más elevado se observó en la conexión domiciliaria inicial mientras que el más bajo correspondió al filtro. Al comparar estos resultados con los reportados por Huanay (2021) en el centro poblado Las Palmeras,

ubicado en la ciudad de Huánuco, se identifica una tendencia similar, ya que en dicho estudio los valores fluctuaron entre 7.3 y 7.4. Esta concordancia sugiere que en ambas zonas el agua mantiene un comportamiento químico relativamente estable, lo cual es característico de sistemas de abastecimiento que provienen de manantiales y comparten condiciones ambientales comparables. Este tipo de fuentes suele presentar menor susceptibilidad a variaciones extremas de pH, a diferencia de cuerpos de agua expuestos a actividades humanas o descargas residuales, donde las fluctuaciones suelen ser más frecuentes y pueden afectar la calidad del recurso. Según la normativa peruana, el pH permitido se sitúa entre 6.5 y 8.5. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, lo que indica que el agua analizada presenta condiciones adecuadas de acidez y alcalinidad para su uso y consumo.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de pH obtenidos fueron: captación (7.81), filtro (7.81), reservorio (7.81), conexión domiciliaria inicial (7.28), conexión domiciliaria medio (7.22) y conexión domiciliaria final (7.80). Los valores más altos se registraron en la captación, el filtro y el reservorio, mientras que el valor más bajo correspondió a la conexión domiciliaria media. Al comparar estos resultados con los reportados por Lachos (2024) en el sistema de abastecimiento rural Picuroyacu, Tingo María, donde el pH fluctuó entre 7.48 y 7.74, se evidencia una notable similitud. Esta puede deberse a que las dos localidades se ubican dentro de la misma zona geográfica, con fuentes de agua y características del suelo semejantes, factores que contribuyen a mantener valores de pH cercanos y dentro de los rangos recomendados para el consumo humano. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 8.5, para el pH del agua potable, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido. Mantener un pH adecuado no solo garantiza una mejor aceptación sensorial del agua, sino que también optimiza los procesos de desinfección, especialmente la acción del cloro.

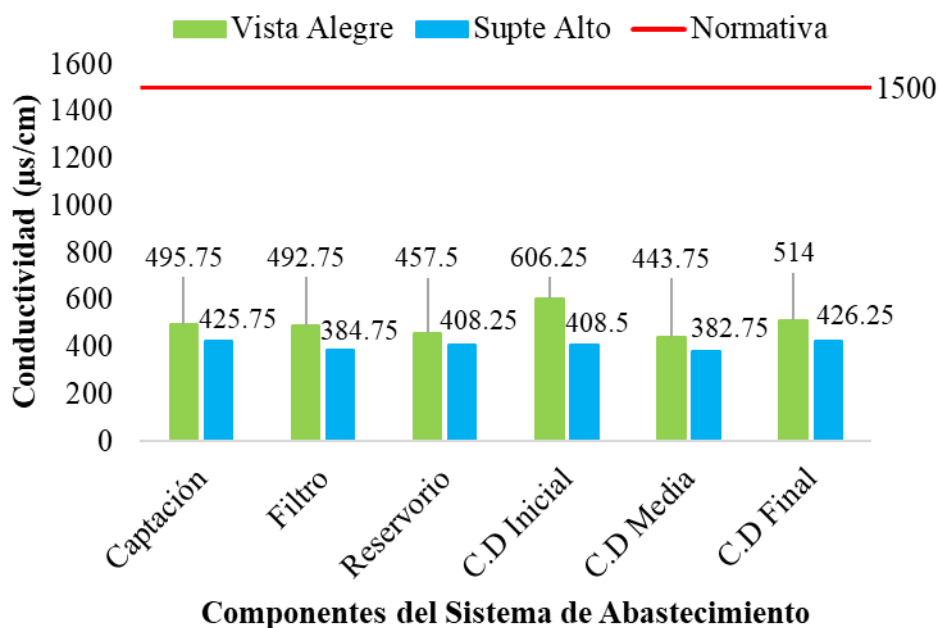


Figura 6. Concentración de la conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$) registrados en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (495.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$), filtro (492.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$), reservorio (457.50 $\mu\text{s}/\text{cm}$), conexión domiciliaria inicial (606.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$), conexión domiciliaria media (443.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$) y conexión domiciliaria final (514 $\mu\text{s}/\text{cm}$). La conductividad más bajo se observó en el reservorio y el más alto en la conexión domiciliaria inicial. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Huanay (2021) en el centro poblado Las Palmeras, en la ciudad de Huánuco, se evidencia una similitud en los rangos de conductividad (520 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 563 $\mu\text{s}/\text{cm}$). La similitud entre ambos casos se explica porque los dos sistemas se abastecen de manantiales, los cuales comparten características fisicoquímicas particulares. El contacto del agua subterránea con formaciones geológicas ricas en minerales favorece la incorporación de iones disueltos, generando valores de conductividad moderados y relativamente estables en el tiempo. A diferencia de cuerpos superficiales como ríos o lagunas, estas fuentes presentan menor exposición a descargas externas y, por tanto, menos variaciones bruscas en su composición. Según la normativa peruana, el rango de conductividad permitido es de 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro del rango, esto muestra

que nuestra agua presenta un buen balance iónico y adecuada calidad química, aceptable para el consumo y sin alteraciones organolépticas relevantes.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de conductividad obtenidos fueron: captación (425.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$), filtro (384.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$), reservorio (408.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$), conexión domiciliaria inicial (408.50 $\mu\text{s}/\text{cm}$), conexión domiciliaria media (382.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$) y conexión domiciliaria final (426.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media y el más alto en la conexión domiciliaria final. Comparando con la investigación de Lachos (2024), reportó para el sistema de abastecimiento rural Picuroyacu, también ubicado en Tingo María, valores comprendidos entre 376.27 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 401.65 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Se aprecia que los resultados de Supte Alto se mantienen en rangos similares, lo que puede atribuirse a que ambas localidades comparten un contexto geográfico e hidrogeológico común, con fuentes de agua de características fisicoquímicas semejantes y suelos con formaciones rocosas de composición comparable. En relación con la normativa peruana, que establece un límite permitido de 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ para la conductividad, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido.

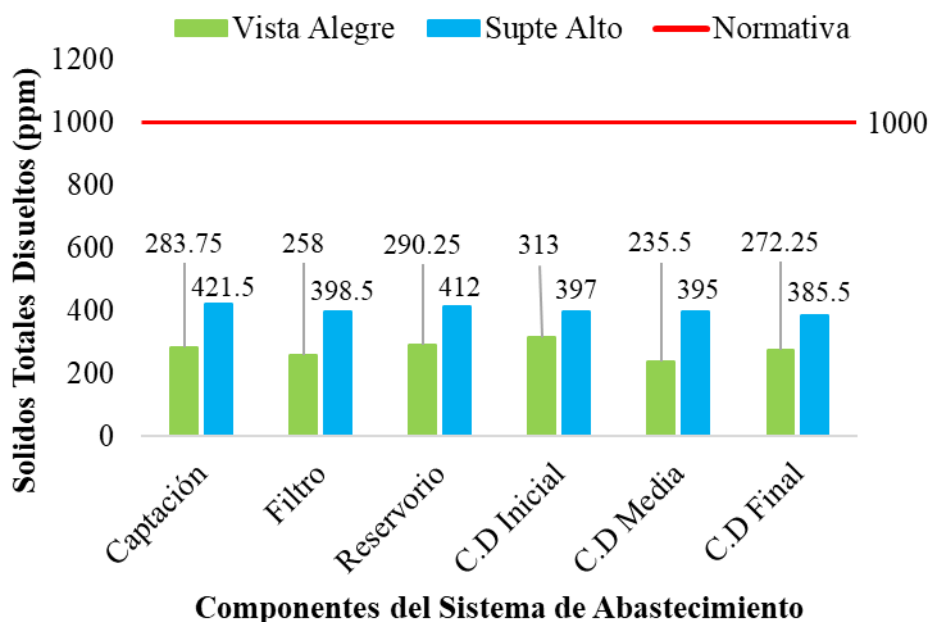


Figura 7. Concentración de sólidos totales disueltos (ppm) en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de sólidos totales disueltos (ppm) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (283.75 mg/L), filtro (258 mg/L), reservorio (290.25 mg/L), conexión domiciliaria inicial (313 mg/L), conexión domiciliaria media (235.50 mg/L) y conexión domiciliaria final (272.25 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media y el más alto en la conexión domiciliaria inicial. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Huanay (2021) en el centro poblado Las Palmeras, perteneciente a la ciudad de Huánuco, quien reportó valores entre 210 mg/L y 281 mg/L, se observa una coherencia significativa en la concentración de sólidos disueltos. Esta similitud se explica por la naturaleza de las fuentes de abastecimiento, ya que ambos sistemas dependen de manantiales. Estas aguas subterráneas presentan un perfil mineral estable, resultado de la disolución natural de minerales presentes en el suelo y en las formaciones rocosas por donde circula el agua, lo que genera valores de sólidos totales disueltos relativamente constantes en el tiempo. A diferencia de las fuentes superficiales, los manantiales tienen menor exposición a descargas contaminantes directas, por lo que muestran menos fluctuaciones debidas a actividades humanas o a la variabilidad climática. Según la normativa peruana, los sólidos totales disueltos no deben de exceder de 1000 mg/L. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, los resultados confirman que la presencia de sólidos disueltos refleja principalmente la influencia geológica natural, más que aportes externos de origen agrícola.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de sólidos totales disueltos obtenidos fueron: captación (421.50 mg/L), filtro (398.50 mg/L), reservorio (412 mg/L), conexión domiciliaria inicial (397 mg/L), conexión domiciliaria media (395 mg/L) y conexión domiciliaria final (385.50 mg/L). El valor más bajo se registró en la conexión domiciliaria final y el más alto en la captación. En contraste, el estudio realizado por Vicuña (2019), reporta valores significativamente menores, que van desde 26.5 mg/L a 60 mg/L en el SAP de Olleros, ubicado en la ciudad de Huaraz. Aunque ambas investigaciones se desarrollaron durante la época de estiaje, la diferencia de los resultados se explica principalmente por la ubicación geográfica de las regiones estudiadas. El estudio de Vicuña se llevó a cabo en la región andina, caracterizada por un menor caudal superficial, mayor tasa de evaporación y una influencia considerable de aguas subterráneas mineralizadas. Por otro lado, nuestra investigación se

enmarca en la región amazónica, donde, a pesar del menor flujo en estiaje, se observa una mayor acumulación de materia orgánica disuelta, lo que contribuye al aumento de sólidos totales disueltos. A ello se suman las temperaturas más altas propias del clima amazónico, que favorecen la disolución de sales y concentran los sólidos por efecto de la evaporación, incrementando así los valores de Sólidos Totales Disueltos registrados. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 1000 ppm, para los sólidos totales disueltos, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido. Este resultado indica que el agua presenta una baja concentración de sales y compuestos disueltos, lo cual es favorable para su tratamiento y posterior consumo. Los sólidos totales disueltos son un parámetro importante porque reflejan la cantidad de iones y compuestos orgánicos presentes en el agua, como carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y pequeñas cantidades de materia orgánica. Un nivel adecuado de sólidos totales disueltos contribuye a un sabor aceptable y a la estabilidad química del agua; en cambio, valores muy elevados pueden alterar su palatabilidad y aumentar la posibilidad de incrustaciones en las tuberías y equipos de distribución.

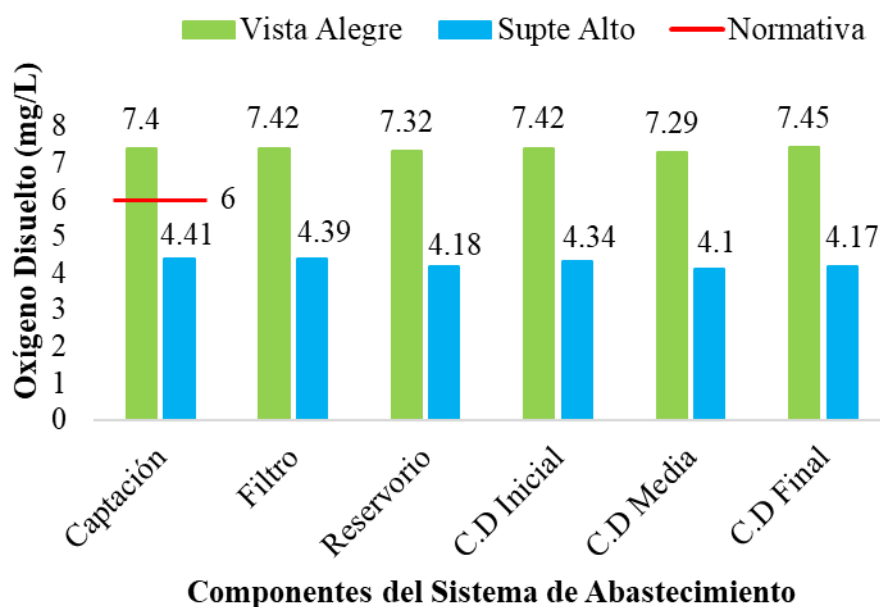


Figura 8. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de oxígeno disuelto (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (7.40 mg/L), filtro (7.35 mg/L), reservorio (7.32 mg/L), conexión domiciliaria inicial (7.42 mg/L), conexión domiciliaria media (7.29 mg/L) y conexión domiciliaria final (7.45 mg/L), el oxígeno disuelto más bajo correspondió a la conexión domiciliaria media y el más alto en la conexión domiciliaria final. Estos valores reflejan un nivel óptimo de oxigenación en el agua, lo cual es fundamental para mantener la estabilidad química y biológica del sistema de distribución, además, constituye un indicador indirecto del estado del recurso hídrico. Según la normativa peruana, el oxígeno disuelto debe de ser \geq que 6 mg/L, el resultado obtenido en la captación se encuentra por encima de este umbral, lo que indica que la fuente presenta una adecuada oxigenación. Este comportamiento es característico de aguas con baja carga de materia orgánica biodegradable y buen equilibrio entre procesos físicos y biológicos. Mantener concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto es fundamental porque contribuye a la estabilidad química del recurso, evita la generación de olores desagradables y favorece la eficacia de los procesos de desinfección, ya que un agua bien oxigenada suele presentar menor presencia de compuestos reductores que podrían consumir el desinfectante. Por ello, el resultado obtenido sugiere que la captación cuenta con condiciones favorables para su tratamiento y distribución segura a la población.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento Supte Alto, los valores de oxígeno disueltos fueron: captación (4.41 mg/L), filtro (4.39 mg/L), reservorio (4.18 mg/L), conexión domiciliaria inicial (4.34 mg/L), conexión domiciliaria media (4.10 mg/L) y conexión domiciliaria final (4.17 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media y el más alto en la captación. Estos valores se encuentran considerablemente por debajo de los reportados por Cuaspud (2020) en el sistema de abastecimiento de La Vereda San Vicente - Colombia, donde reportó valores de 8.21 mg/L a 9.13 mg/L. En primer lugar, el oxígeno disuelto es un indicador de la vida acuática y la capacidad autodepuradora que posee, al presentar valores bajos nos podría indicar que existe la presencia de material orgánico, falta de aireación natural en el sistema de almacenamiento. La principal diferencia entre las investigaciones radica en las diferencias geográficas, climáticas y topográficas que existe entre Perú y Colombia, por ejemplo, temperaturas más elevadas en Tingo María pueden

favorecer una menor solubilidad del oxígeno en el agua, explicando el resultado de nuestra investigación, debido a que estas muestras fueron tomadas en época de estiaje. En relación con la normativa peruana, que establece un valor de \geq que 6 mg/L, por lo que el valor medido en la captación se encuentra ligeramente por debajo del estándar establecido. Aunque la concentración de 4.41 mg/L no representa un nivel crítico, sí evidencia la necesidad de vigilancia y control, dado que niveles inferiores al estándar pueden indicar procesos de degradación orgánica en la cuenca o poca aireación natural, lo que podría favorecer condiciones anóxicas si la carga contaminante aumenta.

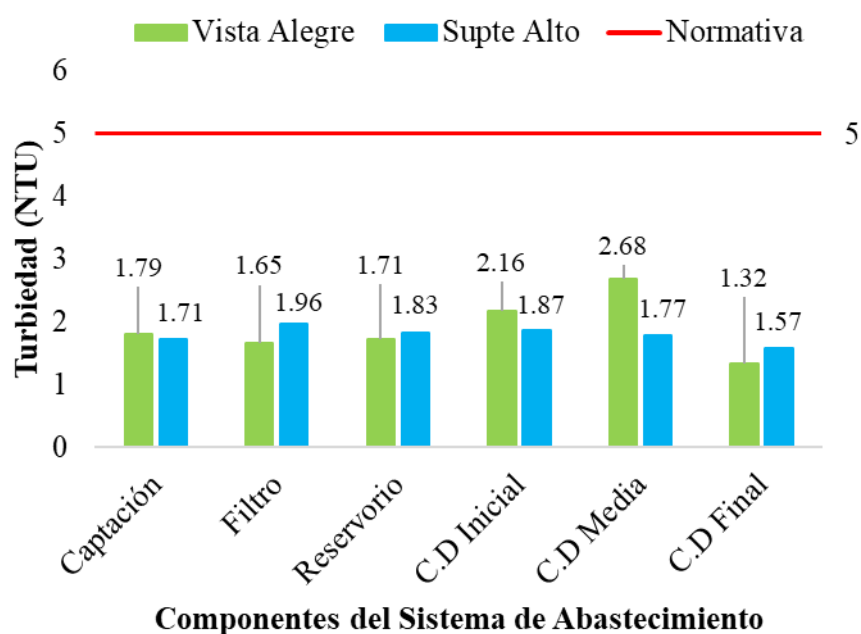


Figura 9. Concentración de turbiedad (NTU) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de turbiedad (NTU) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (1.79 NTU), filtro (1.65 NTU), reservorio (1.71 NTU), conexión domiciliaria inicial (2.16 NTU), conexión domiciliaria media (2.68 NTU) y conexión domiciliaria final (1.32 NTU), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final y el más alto en la conexión domiciliaria media. Al comparar con el estudio de Huanay (2021), quien reportó turbiedades entre 0.33 NTU y 1.33 NTU en el centro poblado Las Palmeras, de la ciudad de Huánuco. Se aprecia que Vista Alegre presenta valores ligeramente superiores. La

diferencia observada puede atribuirse a las condiciones climáticas y fisiográficas de cada zona. Mientras que Las Palmeras se ubica en un contexto con precipitaciones moderadas y menor escorrentías superficiales, Supte San Jorge (Vista Alegre) se caracteriza por un clima tropical húmedo, donde la elevada frecuencia e intensidad de las lluvias favorece al arrastre de material particulado (arcillas, limos, materia orgánica fina) hacia los manantiales que alimentan el sistema. Este fenómeno incrementa la probabilidad de que se eleven los niveles de turbiedad, especialmente en periodos de lluvia intensa. Según la normativa peruana, el valor de turbiedad permitido es de 5 NTU. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, reflejando un agua con claridad aceptable y manejable en términos de tratamiento, lo cual es positivo para la calidad del servicio.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento Supte Alto los valores de turbiedad obtenidos fueron: captación (1.71 NTU), filtro (1.51 NTU), reservorio (1.54 NTU), conexión domiciliaria inicial (1.55 NTU), conexión domiciliaria media (1.55 NTU) y conexión domiciliaria final (1.47 NTU), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final y el más alto en la captación del sistema. Por su parte, el estudio de Lachos (2024), realizado en un sistema de abastecimiento de agua superficial en Picuroyacu, Tingo María, reportó valores de turbiedad entre 0.51 y 1.52 NTU con los niveles más altos en la captación. La turbiedad representa la presencia de partículas suspendidas y coloides en el agua, como sedimentos, materia orgánica y microorganismos, y es un indicador con los procesos de desinfección y reflejar arrastres de materiales hacia las fuentes. Aunque ambos sistemas de abastecimiento se localizan en la ciudad de Tingo María y comparte condiciones climáticas generales, la ligera diferencia de valores puede atribuirse a factores locales específicos como la cobertura y uso del suelo cerca a la captación como la deforestación, agricultura o actividades antrópicas aportan más sedimentos y materia orgánica. Como también la influencia de estos resultados se puede deber al estado de la infraestructura, cloración, limpieza de los filtros. En conjunto, estos factores hacen que, peso a ubicarse en la misma ciudad, cada sistema presenta características propias que se reflejan en niveles ligeramente diferentes de turbiedad en el agua abastecida. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 5 NTU, para la turbiedad del agua potable, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido, lo que indica que el agua presenta baja concentración de partículas suspendidas en el agua, como arcillas, limos, materia

orgánica, microorganismos y compuestos coloidales. Valores bajos de turbiedad indican un agua más clara y con menor probabilidad de contener agentes patógenos. Altos niveles pueden proteger a microorganismos patógenos del efecto del desinfectante y afectar la eficacia de los procesos de potabilización.

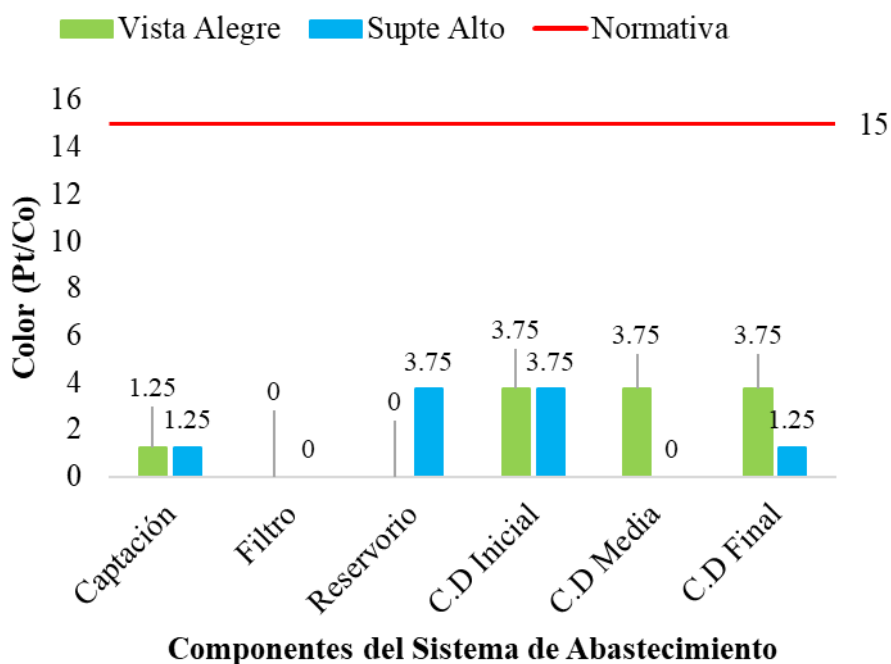


Figura 10. Medición del color (Pt/Co) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de color (Pt/Co) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (1.25 Pt/Co), filtro (0 Pt/Co), reservorio (0 Pt/Co), conexión domiciliaria inicial (3.75 Pt/Co), conexión domiciliaria media (3.75 Pt/Co) y conexión domiciliaria final (3.75 Pt/Co), encontrándose el valor más bajo en el punto de captación y el más alto en las conexiones domiciliares. Estos resultados presentan similitud con el estudio realizado por Huanay (2021), quien reportó valores de color entre 1.33 y 3.00 Pt/Co en el centro poblado Las Palmeras, perteneciente a la ciudad de Huánuco, también abastecido por un sistema de agua con captación en manantial. Esta concordancia indica que ambos sistemas comparten características similares de origen del agua. Según la normativa peruana, el valor del color permitido es de 15 Pt/Co. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, si bien no constituye por sí mismo un riesgo sanitario directo, representa un parámetro

fundamental para la aceptación del consumidor, ya que influye de manera significativa en la percepción de calidad del recurso. El color en el agua suele deberse a la presencia de compuestos orgánicos naturales, como la descomposición de materia vegetal, así como a minerales como el hierro y manganeso o corrosión en las redes de distribución. Con los resultados obtenidos se puede inferir que no existen deficiencias significativas en el proceso de tratamiento ni deterioro en la infraestructura del sistema de abastecimiento, aun cuando las mediciones se realizaron durante la época de avenida, periodo caracterizado por una alta intensidad de precipitaciones en la selva. Este aspecto resulta relevante, ya que en dicha temporada es común que se incremente la carga de sólidos suspendidos y materia orgánica en las fuentes de agua, lo que podría comprometer la eficiencia del tratamiento y la calidad final del recurso distribuido. Sin embargo, los valores registrados indican que el sistema opera de manera adecuada frente a estas condiciones hidrológicas adversas, garantizando la continuidad y confiabilidad del servicio.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento Supte Alto los valores de color obtenidos fueron: captación (1.25 Pt/Co), filtro (0 Pt/Co), reservorio (3.75 Pt/Co), conexión domiciliaria inicial (3.75 Pt/Co), conexión domiciliaria media (0 Pt/Co) y conexión domiciliaria final (1.25 Pt/Co), encontrándose los valores más bajos en la captación y conexión domiciliaria final, mientras que los más altos están en el reservorio y conexión domiciliaria inicial. Estos resultados son comparables con los obtenidos en la investigación de Lachos (2024), quien reportó valores de color entre 3 y 5 Pt/Co en la JASS Picuroyacu (Tingo María). En ambas investigaciones, los sistemas de abastecimiento se ubican en la zona de Tingo María y se alimentan de fuentes superficiales. Esta condición geográfica y el origen del recurso hídrico explican en parte la similitud de los valores de color obtenidos. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 15 Pt/Co para el color del agua, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido, lo que indica que el agua presenta muy baja presencia de compuestos coloreados disueltos, como materia orgánica, hierro o manganeso, el resultado obtenido es propia de la época de estiaje, cuando la escorrentía superficial disminuye y con ella la entrada de materia orgánica y sedimentos finos que pueden aportar color al agua.

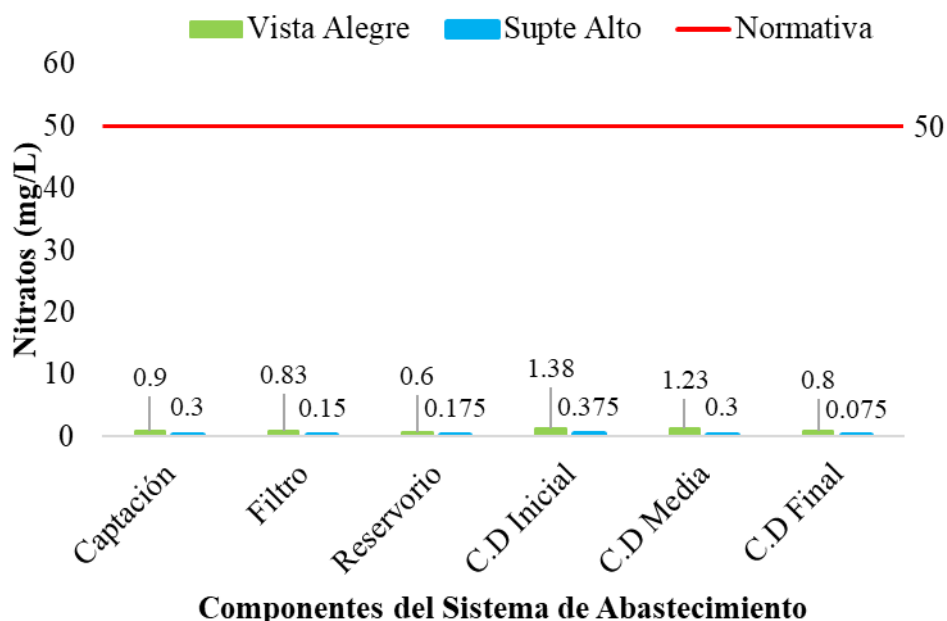


Figura 11. Concentración de nitratos (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de nitratos (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre, fueron los siguientes: captación (0.90 mg/L), filtro (0.83 mg/L), reservorio (0.60 mg/L), conexión domiciliaria inicial (1.38 mg/L), conexión domiciliaria media (1.23 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.8 mg/L) encontrándose el valor más bajo en el reservorio y el más alto en la conexión domiciliaria inicial. En la investigación de León & Pretell (2023), se reportó un valor de 1.37 mg/L en una muestra de agua tomada de Puquio, en la ciudad de la Libertad. De manera similar, Ñahui (2023) reportó valores de 1.162 mg/L y 1.630 mg/L en los centros poblados de Villa Hermosa y Chocan I, respectivamente. Ambos ubicados en la ciudad de Huancavelica. Según la normativa peruana, el valor de nitrato permitido se sitúa en 50 mg/L. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, lo que no implica un riesgo sanitario inmediato, ya que en algunos casos su origen puede estar vinculado a procesos naturales como la disolución de formaciones geológicas que contienen dichos minerales, aunque este mecanismo es poco común. No obstante, cuando las concentraciones superan los 50 mg/L, generalmente se relacionan con la actividad humana, principalmente por el uso de fertilizantes nitrogenados. Debido a su elevada solubilidad y a que los suelos con alta proporción de arcillas no retienen aniones de forma

eficiente, los nitratos son fácilmente arrastrados hacia capas más profundas mediante lixiviación. Este fenómeno se intensifica en regiones de clima húmedo, donde la abundancia de precipitaciones acelera el transporte de nutrientes hacia las aguas subterráneas, incrementando la probabilidad de contaminación. Por otro lado, en algunos estudios que se tomaron como referencia se identificó que la presencia de compuestos nitrogenados en el agua podría estar vinculada a la contaminación por residuos orgánicos de origen animal o humano. Un caso particular es el reportado en Villa Hermosa, Huancavelica, quien advierte que el reservorio de abastecimiento presentaba restos de excretas de animales en su entorno, producto del ingreso de ganado ovino debido al mal estado del cerco de protección. Estas condiciones externas constituyen una fuente de riesgo para la calidad del agua, ya que los desechos orgánicos aportan nutrientes y microorganismos patógenos que pueden afectar la inocuidad del recurso destinado al consumo humano.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de nitratos obtenidos fueron: : captación (0.30 mg/L), filtro (0.15 mg/L), reservorio (0.175 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.375 mg/L), conexión domiciliaria media (0.30 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.075 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final y el más alto en la conexión domiciliaria inicial. Por su parte, la investigación realizada por Lachos (2024) en la JASS Picuroyacu (Tingo María) reportó valores ligeramente superiores, con un rango de 0.47 mg/L a 0.62 mg/L. La presencia de nitratos puede originarse tanto en procesos naturales: como la descomposición de materia orgánica y la mineralización del nitrógeno presente en el suelo, como en actividades antrópicas, especialmente la agricultura y la ganadería intensiva. Si bien los fertilizantes nitrogenados favorecen el crecimiento y rendimiento de los cultivos, su uso excesivo propicia la infiltración del excedente a través del suelo y su arrastre hacia fuentes superficiales y subterráneas. En la investigación de Lachos atribuye las concentraciones registradas a posibles escorrentías agrícolas y a la infiltración de fertilizantes utilizados cerca de la zona de captación. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 50 mg/L, para los nitratos presentes en el agua potable, todos los valores registrados se encuentran dentro del rango permitido. Su monitoreo es relevante porque concentraciones elevadas pueden provocar problemas de salud en poblaciones vulnerables, como la metahemoglobinemia

en lactantes, más conocido como “síndrome del bebé azul”. Esta condición se produce cuando los nitratos ingeridos a través del agua se transforman en nitritos dentro del organismo y estos nitritos alteran la hemoglobina convirtiéndola en metahemoglobina, que no puede transportar oxígeno de manera eficiente.

Al comparar los resultados de los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre con el de Supte Alto, se obtuvieron valores más altos, pese a compartir un entorno geográfico semejante. Esta diferencia podría explicarse por la ubicación y el tipo de fuente de captación, ya que las aguas subterráneas suelen presentar concentraciones más elevadas de nitratos que las fuentes superficiales debido a la acumulación y filtración progresiva de este compuesto en los acuíferos.

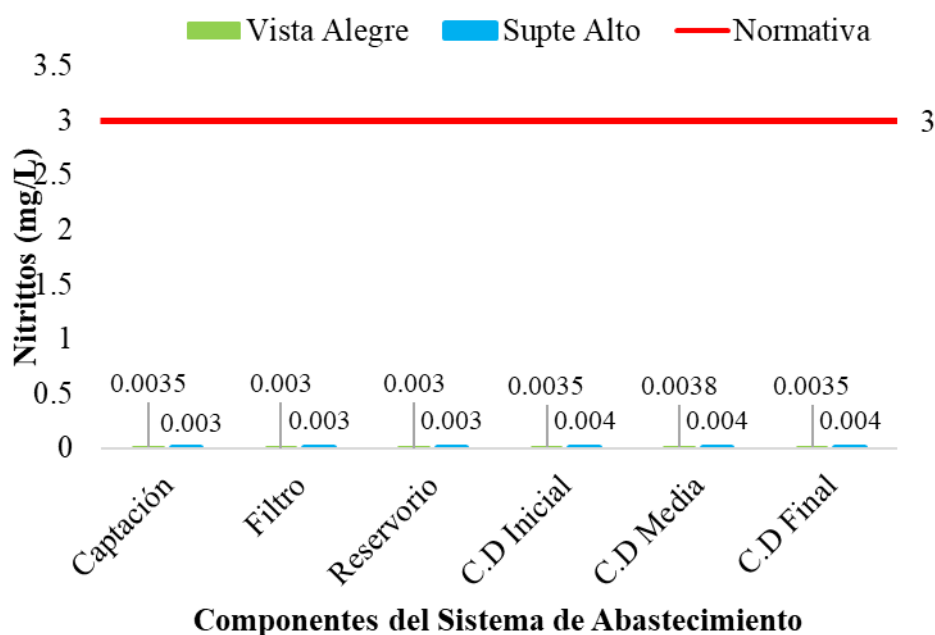


Figura 12. Concentración de nitritos (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de nitritos (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.0035 mg/L), filtro (0.003 mg/L), reservorio (0.003 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.0035 mg/L), conexión domiciliaria media (0.0038 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.0035 mg/L),

encontrándose el valor más bajo en el filtro y reservorio, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria media. Estos resultados se encuentran por debajo del valor reportado por Ñahui (2023), quien reportó valores menores a 0.006 mg/L en el centro poblado de Torreccacca, ubicado en la región de Huancavelica. Esta diferencia podría atribuirse a las características fisicoquímicas del suelo y del entorno hidrogeológico de cada zona, así como el grado de intervención antrópica presente. Por otro lado, Obregon (2017) señala que los suelos de Tingo María presentan un rango de pH entre 3.81 a 7.29, lo cual corresponde a condiciones que varían de extremadamente ácidas a neutras. En suelos con pH superior a 7.7, los nitritos pueden generarse de forma natural y los fertilizantes nitrogenados pueden transformarse directamente en este compuesto. Sin embargo, considerando que los suelos de la zona de estudio no alcanzan valores tan alcalinos, la formación natural de nitritos sería limitada. Según la normativa peruana, los nitritos no deben de exceder el valor de 3 mg/L, observando todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, lo que sugiere que la presencia de nitritos proviene principalmente de procesos naturales del suelo, debido a que los valores registrados no son altos.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de nitritos obtenidos fueron: captación (0.003 mg/L), filtro (0.003 mg/L), reservorio (0.003 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.004 mg/L), conexión domiciliaria media (0.004 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.004 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la captación, filtro y reservorio mientras que el más alto en la conexión domiciliaria inicial, media y final. Valores más bajo que lo reportado por De Miguel y Vásquez (2006) en su investigación realizada en Cuba, en la provincia de Holguín, donde reportó valores de 0.176 mg/L y 0.274 mg/L. La diferencia entre ambos contextos podría atribuirse, en primer lugar, a la alta intensidad agrícola de la región cubana, caracterizada por el uso extendido de tecnologías agrícolas, sistemas de riego y manejo intensivo de fertilizantes nitrogenados. A ello se suman las particularidades hidrogeológicas del área, que favorecen la acumulación y transporte de compuestos nitrogenados; en acuíferos de flujo lento, estas sustancias pueden permanecer más tiempo y transformarse in situ, elevando las concentraciones de nitrito en las fuentes de abastecimiento. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 3mg/L para los nitritos en el agua, todos los valores registrados se encuentran dentro

de los niveles permitidos, probablemente sea asociado a la presencia natural de nitritos en el agua y a una menor presión antrópica sobre la zona de captación, lo que reduce la probabilidad de acumulación significativa de estos compuestos. Su monitoreo es crucial porque, en niveles elevados, pueden reaccionar con compuestos orgánicos para formar nitrosaminas, sustancias potencialmente cancerígenas, y también causar metahemoglobinemia en lactantes.

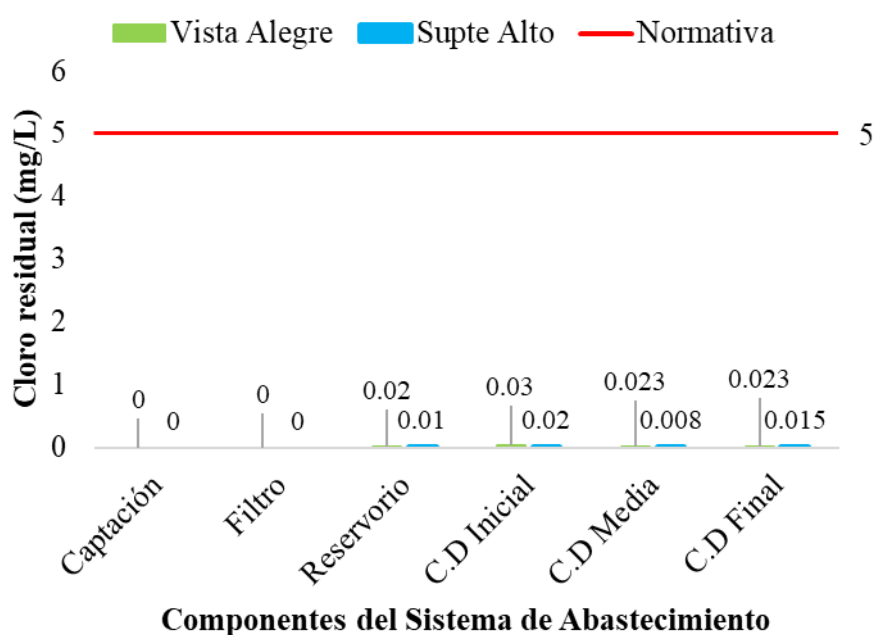


Figura 13. Concentración de cloro residual (mg/L) en los componentes de los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de cloro residual (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0 mg/L), filtro (0 mg/L), reservorio (0.002 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.003 mg/L), conexión domiciliaria media (0.023 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.023 mg/L), encontrándose el valor más bajo en el reservorio, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria inicial. En la investigación de Huanay (2021), reportó valores de cloro residual de 0 mg/L en el centro poblado Las Palmeras, en la ciudad de Huánuco. Esto permite advertir que, si bien en Vista Alegre existe una ligera presencia de cloro, ambos casos reflejan limitaciones en la etapa de desinfección, una situación recurrente en sistemas rurales o de pequeña escala, donde la falta de recursos económicos dificulta el

adecuado manejo del clorador. La consecuencia inmediata de esta deficiencia es el debilitamiento de la seguridad microbiológica del agua, lo que incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades hídricas. Según la normativa peruana se exige un mínimo de 0.5 mg/L de cloro residual para asegurar la inocuidad del recurso; mientras que la norma mexicana NOM-127-SSA1-2021 establece un rango entre 0.2 y 1.5 mg/L como concentración aceptable para impedir la proliferación de microorganismo patógenos, entre ellos las bacterias coliformes. Aunque estos valores evidencian la presencia de desinfectante, es un valor muy bajo debido a que se encuentra por debajo de la normativa peruana e internacional.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los resultados de cloro residual fueron: captación (0 mg/L), filtro (0 mg/L), reservorio (0.01 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.02 mg/L), conexión domiciliaria media (0.008 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.015 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria inicial. Estos niveles son considerablemente inferiores a los encontrados en la investigación de Lachos (2024), quien reportó valores de entre 0.85 mg/L y 1.12 mg/L en la JASS Picuroyacu (Tingo María), correspondiente a un sistema de abastecimiento que muestra un tratamiento más eficiente y consistente en su proceso de desinfección. En relación con la normativa peruana, que establece que la presencia de cloro residual es a partir de 5 mg/L, todos los valores registrados se encuentran por debajo de la normativa e incluso se presenta valores más bajo que la normativa latinoamericanos donde se adopta un rango mínimo de 0.2 a 0.3 mg/L, como es el caso de Bolivia, cuya normativa establece que la concentración de cloro residual libre en la red de distribución debe ser al menos de 0.2 mg/L. Lo que indica que el agua llega a los usuarios con una protección desinfectante insuficiente. Esto puede deberse a factores como: dosis inicial de cloro inadecuada, tiempos de retención prolongados en la red o falta de mantenimientos en las instalaciones. Esta situación incrementa el riesgo sanitario para la población abastecida, al facilitar la proliferación de bacterias patógenas y potenciales brotes de enfermedades de origen hídrico.

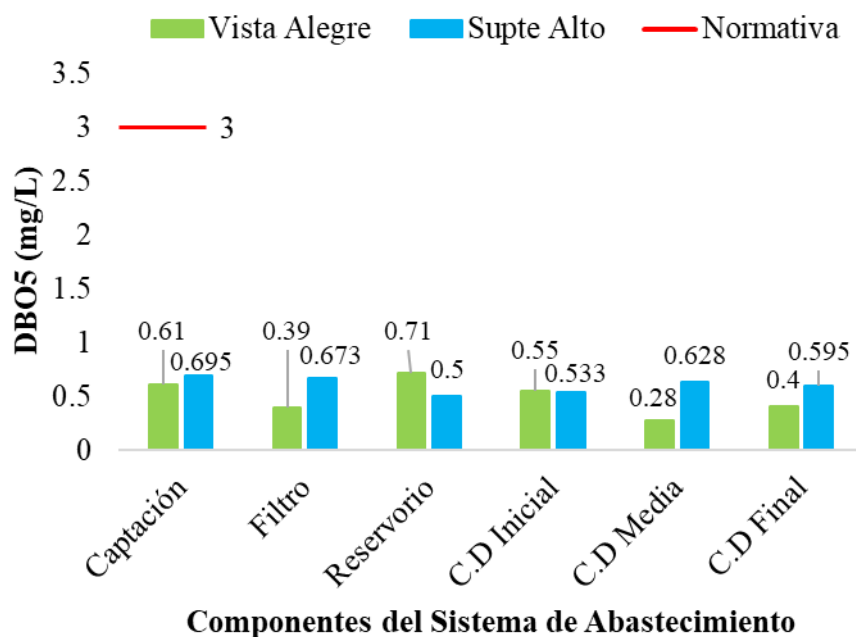


Figura 14. Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de DBO₅ (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.61 mg/L), filtro (0.39 mg/L), reservorio (0.71 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.55 mg/L), conexión domiciliaria media (0.28 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.40 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media, mientras que el más alto en el reservorio. Este comportamiento contrasta de manera significativa con lo documentado por Bolaños (2023) en el distrito de Las Brisas, Costa Rica, donde se reportan valores de 35 a 112 mg/L en época de lluvias. La diferencia puede explicarse principalmente por las condiciones ambientales y el uso del suelo en cada localidad. En las Brisas, ubicada entre los 1500 y 1800 msnm, las lluvias intensas y la elevada humedad favorecen procesos de escorrentía superficial, los cuales arrastran hacia las fuentes de agua grandes cantidades de materia orgánica, incluyendo restos vegetales, estiércol y residuos agrícolas. Este efecto se ve acentuado por la fuerte presencia de actividades agrícolas y ganaderas, que incrementan la disponibilidad de desechos biodegradables en el entorno hídrico. Por el contrario, en Vista Alegre, si bien la precipitación es también abundante, el sistema de abastecimiento cuenta con infraestructura de filtración y protección de la captación (cuenta con una cubierta metálica), lo que limita la entrada de

contaminantes orgánicos al agua. Este factor, sumado a una menor presión de actividades agropecuarias en la zona inmediata de influencia, explica los bajos valores de DBO5 observados. Según la normativa peruana, el DBO5 registrado en la captación no debe de exceder de 3 mg/L, el resultado obtenido se encuentra muy por debajo del valor, lo que indica que en la captación existe baja carga de materia orgánica.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de DBO5 obtenidos fueron: captación (0.695 mg/L), filtro (0.673 mg/L), reservorio (0.5 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.533 mg/L), conexión domiciliaria media (0.628 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.595 mg/L), encontrándose el valor más alto en la captación, mientras que el más bajo en el reservorio. Estos resultados son semejantes a los reportados por Cuaspud (2020) en el sistema de abastecimiento de la Vereda San Vicente (Colombia), donde se obtuvieron concentraciones entre 0.73 mg/L a 1.08 mg/L. Las diferencias observadas entre ambos sistemas pueden asociarse a las particularidades de cada región y a factores operativos como de infraestructura. En la investigación de Cuaspud identificó que en San Vicente la captación del agua es de tipo artesanal y carece de una protección adecuada frente a escorrentías, sumado a eso su unidad de desarenación no funciona correctamente y los tanques de almacenamiento presentan deterioro. Estas condiciones facilitan la entrada y acumulación de sedimentos o materia orgánica biodegradable, lo que origina que los valores de DBO5 en la Vereda San Vicente sean ligeramente más elevados que los de Supte Alto. Es importante considerar que la DBO5 es un indicador indirecto de la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua, y que valores bajos como los que se obtuvo en la investigación sugiere una menor carga orgánica que genera un menor riesgo de proliferación bacteriana. En relación con la normativa peruana, el valor de DBO5 no debe de exceder de 3 mg/L, tal como se registra en los resultados de Supte Alto, lo que indica que en la captación existe baja carga de materia orgánica susceptible de descomposición bacteriana y, por tanto, menor riesgo de proliferación de microorganismos patógenos, debido a que el DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos aeróbicos necesitan para descomponer la materia orgánica biodegradable presente en el agua.

4.1.2. Análisis de la satisfacción de usuarios en los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto

Los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 64 usuarios de Vista Alegre y 70 usuarios de Supte Alto, se muestran a través de tablas para mejor entendimiento. Las preguntas abarcan la percepción frente a los parámetros fisicoquímicos.

Tabla 9. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros fisicoquímicos

N°	Pregunta	Escala de valoración					Total					
		1	2	3	4	5						
4	¿La continuidad (horas de servicio) en su zona es adecuada	3%	6%	2%	22%	67%	100%					
5	¿El suministro de agua se interrumpe con frecuencia?	1%	16%	12%	16%	55%	100%					
6	¿La presión del agua en su zona es adecuada?	5%	12%	14%	19%	50%	100%					
7	¿El agua que recibe tiene olor anormal?	1%	8%	6%	8%	77%	100%					
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	6%	8%	9%	14%	63%	100%					
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	5%	6%	5%	12%	72%	100%					
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	5%	1%	5%	12%	77%	100%					
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	5%	8%	6%	11%	70%	100%					
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	100%
		4%	50.6	8%	54.4	7%	54.2	14%	32.0	66%	14.8	%

En la pregunta 4, los resultados indican que el 67% de los encuestados calificaron la continuidad del servicio como “muy buena”, mientras que un 22% la consideró “buena”. Estas dos categorías juntas constituyen el 89 % del total de los encuestados. Esta cifra revela que en general, los usuarios perciben un servicio con alta disponibilidad y pocas interrupciones, aspecto fundamental para garantizar la calidad sanitaria del agua y la satisfacción del usuario. En contraste, solo un 11% de los participantes reportaron experiencias menos favorables, divididas en 6% “Mala”, 3% “Deficiente”, y 2% “Regular”. Estos resultados, aunque minoritarios, constituyen señales de alerta para los administradores del sistema, ya que pueden reflejar problemas puntuales en determinados sectores de la red, interrupciones no programadas o deficiencias en la comunicación con los usuarios sobre cortes de servicio. En conclusión, el alto porcentaje de percepciones positivas sugiere que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre ha logrado mantener un servicio estable, pero a la vez pone de manifiesto la importancia de atender los casos aislados para asegurar la equidad en la prestación.

En la pregunta 5, se observa que el 55% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre calificaron como “Muy buena” el suministro de agua. Asimismo, un 16% calificó el servicio como “bueno”, sumando entre ambas categorías un 71% de opiniones positivas. Esta tendencia refleja que la mayoría de la población está satisfecha con la prestación del servicio, lo cual es un indicador favorable del desempeño operativo del sistema de abastecimiento en Vista Alegre. La percepción positiva suele estar asociada a factores como la disponibilidad continua del recurso, la calidad sanitaria y la presión adecuada en la red de distribución. Por otro lado, el 29% de los participantes reportaron experiencias menos favorables, divididas en 16% “mala”, 12% “regular” y 1% “deficiente”. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el suministro de agua, ya que la interrupción del servicio solo se da por unas horas cuando ocurre precipitaciones para evitar turbulencias en el agua almacenada.

En la pregunta 6, se observa que el 50% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena la presión de agua, mientras que un 19% la consideró “buena”. Esto refleja que, en general, el sistema de abastecimiento de Vista Alegre cumple con las expectativas de la mayoría en cuanto a presión, un indicador clave para garantizar la continuidad y eficiencia del servicio en las conexiones domiciliarias. Una presión adecuada no solo favorece el confort del usuario,

sino que también reduce el riesgo de contaminación cruzada en la red. Por el contrario, un 31% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 14% calificó el servicio como “regular”, 12% como “malo” y 5% como “deficiente”. Este grupo minoritario, pero significativo, podría estar evidenciando variaciones de presión en ciertos sectores, posibles fugas o deficiencias en la infraestructura que afecten la distribución del caudal. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena la presión de agua.

En la pregunta 7, se observa que el 77% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el olor del agua, mientras que un 8% la consideró “buena”. Este hallazgo sugiere que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre, en términos generales, logra mantener características organolépticas adecuadas, particularmente en lo referido al olor, un aspecto clave para la aceptación del agua potable por parte de la población. Por el contrario, un 15% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 6% calificó el servicio como “regular”, 8% como “mala” y 1% como “deficiente”. Aunque este grupo es minoritario, constituye una señal de alerta, ya que el olor puede ser un indicador temprano de problemas en la calidad del agua o de variaciones en la red de distribución (por ejemplo, presencia de compuestos orgánicos, procesos de desinfección insuficientes o deterioros en las tuberías). En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el olor del agua.

En la pregunta 8, se observa que el 63% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el color del agua, mientras que un 14% la consideró “buena”. Esto evidencia que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre mantiene, en general, un color adecuado en el agua distribuida, un aspecto fundamental en la percepción de calidad por parte de los consumidores y en la aceptación del recurso para consumo doméstico. Por el contrario, un 23% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 9% calificó el color como “regular”, 8% como “malo” y 6% como “deficiente”. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el color del agua. Este grupo minoritario, aunque importante, sugiere que en determinados puntos de la red podrían existir variaciones en la calidad del agua o acumulación de sedimentos, lo que repercute en la apariencia y en la confianza de los usuarios.

En la pregunta 9, se observa que el 72% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 12% la consideró como “buena”. Este resultado indica que, en general, el sistema de abastecimiento de Vista Alegre proporciona un agua con características organolépticas aceptables para la población, reforzando la confianza en su calidad y potabilidad. Por el contrario, un 16% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 5% calificó el sabor como “regular”, 6 % como “malo”, 5% como “deficiente”. Aunque esta proporción es menor que la de evaluaciones positivas, constituyen un indicio de que en algunos puntos de la red de distribución podrían presentarse variaciones en la calidad del agua, posiblemente por factores como el estado de las tuberías, la dosificación de desinfectante o la presencia de compuestos que afectan el gusto. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el sabor del agua.

En la pregunta 10, se observa que el 77% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que un 12% la consideró “buena”. Este resultado sugiere que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre, en términos generales, cumple con las expectativas de la población respecto a la calidad del agua, generando confianza y aceptación del servicio. Por el contrario, un 11% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 1% como “mala” y 5% como “deficiente”. Aunque este grupo es minoritario, evidencia que existen usuarios que experimentan dudas o insatisfacción sobre la calidad del agua, lo que podría estar relacionado con aspectos como variaciones en la desinfección, características organolépticas en determinados sectores de la red o falta de información sobre los procesos de tratamiento. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12, se observa que el 70% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que un 11% la consideró “buena”. Esta percepción refleja que el agua distribuida en el sistema de abastecimiento de Vista Alegre presenta bajas concentraciones de sólidos y minerales que, combinados con el cloro residual utilizado para la desinfección, suele ser responsable de

la formación de incrustaciones visibles en los recipientes tras la ebullición. Por el contrario, un 19% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 6% lo calificó como “regular”, 8% como “mala” y 5% como “deficiente”. Esto podría indicar que en ciertos sectores de la red de distribución existen variaciones en la dosificación del cloro o en el contenido mineral del agua, lo que incrementa la posibilidad de formación de sarro al hervirla. Factores como la antigüedad de las tuberías o características del reservorio. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida.

Tabla 10. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros fisicoquímicos

Nº	Pregunta	Escala de valoración					Total				
		1	2	3	4	5					
4	¿La continuidad (horas de servicio) en su zona es adecuada	5%	14%	50%	31%	0%	100%				
5	¿El suministro de agua se interrumpe con frecuencia?	5%	8%	48%	39%	0%	100%				
6	¿La presión del agua en su zona es adecuada?	6%	6%	53%	35%	0%	100%				
7	¿El agua que recibe tiene olor anormal?	3%	3%	5%	47%	42%	100%				
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	3%	6%	5%	48%	38%	100%				
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	3%	3%	8%	52%	34%	100%				
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	3%	6%	3%	35%	53%	100%				
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	3%	5%	5%	40%	47%	100%				
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV

4	32.2	6	54.9	22	105.	27	100
%		%		%	9	41%	18.1
						27	85.5
						%	100
							%

En la pregunta 4, se observa que el 31% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como que la continuidad de las horas de servicio del agua brindada en zona es buena. Por el contrario, un 69% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 50% calificó como “regular”, 14% como “mala” y 5% como “deficiente”. Esta tendencia evidencia que la intermitencia en la disponibilidad del agua constituye una de las principales debilidades del sistema de abastecimiento, generando preocupación en la mayoría de los usuarios. La falta de continuidad en el suministro no solo afecta la comodidad de los hogares, sino que puede tener implicancias directas en la salud pública y en la organización de las actividades domésticas, pues limita la posibilidad de contar con agua suficiente para el consumo, la preparación de alimentos y la higiene personal. Además, una provisión irregular suele obligar a las familias a almacenar agua en recipientes, lo cual incrementa el riesgo de contaminación secundaria y, en consecuencia, de enfermedades gastrointestinales. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es regular la continuidad de las horas de servicio del agua en su zona. Debido a que en época de estiaje el reservorio solo llena su capacidad en horas de las mañanas, por lo cual este es distribuido por horas a la población para que puedan almacenar el agua para realizar sus actividades diarias.

En la pregunta 5, se observa que el 39% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como buena el suministro de agua. Por el contrario, un 61% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 48% lo calificó como “regular”, 8% como “malo” y 5% como “deficiente”. Estos datos reflejan una percepción mayoritariamente negativa respecto a la calidad del servicio, lo cual sugiere que existen carencias estructurales y de gestión que impactan directamente en la satisfacción de los usuarios. La alta proporción de respuestas en las categorías de menor valoración puede estar relacionada con problemas de presión y continuidad del agua distribuida, aspectos que suelen ser determinantes para la aceptación social del servicio. Además, la percepción de insuficiencia en el suministro puede afectar la confianza de la comunidad en la JASS y generar resistencia al pago de tarifas, lo cual dificulta la sostenibilidad financiera del sistema. En conclusión, el mayor porcentaje de

usuarios considera que es regular el suministro de agua, debido a que no pueden realizar con mayor facilidad sus actividades diarias que implica el uso de agua como cocinar, limpiar, lavar, entre otros.

En la pregunta 6, se observa que el 35% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como buena la presión de agua. Por el contrario, un 65% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 53% lo calificó como “regular”, 6% como “mala” y 6% como “deficiente”. Esta tendencia evidencia que la presión insuficiente constituye una de las principales debilidades del servicio, ya que afecta tanto el acceso directo al agua como la posibilidad de almacenarla para su uso doméstico. Una presión inadecuada suele estar asociada a deficiencias técnicas en la red de distribución, como el deterioro de tuberías, la presencia de conexiones no autorizadas o la falta de mantenimiento de válvulas y reservorios. Además, en zonas rurales, la topografía puede generar dificultades adicionales, ya que las viviendas ubicadas en partes más elevadas tienden a recibir menor caudal. La percepción negativa de la comunidad frente a este aspecto no solo limita la satisfacción del usuario, sino que también puede tener repercusiones en la salud y la higiene, pues la baja presión dificulta el almacenamiento suficiente de agua y reduce la frecuencia de lavado y limpieza.

En la pregunta 7, se observa que el 42% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el olor del agua, mientras que un 47% la consideró “buena”. Por el contrario, un 11% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 5% lo calificó como regular, 3% como “malo” y 3% como “deficiente”.

Este resultado refleja que la gran mayoría de los usuarios perciben el agua como aceptable en términos organolépticos, lo cual constituye un aspecto positivo, ya que el olor es uno de los indicadores más inmediatos de la calidad percibida por la población. No obstante, el pequeño porcentaje de valoraciones negativas sugiere que en ciertos sectores podrían existir factores que alteran el olor, como la presencia de cloro residual en concentraciones variables, al arrastre de materia orgánica en la red de distribución o deficiencias en la limpieza de reservorios y conexiones domiciliarias. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es buena el olor del agua, pero la existencia de un grupo minoritario insatisfecho resalta la necesidad de monitorear de

manera constante el olor del agua y fortalecer las prácticas de mantenimiento, para asegurar una experiencia homogénea en toda la comunidad.

En la pregunta 8, se observa que el 38% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el color del agua, mientras que un 48% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los participantes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 5% lo calificó como “regular”, 6% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de opiniones positivas sugiere que el agua generalmente presenta claridad y ausencia de turbidez, características esenciales para la aceptación de los usuarios. Sin embargo, el grupo minoritario que reportó insatisfacción podría estar asociado a variaciones en la red de distribución, acumulación de sedimentos en las tuberías o deficiencias en la limpieza de los reservorios, factores que pueden alterar la apariencia del agua en determinados sectores. En conclusión, aunque el color del agua es mayoritariamente bien valorado, los reportes negativos indican la necesidad de mantener controles periódicos de calidad física y reforzar las labores de mantenimiento de la infraestructura para garantizar la uniformidad en el servicio.

En la pregunta 9, se observa que el 34% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 52% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 8% lo calificó como “regular”, 3% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de evaluaciones positivas evidencia que el agua distribuida en Supte Alto presenta un sabor aceptable para el consumo, lo que constituye un indicador indirecto de conformidad con las condiciones de potabilidad exigidas. No obstante, el porcentaje minoritario que reporta insatisfacción podría estar relacionado con factores como la presencia de cloro residual, variaciones en la calidad de la fuente de abastecimiento o deficiencias en la red de distribución, los cuales suelen incidir directamente en el sabor percibido por los usuarios. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que bueno el sabor del agua.

En la pregunta 10, se observa que el 53% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que el 35% la consideró “buena”. Por el contrario, un 12% de los usuarios manifestaron percepciones menos

favorables, de los cuales el 3% lo calificó como “regular, 6% como “mala” y 3% como “deficiente”. En conjunto, estas percepciones positivas representan un 88% de aceptación, lo que refleja un elevado nivel de confianza por parte de los usuarios hacia la calidad del recurso que reciben. En contraste, un 12% de los encuestados manifestó opiniones menos favorables. Estos resultados sugieren que la población de Supte Alto reconoce que el agua cumple, en gran medida, con las condiciones necesarias para ser consumidas sin representar riesgos para la salud. Sin embargo, el grupo minoritario que reporta inconformidad podría estar vinculado a variaciones en parámetros microbiológicos o químicos en ciertos tramos de la red, así como a percepciones individuales relacionadas con olor, sabor o apariencia del agua. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12, se observa que el 47% de los usuarios del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que el 40% la consideró “buena”. Por el contrario, un 13% de los usuarios manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 5% como “malo” y 3% como “deficiente”. La ausencia de sarro al hervir el agua suele estar asociada a un bajo contenido de sales minerales, principalmente carbonatos de calcio y magnesio, que son responsables de la dureza del agua. Este resultado refleja que, en general, el agua distribuida en Supte Alto presenta una dureza baja a moderada, lo cual favorece su aceptabilidad para el consumo humano y evita inconvenientes domésticos como la obstrucción de cañerías o la reducción de la eficiencia de electrodomésticos. En conclusión, el mayor porcentaje de usuarios considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida, lo que se relaciona con un nivel de dureza aceptable.

4.1.3. Relación de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario

4.1.3.1 Prueba de normalidad

Para poder comprobar la relación entre las dos variables de Vista Alegre, es necesario poder determinar la normalidad de los datos de cada variable,

por lo cual se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov debido a que son más de 50 datos, la prueba de hipótesis de normalidad es la siguiente:

H0: Los datos de la variable siguen una distribución normal

H1: Los datos de la variable no siguen una distribución normal

Tabla 11. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en Vista Alegre

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros fisicoquímicos	0,469	60	<0.001	0,539	60	<.0.001
Satisfacción del usuario	0,135	60	0,008	0,939	60	<.0.005

El valor de p de los parámetros fisicoquímicos es menor a 0.001, siendo este menor que el criterio de decisión de 0.05, rechazamos la hipótesis nula lo que significa que los datos no siguen una distribución normal. De igual manera en la variable de la satisfacción del usuario se tiene un p de 0.008, siendo este menor que 0.05 concluimos con que los datos no siguen una distribución normal. Por lo cual se rechaza trabajar con la prueba de Pearson, se procede entonces a analizar con la prueba no paramétrica Rho de Spearman para comprobar la hipótesis planteada en la investigación.

Para poder comprobar la relación entre las dos variables de Supte Alto, es necesario poder determinar la normalidad de los datos de cada variable, por lo cual se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov debido a que son más de 50 datos, la prueba de hipótesis de normalidad es la siguiente:

H0: Los datos d la variable siguen una distribución normal

H1: Los datos de la variable no siguen una distribución normal

Tabla 12. Prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en Supte Alto

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros fisicoquímicos	0,477	60	<0.001	0,511	60	<.0001
Satisfacción del usuario	0,146	60	0,003	0,957	60	0,032

El valor de p de los parámetros fisicoquímicos es menor a 0.001, siendo este menor que el criterio de decisión de 0.05, rechazamos la hipótesis nula lo que significa que los datos no siguen una distribución normal. De igual manera en la variable de la satisfacción del usuario se tiene un p de 0.003, siendo este menor que 0.05 concluimos con que los datos no siguen una distribución normal. Por lo cual se rechaza trabajar con la prueba de Pearson, se procede entonces a analizar con la prueba no paramétrica Rho de Spearman para comprobar la hipótesis planteada en la investigación.

4.1.3.2 Prueba de correlación

Tabla 13. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros fisicoquímicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre

			Parámetros fisicoquímicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros fisicoquímicos	Coeficiente de correlación	1,000	0,107
		Sig. (bilateral)		0,416
		N	60	60
	Satisfacción del usuario	Coeficiente de correlación	0,107	1,000
		Sig. (bilateral)	0,416	
		N	60	64

Con el fin de determinar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la satisfacción del usuario, se aplicó la prueba de correlación Rho de Spearman, debido a la naturaleza ordinal de las variables analizadas.

Los resultados obtenidos muestran un coeficiente de correlación de Spearman de 0.107, lo cual indica la existencia de una correlación positiva muy débil entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario. Este valor sugiere que la variación de los parámetros fisicoquímicos del agua presenta una relación mínima con el nivel de satisfacción percibido por los usuarios.

Asimismo, el valor de significancia bilateral (0.416) es mayor al nivel de significancia establecido (0.05), lo que indica que la correlación encontrada no es estadísticamente significativa. En consecuencia, no se cuenta con evidencia suficiente para afirmar que los parámetros fisicoquímicos del agua influyan de manera directa en la satisfacción del usuario.

Tabla 14. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros fisicoquímicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto

			Parámetros fisicoquímicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros fisicoquímicos	Coeficiente de correlación	1,000	-0,104
		Sig. (bilateral)		0,430
		N	60	60
	Satisfacción del usuario	Coeficiente de correlación	-0,104	1,000
		Sig. (bilateral)	0,430	
		N	60	70

Los resultados muestran un coeficiente de correlación de -0.104, lo que indica una relación negativa muy débil entre ambas variables. Asimismo, el valor de significancia obtenido (0.430) es mayor que el nivel de 0.05, por lo que la correlación no es estadísticamente significativa. Eso implica que, en esta población, los

parámetros fisicoquímicos del agua no guardan relación significativa con la percepción de satisfacción del usuario.

Los resultados en ambos sistemas de abastecimiento evidencian que la satisfacción del usuario está determinada por otros factores distintos a los parámetros fisicoquímicos evaluados. Debido a que estos parámetros no son fácilmente perceptibles por la población más que aquellos parámetros organolépticos, como olor, color y sabor; debido a que para la obtención de estos parámetros fisicoquímicos es necesario el uso de equipos calibrados como el uso de reactivos a nivel de laboratorio, por lo cual la información analizada no es de fácil acceso ni de interpretación por los usuarios quienes en su gran mayoría poseen educación secundaria completa. Es por eso que la satisfacción del usuario no solo está ligado a los parámetros fisicoquímicos sino que depende de otros factores como lo indica Suarez (2023) en su investigación, el cual evaluó la relación entre la calidad del agua potable y la satisfacción de los usuarios de la EPS Seda Huánuco S.A, concluyendo que la percepción y satisfacción del usuario podría estar influenciado por otros factores no necesariamente relacionados con la calidad fisicoquímica del agua como es la continuidad del servicio recibido, la presión de este, la atención al cliente y resolución de reclamos o el precio que pagan por este servicio. Al igual que en la ciudad de Puerto Maldonado donde Puma & Álvarez (2019) evaluaron la satisfacción de los usuarios con la EPS EMAPAT S.A. y concluyeron que la satisfacción tiene repercusión directa con la habilidad del personal para desempeñarse en su trabajo, la empatía, los equipos, las instalaciones y los recursos humanos de la empresa prestadora de servicios.

4.2. Determinación de la relación entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

4.2.1. Análisis de los parámetros inorgánicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto

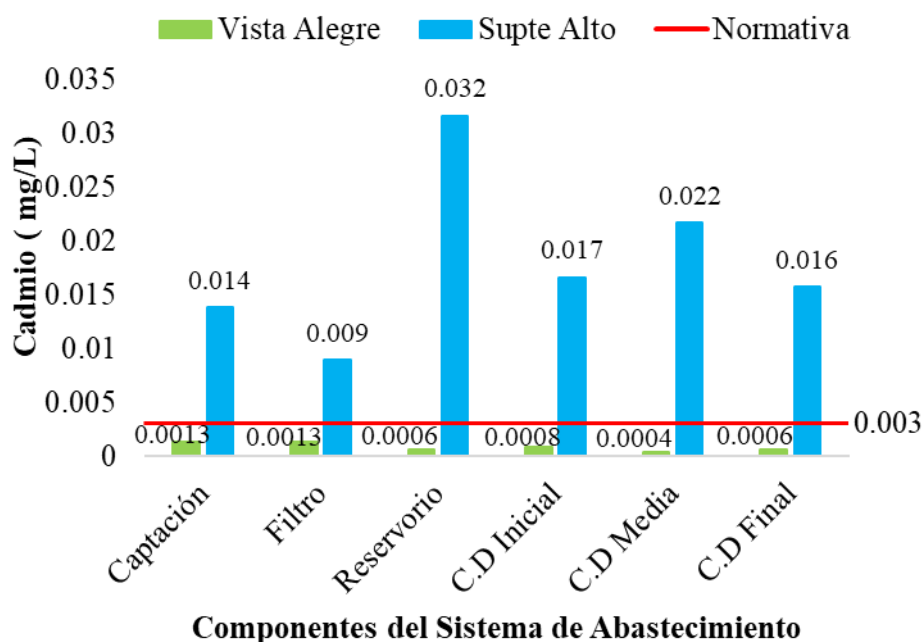


Figura 15. Concentración de cadmio (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de cadmio (mg/L) en el sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.0013 mg/L), filtro (0.0013 mg/L), reservorio (0.0006 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.0008 mg/L), conexión domiciliaria media (0.0004 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.0006 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media, mientras que el más alto en la captación y filtro. En comparación, en el estudio de De la Cruz y Valencia (2022), que evaluó fuentes de abastecimiento en zonas rurales pertenecientes al centro poblado Sachapite, Huancavelica, se encontraron concentraciones de hasta 0.0039 mg/L. La presencia del cadmio en las aguas puede deberse a la influencia de actividades agrícolas, lixiviación de suelos contaminados, uso de fertilizantes fosfatados. Como también según la OMS (2006), la presencia de este metal podría estar asociada a factores

como la erosión de depósitos naturales ricos en metales pesados. Según la normativa peruana, los niveles de cadmio no deben de exceder el valor de 0.003 mg/L, se observa que los resultados obtenidos no exceden este valor. Caso contrario a lo que sucede en Supte Alto.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los resultados de cadmio fueron: captación (0.014 mg/L), filtro (0.009 mg/L), reservorio (0.032 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.017 mg/L), conexión domiciliaria media (0.022 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.016 mg/L), encontrándose el valor más bajo en el filtro, mientras que el más alto en el reservorio. En la investigación de Salcedo et al. (2013) analizó el agua que consume la población del distrito de Huacho, obteniendo un valor de <0.0001 mg/L, valores más bajos que lo encontrado en nuestra investigación. En relación con la normativa peruana, que establece un límite de 0.003 mg/L para los niveles de cadmio se observa que en todos los componentes exceden varias veces el valor normativo. Este metal es de preocupación y vigilancia debido a que no posee función biológica en el organismo y cuya ingesta prolongada puede causar acumulación en hígado y riñones, alteraciones óseas (osteomalacia) y, en niveles elevados, efectos carcinogénicos. Generalmente, su presencia en agua potable proviene de descargas industriales, lixiviación de suelos contaminados o corrosión de tuberías.

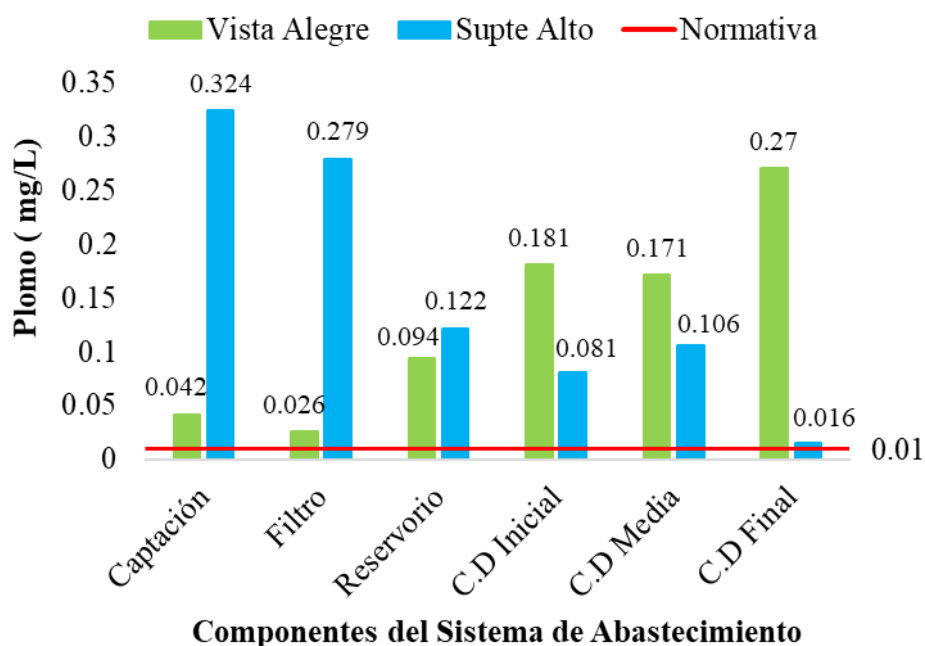


Figura 16. Concentración de plomo (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de plomo (mg/L) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.042 mg/L), filtro (0.026 mg/L), reservorio (0.094 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.181 mg/L), conexión domiciliaria media (0.171 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.27 mg/L), encontrándose el valor más bajo en el filtro, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria final. En la investigación de Blanco et al (1998) donde analiza las aguas que se usan para abastecer a la población de Salamanca-España, el 25% de estas muestras presentan niveles tóxicos de metales pesados, señalando que la fuente de su contaminación se deba a la composición geológica de su terreno, no descartando que exista filtraciones desde vertederos de residuos sólidos, canteras o explotaciones mineras que se encuentran aledañas a las poblaciones. Según la normativa peruana, el valor de plomo no debe de exceder de 0.01 mg/L, pero en los resultados obtenidos en Vista Alegre se observa que en todos los componentes del sistema existe la presencia de este metal, este metal no posee una función biológica en el organismo y su ingestión prolongada se asocia a efectos adversos en el sistema nervioso, daño renal, hipertensión y problemas de desarrollo en niños. Se debe de tener en cuenta que factores como pH bajo, dureza reducida o estancamiento del agua favorecen la disolución del plomo en la red de

distribución, caso que no sucede en Vista Alegre porque los niveles de pH están cercanos a la neutralidad, la presencia de este metal en el sistema se debe a las condiciones geológicas del suelo que se explicaran con mayor detalle adelante.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de plomo obtenidos fueron: captación (0.324 mg/L), filtro (0.279 mg/L), reservorio (0.122 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.081 mg/L), conexión domiciliaria media (0.106 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.016 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final, mientras que el más alto en la captación. Valores inferiores a los reportados por Vicuña (2019), donde obtuvo en época de estiaje datos menores a 0.010 mg/L en toda la red de distribución de Olleros ubicado en la ciudad de Huaraz. La diferencia de valores podría indicar que en nuestro sistema de abastecimiento este sucediendo una contaminación por metales pesados. En relación con la normativa peruana, no se debe de exceder el valor de 0.01 mg/L cuando nos referimos a agua que esta destinada para consumo humano, en el caso de Supte Alto se presenta niveles por encima de la normativa en todos los componentes del sistema. Lo que representa un potencial riesgo para la salud pública debido a que su exposición crónica está asociada con alteraciones neurológicas, problemas en el desarrollo infantil, hipertensión y daños renales, por lo que su control es prioritario en sistemas de abastecimiento.

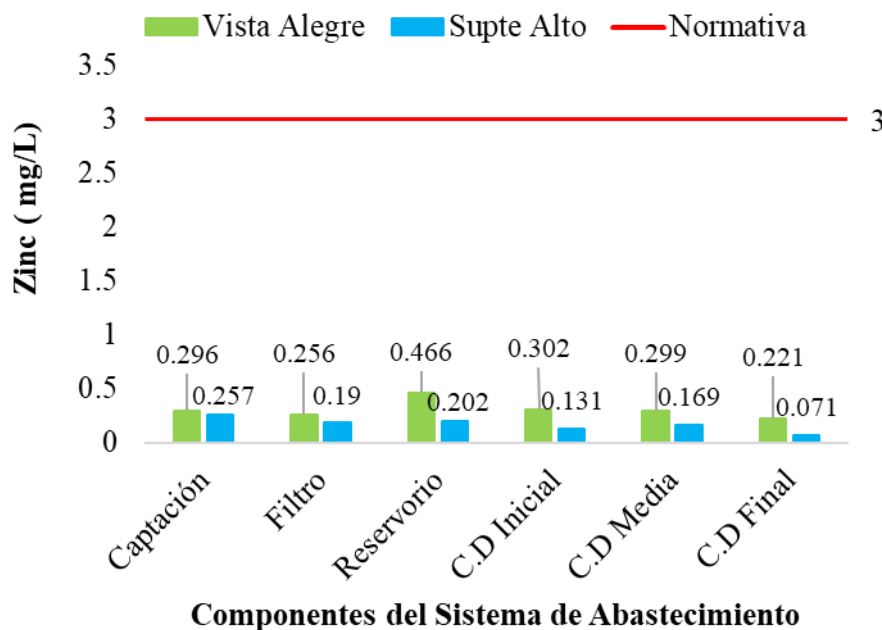


Figura 17. Concentración de zinc (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de zinc (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.296 mg/L), filtro (0.256 mg/L), reservorio (0.466 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.302 mg/L), conexión domiciliaria media (0.299 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.221 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final, mientras que el más alto en el reservorio. En el estudio de Blanco et al. (1998), los niveles de zinc que reportó al analizar las muestras de agua del sistema de distribución de la ciudad de Salamanca, ubicado en España, no presentan valores altos, solo el 3% de las muestras presentan niveles tóxicos. Este metal es un elemento traza esencial para el organismo, pero su presencia en agua potable puede originarse por procesos de corrosión de tuberías, soldaduras o accesorios metálicos. Según la normativa peruana, el zinc no debe de exceder de 3 mg/L, todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, lo que indica el agua suministrada cumple con los criterios de potabilidad para este metal. Aunque en las concentraciones encontradas no supone un riesgo para la salud, niveles elevados pueden conferir sabor metálico al agua y, en casos extremos, producir molestias gastrointestinales.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de zinc obtenidos fueron: captación (0.257 mg/L), filtro (0.190 mg/L), reservorio (0.202 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.131 mg/L), conexión domiciliaria media (0.169 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.071 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final, mientras que el más alto en la captación. En comparación con la investigación de Lachos (2024), se reportaron concentraciones de zinc entre 0.03 mg/L y 0.18 mg/L, valores similares y dentro del mismo orden de magnitud que los encontrados en Supte Alto. La similitud de ambos puede deberse a la composición geológica del entorno, donde la disolución natural de minerales presentes en los suelos y rocas puede contribuir a su presencia en el agua cruda. En relación con la normativa peruana, que establece un límite máximo de 3 mg/L para el zinc en el agua potable, todos los valores registrados se encuentran dentro de los límites permitidos. En el caso de Supte Alto, el valor del zinc hallado podría corresponder principalmente a aportaciones naturales de la cuenca hidrográfica, sin descartar pequeñas contribuciones antrópicas.

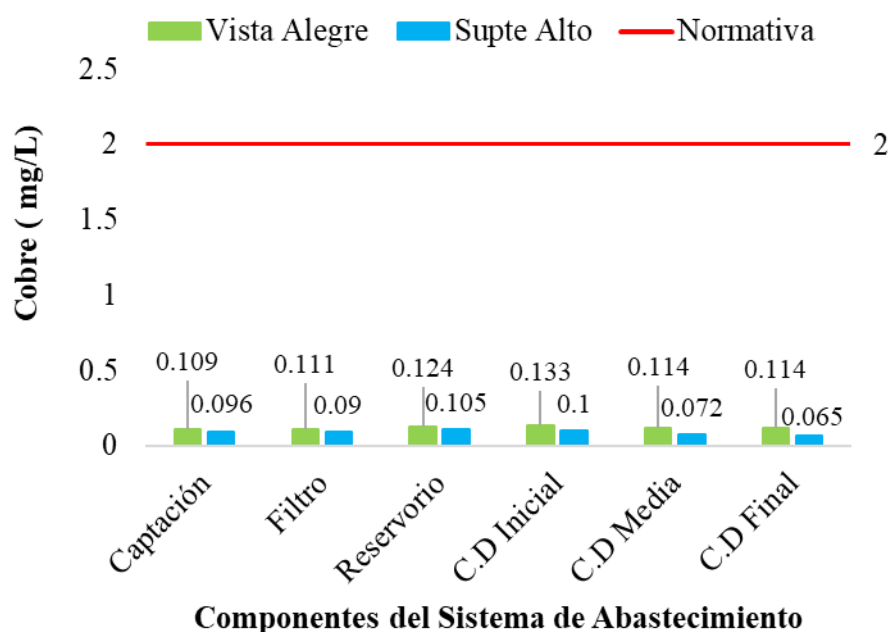


Figura 18. Concentración de cobre (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de cobre (mg/L) en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0.109 mg/L), filtro (0.111 mg/L), reservorio (0.124 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.133 mg/L), conexión domiciliaria media (0.114 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.114 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la captación, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria inicial. Salas y Martínez (2022) en su investigación realizada en el sistema de abastecimiento de agua potable en Huancavelica reportó valores menores a 0.45 mg/L, concordando con los resultados obtenidos en la investigación. En ambos lugares se descarta la existencia de minería producto de las actividades humanas por lo cual los valores encontrados en ambas investigaciones se deben a rasgos geológicos comunes de esa zona. Según la normativa peruana, el valor de cobre no debe de exceder de 2 mg/L, en el caso de Vista Alegre todos los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, el cobre a diferencia de otros metales pesados como el plomo o el cadmio es un micronutriente esencial que participa en procesos enzimáticos y hematopoyéticos. Sin embargo, a concentraciones superiores a los valores guía puede modificar el sabor del agua, producir coloraciones azul-verdosas y provocar irritación gastrointestinal. Por ello, aunque los niveles medidos en Vista Alegre no suponen un riesgo, su presencia puede emplearse como parámetro de control para verificar la efectividad del tratamiento de corrosión y la estabilidad química del sistema.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los resultados de cobre obtenidos fueron: captación (0.096 mg/L), filtro (0.09 mg/L), reservorio (0.105 mg/L), conexión domiciliaria inicial (0.100 mg/L), conexión domiciliaria media (0.072 mg/L) y conexión domiciliaria final (0.065 mg/L), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria final, mientras que el más alto en el reservorio. Estos resultados son consistentes con los reportados por Lachos (2024) en su estudio en la JASS Picuroyacu, también en la provincia de Leoncio Prado, donde las concentraciones fluctuaron entre 0.07 mg/L y 0.13 mg/L. Lachos no menciona que exista una contaminación de origen antrópico por lo cual podemos atribuir que la presencia de estas se debe a factores naturales, propia de la geología de la zona, debido a que ambas se encuentran en la misma zona geográfica. En relación con la normativa peruana, el cual establece que estos valores no deben de exceder de 2 mg/L, los valores obtenidos en todo el sistema de Supte Alto se encuentran dentro de la normativa.

Al analizar de manera conjunta los resultados obtenidos en ambos sistemas de abastecimiento, se evidencia la presencia de cadmio y plomo en concentraciones que superan los límites establecidos por la normativa peruana en todos los componentes evaluados. Este hallazgo es especialmente preocupante debido a los riesgos que estos metales pesados representan para la salud humana, en particular para grupos vulnerables como niños y mujeres gestantes.

La exposición al plomo, incluso en cantidades reducidas, puede generar efectos significativos en la salud. En los niños, este metal puede interferir con el desarrollo cerebral y del sistema nervioso central, ocasionando dificultades de aprendizaje, irritabilidad y pérdida de apetito (Mayo Clinic, 2022). En situaciones de exposición elevada, pueden presentarse convulsiones, pérdida del conocimiento e incluso la muerte (OMS, 2024). En el caso de las mujeres embarazadas, el plomo puede atravesar la placenta y afectar directamente al feto, lo que puede resultar en partos prematuros, bajo peso al nacer y alteraciones en el desarrollo intrauterino. Además, este metal puede liberarse desde los huesos maternos durante el embarazo, intensificando la exposición fetal.

El cadmio, por su parte, es un metal altamente tóxico que, cuando la exposición es prolongada, puede causar daños renales, debilitamiento de los huesos y se clasifica como probable carcinogénico para los seres humanos. Su capacidad de bioacumularse en los tejidos incrementa el riesgo de efectos adversos a largo plazo, incluso cuando las concentraciones ambientales no parecen extremadamente elevadas. (ATSDR, 1999).

Ante la identificación de estos metales en todos los puntos del sistema, se evaluaron posibles fuentes de contaminación. Se descartó la actividad minera como origen, ya que no se registraron operaciones de este tipo en la zona de estudio ni formar parte de las actividades económicas locales. Por lo tanto, la presencia de plomo y cadmio estaría más asociada a las características geológicas del territorio abastecedor, donde ciertos tipos de formaciones rocosas pueden liberar naturalmente estos elementos al agua subterránea o superficial, especialmente bajo condiciones específicas de pH, mineralización o interacción agua y suelo.

En la captación de Vista Alegre, según el mapa geológico 1:100000 (Hoja 19-L, Aguaytía) del Geocatmin-INGEMMET, esta zona se asienta sobre la unidad P-y, correspondiente a la Formación Yahuarango, esta unidad está formada por lutitas rojas, limolitas y lodolitas compactas con intercalaciones arenosas finas (INGEMMET, 1996). Las lutitas de tonalidad rojiza indican condiciones oxidantes durante su sedimentación, y su estructura arcillosa facilita la adsorción de metales pesados. Sin embargo, bajo ciertas condiciones fisicoquímicas, como variaciones en la composición iónica del agua, presencia de carbonatos o materia orgánica disuelta, puede producirse intercambio iónico o desorción de plomo, incluso manteniendo valores de pH neutro a ligeramente alcalino. Así, el exceso de plomo detectado en Vista Alegre podría deberse a una movilización natural desde la matriz arcillosa de la Formación Yahuarango, favorecida por los procesos de intemperismo tropical y la dinámica del agua subterránea. Sin embargo, también debe considerarse la posible contribución de fuentes antrópicas, para obtener una respuesta cierta es necesario realizar más estudios como la evaluación mineralógica de los sedimentos del entorno, para confirmar la naturaleza del aporte metálico.

Para explicar los resultados encontrados en Supte Alto se analizó el mapa geológico 1:100000, la zona de captación se encuentra sobre la unidad Kis-ch, correspondiente a la Formación Chonta. Esta formación está constituida principalmente lutitas y calizas con intercalaciones de margas, areniscas y limolitas. Dichas rocas, de origen marino somero y composición mixta carbonatada-siliciclástica, pueden contener minerales accesorios de sulfuros metálicos (como galena y esfalerita), los cuales, mediante procesos de meteorización o alteración superficial, liberan pequeñas cantidades de metales pesados al agua subterránea o superficial, incluso en condiciones de pH neutro (7.3 – 7.8). A pH cercano a la neutralidad, la liberación de plomo y cadmio puede mantenerse por otros mecanismos geoquímicos como el intercambio catiónico en arcillas, la formación de complejos con carbonatos y el transporte en fase coloidal. Estos procesos son frecuentes en medios tropicales húmedos como se observa en nuestra ciudad, donde la meteorización de las rocas favorece el contacto prolongado entre el agua y los minerales. Por lo tanto, los niveles elevados de cadmio y plomo podrían tener un origen geogénico asociado a la litología de la Formación Chonta, aunque no se descarta la

influencia de factores secundarios como los aportes puntuales antrópicos. Para mayor precisión es necesario realizar análisis mineralógicos de las rocas circundantes.

4.2.2. Análisis de la satisfacción de usuarios en los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto

Los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 64 usuarios de Vista Alegre y 70 usuarios de Supte Alto, se muestran a través de tablas para mejor entendimiento. Las preguntas abarcan la percepción frente a los parámetros inorgánicos.

Tabla 15. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros inorgánicos

N°	Pregunta	Escala de valoración										Total
		1		2		3		4		5		
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	6%		8%		9%		14%		63%		100%
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	5%		6%		5%		12%		72%		100%
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	5%		1%		5%		12%		77%		100%
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	5%		8%		6%		11%		70%		100%
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	100%
		5%	9.5	6%	57.5	6%	30.3	12%	10.3	71%	8.2	%

En la pregunta 8 se observa que el 63% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el color del agua, mientras que un 14% la consideró “buena”. Esto evidencia que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre mantiene, en general, un color adecuado en el agua distribuida, un aspecto fundamental en la percepción de calidad por parte de los consumidores y en la aceptación del recurso para consumo doméstico. Por el contrario, un 23% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 9% calificó el color como

“regular”, 8% como “malo” y 6% como “deficiente”. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el color del agua. Este grupo minoritario, aunque importante, sugiere que en determinados puntos de la red podrían existir variaciones en la calidad del agua o acumulación de sedimentos, lo que repercute en la apariencia y en la confianza de los clientes.

En la pregunta 9 se observa que el 72% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 12% la consideró como “buena”. Este resultado indica que, en general, el sistema de abastecimiento de Vista Alegre proporciona un agua con características organolépticas aceptables para la población, reforzando la confianza en su calidad y potabilidad. Por el contrario, un 16% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 5% calificó el sabor como “regular”, 6 % como “malo”, 5% como “deficiente”. Aunque esta proporción es menor que la de evaluaciones positivas, constituyen un indicio de que en algunos puntos de la red de distribución podrían presentarse variaciones en la calidad del agua, posiblemente por factores como el estado de las tuberías, la dosificación de desinfectante o la presencia de compuestos que afectan el gusto. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el sabor del agua.

En la pregunta 10 se observa que el 77% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que un 12% la consideró “buena”. Este resultado sugiere que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre, en términos generales, cumple con las expectativas de la población respecto a la calidad del agua, generando confianza y aceptación del servicio. Por el contrario, un 11% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 1% como “mala” y 5% como “deficiente”. Aunque este grupo es minoritario, evidencia que existen usuarios que experimentan dudas o insatisfacción sobre la calidad del agua, lo que podría estar relacionado con aspectos como variaciones en la desinfección, características organolépticas en determinados sectores de la red o falta de información sobre los procesos de tratamiento. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12 se observa que el 70% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que un 11% la consideró “buena”. Esta percepción refleja que el agua distribuida en el sistema de abastecimiento de Vista Alegre presenta bajas concentraciones de sólidos y minerales que, combinados con el cloro residual utilizado para la desinfección, suele ser responsable de la formación de incrustaciones visibles en los recipientes tras la ebullición. Por el contrario, un 19% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 6% lo calificó como “regular”, 8% como “mala” y 5% como “deficiente”. Esto podría indicar que en ciertos sectores de la red de distribución existen variaciones en la dosificación del cloro o en el contenido mineral del agua, lo que incrementa la posibilidad de formación de sarro al hervirla. Factores como la antigüedad de las tuberías o características del reservorio. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida.

Tabla 16. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros inorgánicos.

N°	Pregunta	Escala de valoración					Total				
		1	2	3	4	5					
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	3%	6%	5%	48%	38%	100%				
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	3%	3%	8%	52%	34%	100%				
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	3%	6%	3%	35%	53%	100%				
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	3%	5%	5%	40%	47%	100%				
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV

3	0	5	28.3	5	39.3	44%	17.5	43	20	100
%		%		%				%		%

En la pregunta 8 se observa que el 38% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el color del agua, mientras que un 48% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los participantes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 5% lo calificó como “regular, 6% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de opiniones positivas sugiere que el agua generalmente presenta claridad y ausencia de turbidez, características esenciales para la aceptación de los clientes. Sin embargo, el grupo minoritario que reportó insatisfacción podría estar asociado a variaciones en la red de distribución, acumulación de sedimentos en las tuberías o deficiencias en la limpieza de los reservorios, factores que pueden alterar la apariencia del agua en determinados sectores. En conclusión, aunque el color del agua es mayoritariamente bien valorado, los reportes negativos indican la necesidad de mantener controles periódicos de calidad física y reforzar las labores de mantenimiento de la infraestructura para garantizar la uniformidad en el servicio

En la pregunta 9 se observa que el 34% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 52% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 8% lo calificó como “regular”, 3% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de evaluaciones positivas evidencia que el agua distribuida en Supte Alto presenta un sabor aceptable para el consumo, lo que constituye un indicador indirecto de conformidad con las condiciones de potabilidad exigidas. No obstante, el porcentaje minoritario que reporta insatisfacción podría estar relacionado con factores como la presencia de cloro residual, variaciones en la calidad de la fuente de abastecimiento o deficiencias en la red de distribución, los cuales suelen incidir directamente en el sabor percibido por los clientes. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que bueno el sabor del agua.

En la pregunta 10 se observa que el 53% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que el 35% la consideró

“buena”. Por el contrario, un 12% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 3% lo calificó como “regular, 6% como “mala” y 3% como “deficiente”. En conjunto, estas percepciones positivas representan un 88% de aceptación, lo que refleja un elevado nivel de confianza por parte de los clientes hacia la calidad del recurso que reciben. En contraste, un 12% de los encuestados manifestó opiniones menos favorables. Estos resultados sugieren que la población de Supte Alto reconoce que el agua cumple, en gran medida, con las condiciones necesarias para ser consumidas sin representar riesgos para la salud. Sin embargo, el grupo minoritario que reporta inconformidad podría estar vinculado a variaciones en parámetros microbiológicos o químicos en ciertos tramos de la red, así como a percepciones individuales relacionadas con olor, sabor o apariencia del agua. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12 se observa que el 47% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que el 40% la consideró “buena”. Por el contrario, un 13% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 5% como “malo” y 3% como “deficiente”. La ausencia de sarro al hervir el agua suele estar asociada a un bajo contenido de sales minerales, principalmente carbonatos de calcio y magnesio, que son responsables de la dureza del agua. Este resultado refleja que, en general, el agua distribuida en Supte Alto presenta una dureza baja a moderada, lo cual favorece su aceptabilidad para el consumo humano y evita inconvenientes domésticos como la obstrucción de cañerías o la reducción de la eficiencia de electrodomésticos. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida, lo que se relaciona con un nivel de dureza aceptable.

4.2.3. Relación de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario

4.2.3.1. Prueba de normalidad

Para poder comprobar la relación entre las dos variables de Vista Alegre, es necesario poder determinar la normalidad de los datos de cada variable, por lo cual se aplicó la prueba de Shapiro Wilk debido a que son menos de 50 datos, la prueba de hipótesis de normalidad es la siguiente:

H0: Los datos de la variable siguen una distribución normal

H1: Los datos de la variable no siguen una distribución normal

Tabla 17. Prueba de normalidad de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario de Vista Alegre

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros inorgánicos	0,144	24	0,200	0,903	24	0,025
Satisfacción del usuario	0,509	24	< 0.01	0,280	24	<.0.01

Los resultados obtenidos indican que los parámetros inorgánicos presentan un valor de significancia de 0.025, mientras que la satisfacción del usuario presenta un valor de significancia menor a 0.01, ambos inferiores al nivel de significancia establecido (0.05). En consecuencia, se concluye que ninguna de las variables presenta una distribución normal. Por lo tanto, para el análisis de la relación entre las variables se optó por el uso de pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente el coeficiente de correlación Rho de Spearman.

Tabla 18. Prueba de normalidad de los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario de Supte Alto

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros inorgánicos	0.175	24	0.057	0.893	24	0.015
Satisfacción del usuario	0.225	24	<0.003	0,862	24	0.004

Los resultados muestran que los parámetros inorgánicos presentan un valor de significancia de 0.015, mientras que la satisfacción del usuario presenta un valor de 0.004, ambos inferiores al nivel de significancia establecido (0.005). En consecuencia, se rechaza la hipótesis de normalidad, concluyéndose que ambas variables no presentan una distribución normal.

Por lo tanto, para el análisis de la relación entre los parámetros inorgánicos del agua y la satisfacción del usuario se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente el coeficiente de correlación Rho de Spearman.

4.2.3.2. Prueba de correlación

Tabla 19. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros inorgánicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre

			Parámetros inorgánicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros inorgánicos	Coeficiente de correlación	1,000	0,205
		Sig. (bilateral)		0,337
		N	24	24
	Satisfacción del usuario	Coeficiente de correlación	0,205	1,000
		Sig. (bilateral)	0,337	
		N	24	64

Con la finalidad de determinar la relación entre los parámetros inorgánicos del agua y la satisfacción del usuario, se aplicó el coeficiente de correlación Rho de Spearman, considerando que las variables no presentaron una distribución normal.

Los resultados obtenidos evidencian un coeficiente de correlación de Spearman de 0.205, lo que indica la existencia de una correlación positiva débil entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario. Sin embargo, el valor de significancia bilateral (0.337) es mayor al nivel de significancia establecido (0.05), por lo que dicha correlación no es estadísticamente significativa.

En consecuencia, se concluye que los parámetros inorgánicos del agua no influyen de manera significativa en la satisfacción del usuario, sugiriendo que esta última está determinada por otros factores distintos a los parámetros evaluados.

Tabla 20. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros inorgánicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto

			Parámetros inorgánicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros inorgánicos	Coefficiente de correlación	1,000	0.175
		Sig. (bilateral)		0,414
		N	24	24
	Satisfacción del usuario	Coefficiente de correlación	0,175	1,000
		Sig. (bilateral)	0,414	
		N	24	70

Con el objetivo de determinar la relación entre los parámetros inorgánicos del agua y la satisfacción del usuario en el centro poblado de Supte Alto, se aplicó el coeficiente de correlación Rho de Spearman, debido a que las variables no presentaron una distribución normal.

Los resultados evidencian un coeficiente de correlación de Spearman de 0.175, lo cual indica la existencia de una correlación positiva débil entre ambas variables. Sin embargo, el valor de significancia bilateral (0.414) es mayor al nivel de significancia establecido (0.05), por lo que dicha correlación no es estadísticamente significativa.

En consecuencia, se concluye que los parámetros inorgánicos del agua no influyen de manera significativa en la satisfacción del usuario del sistema de abastecimiento de Supte Alto.

Los resultados obtenidos en la presente investigación guardan relación con lo señalado por Suarez (2019), quien evaluó la calidad del agua potable considerando parámetros inorgánicos y analizó la satisfacción de los usuarios del servicio. En dicho estudio, aun cuando los parámetros evaluados se encontraban dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa nacional, la satisfacción del

usuario no dependía exclusivamente de estos indicadores técnicos. El autor plantea que la percepción de la calidad del agua puede estar más asociada a factores vinculados con la prestación del servicio, tales como la continuidad del abastecimiento, la confianza en la entidad administradora y la experiencia cotidiana del usuario.

En concordancia con ello, los resultados del presente estudio refuerzan la idea de que el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros inorgánicos no determina necesariamente mayores o menores niveles de satisfacción. Esto puede explicarse porque ciertos metales pesados no generan alteraciones perceptibles en las características organolépticas del agua. A diferencia de algunos elementos que producen sabor metálico o cambios visibles, metales como el plomo y el cadmio pueden encontrarse en concentraciones superiores a lo permitido sin modificar el color, olor o sabor del agua, lo que dificulta que la población identifique un posible riesgo a través de los sentidos.

No obstante, aunque estos metales no sean detectables sensorialmente, su presencia por encima de los valores normativos representa un riesgo significativo para la salud pública. La exposición prolongada puede generar efectos adversos acumulativos, tales como alteraciones renales, daños óseos y afectaciones neurológicas, siendo especialmente vulnerables grupos como niños y mujeres gestantes. Este escenario resulta preocupante, ya que existe una aparente desconexión entre la percepción de la población y la calidad real del recurso hídrico.

Un aspecto que evidencia esta situación es la respuesta mayoritaria afirmativa a la pregunta; ¿Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?”. La mayoría de los encuestados manifestó confianza en la potabilidad del agua, lo que sugiere un desconocimiento respecto a los niveles de metales detectados en la presente investigación. Esto confirma que la satisfacción del usuario se fundamenta principalmente en criterios perceptuales y en la experiencia del servicio, mas que en información técnica sobre su composición química.

Es necesario el fortalecimiento de los mecanismos de información y educación sanitaria dirigidos a la población, a fin de reducir la brecha entre percepción y realidad.

4.3. Determinación de la relación entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

4.3.1. Análisis de los parámetros microbiológicos y contraste con el ECA en los componentes de los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto

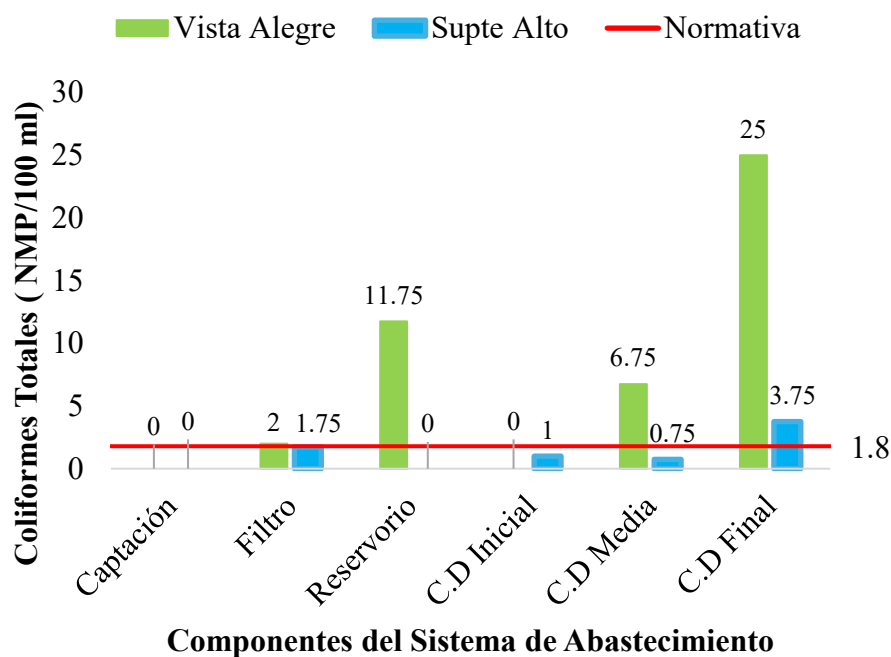


Figura 19. Concentración de coliformes totales (NMP/100 ML) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de coliformes totales (NMP/100 ml) en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0 NMP/100 ml), filtro (2 NMP/100 ml), reservorio (11.75 NMP/100ml), conexión domiciliaria inicial (0 NMP/100ml), conexión domiciliaria media (6.75 NMP/100ml) y conexión domiciliaria final (25 NMP/100ml), siendo el valor más bajo registrado en el filtro y el más alto en la conexión domiciliaria final. Un patrón semejante fue identificado por Huanay (2021) en el centro poblado Las Palmeras (Huánuco), donde encontró valores de 11.33 UFC/100 ml en el reservorio y concentraciones más altas en las viviendas intermedias (37 UFC/100 ml), lo que refleja que la contaminación microbiológica tiende a incrementarse a lo largo de la red de distribución. De forma complementaria, la investigación realizada por Gutiérrez (2022), en el distrito de

Samegua (Moquegua) reportó un promedio de 23.81 UFC/100 ml, Huanay menciona que sus resultados son atribuibles a deficiencias en el mantenimiento de la infraestructura de almacenamiento, acumulación de sedimentos, presencia de filtraciones en las tuberías y, en algunos casos, el arrastre de materia fecal y residuos orgánicos por efecto de las precipitaciones. Según la normativa peruana, la presencia de coliformes totales no debe exceder de 1.8 NMP/100 ml, en el caso de Vista Alegre se observa que hay excedencia en el filtro, reservorio, conexión domiciliaria media y final. La presencia de coliformes totales por encima del valor normado constituye un indicador de contaminación microbiológica y refleja posibles deficiencias en el sistema de distribución, tales como pérdidas de desinfectante residual, infiltraciones de materia orgánica o formación de biopelícula en las tuberías. Este escenario evidencia la necesidad de fortalecer las acciones de desinfección y mantenimiento de la red para garantizar la calidad sanitaria del agua en todos los puntos de consumo.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de coliformes totales fueron: captación (0 NMP/100 ml), filtro (1.75 NMP/100 ml), reservorio (0 NMP/100ml), conexión domiciliaria inicial (1 NMP/100ml), conexión domiciliaria media (0.75 NMP/100ml) y conexión domiciliaria final (3.75 NMP/100ml), encontrándose el valor más bajo en la conexión domiciliaria media, mientras que el más alto en la conexión domiciliaria final. En la investigación de Lachos (2024), realizada en la JASS de Picuroyacu (Tingo María), se reportaron concentraciones de hasta 28.50 UFC/100 ml en la captación, lo que sugiere una contaminación bacteriana más elevada en la fuente de agua, posiblemente vinculada a escorrentías superficiales o actividades agrícolas cercanas. Aunque ambas unidades (NMP y UFC) se expresan por volumen estándar, es importante subrayar que representan métodos analíticos distintos: el NMP/100 ml en un cálculo estadístico basado en el crecimiento en medios líquidos, mientras que el UFC/100 ml corresponde al conteo directo de colonias en medios sólidos. Por ello, los valores no son directamente comparables numéricamente, sino que ofrecen indicadores cualitativos de presencia y tendencia de contaminación microbiológica. En relación con la normativa peruana se indica que no debe exceder el valor de 1.8 NMP/ 100 ml, en el caso de Supte Alto se observa que la conexión domiciliaria final excede la normativa. Aunque los coliformes totales no son necesariamente patógenos, su presencia constituye un indicador de

deficiencias en la desinfección, ingreso de materia orgánica o recontaminación en la red de distribución. Este hallazgo implica un riesgo potencial para la salud pública, ya que puede favorecer la supervivencia de microorganismos patógenos, por lo que es necesario reforzar los procesos de cloración, mantenimiento de reservorios y limpieza de las tuberías para garantizar la calidad sanitaria del agua suministrada.

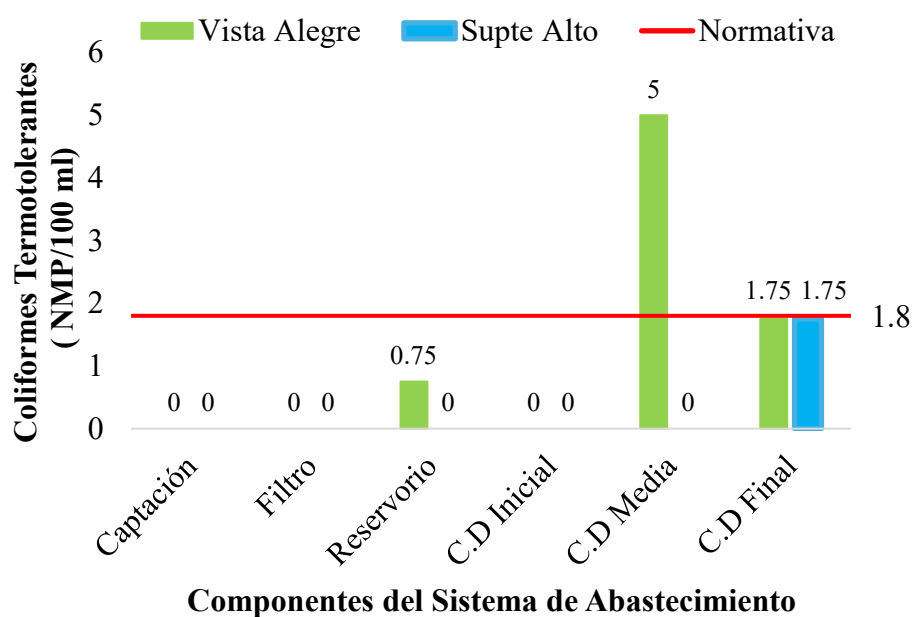


Figura 20. Concentración de coliformes termotolerantes (NMP/100 ML) en los componentes del sistema de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto.

Los valores de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml) registrados en los componentes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre fueron los siguientes: captación (0 NMP/100 ml), filtro (0 NMP/100 ml), reservorio (0.75 NMP/100ml), conexión domiciliaria inicial (0 NMP/100ml), conexión domiciliaria media (5 NMP/100ml) y conexión domiciliaria final (1.75 NMP/100ml), con el valor más bajo registrado en el reservorio y el más alto en la conexión domiciliaria media. Aunque estos niveles reflejan una presencia limitada de contaminación microbiológica, su detección resulta significativa, pues este grupo de bacterias es un indicador específico de contaminación fecal reciente. Al comparar con los resultados de Huanay (2021) en el centro poblado Las Palmeras (Huánuco), se observa que los valores reportados en Vista Alegre son considerablemente menores, dado que en dicha investigación se registraron

concentraciones entre 1 y 29.33 UFC/100 ml, con valores mínimos en el reservorio y máximos en la vivienda intermedia. El autor atribuyó estos resultados a factores asociados a deficiencias en la red de distribución, como fugas o deterioro de tuberías, además de la influencia de las precipitaciones que arrastran contaminantes hacia las fuentes de abastecimiento, situación también observada en el análisis de coliformes totales. Si bien los resultados obtenidos en la presente tesis se expresan en NMP/100 ml y en las investigaciones presentadas reportan concentraciones en UFC/100 ml, ambos métodos permiten evaluar la densidad bacteriana y estimar la magnitud de contaminación bacteriológica del agua. La diferencia entre ellos radica principalmente en la técnica analítica empleada: mientras el método NMP se basa en una estimación estadística de crecimiento bacteriano en medios líquidos, el método UFC cuantifica directamente las colonias desarrolladas en medios sólidos. A pesar de esta diferencia metodológica, ambos parámetros son expresados por unidad de volumen y se utilizan con el mismo propósito sanitario, por lo que su comparación cualitativa resulta válida al momento de interpretar la tendencia de contaminación presente en las redes de distribución. Según la normativa peruana, las bacterias termotolerantes no deben de exceder de 1.8 NMP/ 100 ml, en el caso de Vista Alegre se observa que hay excedencia de bacterias en la conexión domiciliaria media. La presencia de coliformes termotolerantes se asocia con contaminación fecal reciente y, por lo tanto, con la posible presencia de patógenos de origen entérico. En este contexto, la variabilidad observada en Vista Alegre puede explicarse por la época de muestreo. Estos muestreos se realizaron durante la época de avenida, donde las lluvias intensas favorecen la escorrentía superficial, arrastrando bacterias coliformes presentes en el suelo, vegetación o residuos de animales hacia los cuerpos de agua que alimentan el sistema.

En el caso de los componentes del sistema de abastecimiento de Supte Alto los valores de coliformes termotolerantes fueron: captación (0 NMP/100 ml), filtro (0 NMP/100 ml), reservorio (0 NMP/100ml), conexión domiciliaria inicial (0 NMP/100ml), conexión domiciliaria media (0 NMP/100ml) y conexión domiciliaria final (1.75 NMP/100ml), tenemos la única presencia en la conexión domiciliaria final con un valor de 1.75 NMP/100 ml. Aunque este valor es bajo en comparación con otros sistemas rurales similares, su sola presencia indica un riesgo sanitario potencial, ya que estos microorganismos son indicadores directos de contaminación fecal reciente y, por tanto,

de posible presencia de patógenos como *Escherichia coli*, virus entéricos o parásitos. En comparación, la investigación de Lachos (2024), reportó niveles de hasta 20.83 UFC/100 ml en el punto de captación del sistema de agua en la JASS Picuroyacu. En relación con la normativa peruana, los valores obtenidos en Supte Alto no exceden los valores permitidos. Los análisis microbiológicos realizados en el sistema de abastecimiento de Supte Alto evidenciaron la presencia de coliformes totales en algunos puntos de la red, mientras que los coliformes termotolerantes no fueron detectados. Este comportamiento es relevante, ya que los coliformes totales constituyen un indicador general de la calidad sanitaria del agua, reflejando contaminación de tipo ambiental o deficiencias en los procesos de desinfección, mientras que los coliformes termotolerantes están directamente asociados a contaminación fecal reciente y a la posible presencia de patógenos entéricos. La detección de coliformes totales en ausencia de coliformes termotolerantes sugiere que el agua no presenta indicios de contaminación fecal reciente, lo cual reduce el riesgo sanitario inmediato para la población. Sin embargo, la presencia de coliformes totales representa una alerta, ya que puede originarse en el crecimiento bacteriano dentro de la red de distribución o la pérdida del desinfectante residual durante el transporte.

En esta temporada de estiaje se observaron valores bajos de coliformes totales y termotolerantes en el sistema de abastecimiento Supte Alto, lo cual puede explicarse por la combinación de factores climáticos y operativos. Durante esta temporada, las altas temperaturas y la mayor radiación solar incrementan la exposición del agua a radiación ultravioleta natural, que actúa como desinfectante y disminuye la supervivencia de microorganismos en fuentes superficiales y dentro de la red de distribución. Asimismo, la menor pluviosidad reduce las escorrentías y, con ello, el arrastre de materia orgánica y contaminantes fecales desde áreas agrícolas, ganaderas hacia las zonas de captación. Esta disminución de nutrientes y turbidez limita la proliferación bacteriana y favorece la efectividad del cloro residual, que se mantiene más tiempo activo y en concentraciones adecuadas en la red. Estos factores combinados justifican las menores concentraciones, pero aun presentes de coliformes totales y termotolerantes presentadas en el sistema.

La detección de coliformes termotolerantes en el sistema de distribución de agua constituye una alerta sanitaria, ya que evidencia una posible intrusión de materia fecal en la red de distribución. Esta situación compromete la calidad

bacteriológica del recurso hídrico y supone un riesgo considerable de transmisión de patógenos entéricos como *Escherichia coli*, virus entéricos o protozoarios, los cuales pueden desencadenar episodios de diarrea aguda en la población expuesta. En el distrito de Rupa Rupa, durante el año 2024, se notificaron 297 casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) al MINSA, lo que pone en evidencia la vulnerabilidad sanitaria de la zona. De forma particular, en el centro poblado Supte San Jorge se identificaron focos infecciosos que han contribuido al aumento de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua contaminada, tal como señala Vidal (2019). Dentro de los grupos poblacionales más expuestos a las consecuencias de esta contaminación son los niños pequeños, debido a su sistema inmunológico aún está en proceso de maduración y presenta mayor susceptibilidad a la deshidratación, así como los adultos mayores, quienes experimentan un declive en la eficacia de sus defensas inmunitarias. En ambos casos, la exposición a agua con presencia de coliformes incrementa de manera significativa el riesgo de complicaciones de salud de origen entérico.

4.3.2. Análisis de la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto

Los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 64 usuarios de Vista Alegre y 70 usuarios de Supte Alto, se muestran a través de tablas para mejor entendimiento. Las preguntas abarcan la percepción frente a los parámetros inorgánicos.

Tabla 21. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Vista Alegre con respecto a los parámetros microbiológicos

N°	Pregunta	Escala de valoración					Total
		1	2	3	4	5	
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	6%	8%	9%	14%	63%	100%
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	5%	6%	5%	12%	72%	100%
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	5%	1%	5%	12%	77%	100%

12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	5%	8%	6%	11%	70%	100%					
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	100%		
		5	9.5	6	57.5	6	30.3	12%	10.3	71	8.2	%

En la pregunta 8 se observa que el 63% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el color del agua, mientras que un 14% la consideró “buena”. Esto evidencia que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre mantiene, en general, un color adecuado en el agua distribuida, un aspecto fundamental en la percepción de calidad por parte de los consumidores y en la aceptación del recurso para consumo doméstico. Por el contrario, un 23% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 9% calificó el color como “regular”, 8% como “malo” y 6% como “deficiente”. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el color del agua. Este grupo minoritario, aunque importante, sugiere que en determinados puntos de la red podrían existir variaciones en la calidad del agua o acumulación de sedimentos, lo que repercute en la apariencia y en la confianza de los clientes.

En la pregunta 9 se observa que el 72% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 12% la consideró como “buena”. Este resultado indica que, en general, el sistema de abastecimiento de Vista Alegre proporciona un agua con características organolépticas aceptables para la población, reforzando la confianza en su calidad y potabilidad. Por el contrario, un 16% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 5% calificó el sabor como “regular”, 6% como “malo”, 5% como “deficiente”. Aunque esta proporción es menor que la de evaluaciones positivas, constituyen un indicio de que en algunos puntos de la red de distribución podrían presentarse variaciones en la calidad del agua, posiblemente por factores como el estado de las tuberías, la dosificación de desinfectante o la presencia de compuestos que afectan el gusto. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el sabor del agua.

En la pregunta 10 se observa que el 77% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que un 12% la consideró “buena”. Este resultado sugiere que el sistema de abastecimiento de Vista Alegre, en términos generales, cumple con las expectativas de la población respecto a la calidad del agua, generando confianza y aceptación del servicio. Por el contrario, un 11% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 1% como “mala” y 5% como “deficiente”. Aunque este grupo es minoritario, evidencia que existen usuarios que experimentan dudas o insatisfacción sobre la calidad del agua, lo que podría estar relacionado con aspectos como variaciones en la desinfección, características organolépticas en determinados sectores de la red o falta de información sobre los procesos de tratamiento. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12 se observa que el 70% de los clientes del sistema de abastecimiento de Vista Alegre califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que un 11% la consideró “buena”. Esta percepción refleja que el agua distribuida en el sistema de abastecimiento de Vista Alegre presenta bajas concentraciones de sólidos y minerales que, combinados con el cloro residual utilizado para la desinfección, suele ser responsable de la formación de incrustaciones visibles en los recipientes tras la ebullición. Por el contrario, un 19% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 6% lo calificó como “regular”, 8% como “mala” y 5% como “deficiente”. Esto podría indicar que en ciertos sectores de la red de distribución existen variaciones en la dosificación del cloro o en el contenido mineral del agua, lo que incrementa la posibilidad de formación de sarro al hervirla. Factores como la antigüedad de las tuberías o características del reservorio. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida.

Tabla 22. Resultado en porcentaje de los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de Supte Alto con respecto a los parámetros microbiológicos.

N°	Pregunta	Escala de valoración										Total
		1		2		3		4		5		
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?	3%		6%		5%		48%		38%		100%
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?	3%		3%		8%		52%		34%		100%
10	¿ Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?	3%		6%		3%		35%		53%		100%
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?	3%		5%		5%		40%		47%		100%
Análisis estadístico		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	100%
		3	0	5	28.3	5	39.3	44%	17.5	43	20	%
		%		%		%		%		%		

En la pregunta 8 se observa que el 38% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el color del agua, mientras que un 48% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los participantes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales 5% lo calificó como “regular, 6% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de opiniones positivas sugiere que el agua generalmente presenta claridad y ausencia de turbidez, características esenciales para la aceptación de los clientes. Sin embargo, el grupo minoritario que reportó insatisfacción podría estar asociado a variaciones en la red de distribución, acumulación de sedimentos en las tuberías o deficiencias en la limpieza de los reservorios, factores que pueden alterar la apariencia del agua en determinados sectores. En conclusión, aunque el color del agua es mayoritariamente bien valorado, los reportes negativos indican la necesidad de mantener controles periódicos de calidad física y reforzar las labores de mantenimiento de la infraestructura para garantizar la uniformidad en el servicio

En la pregunta 9 se observa que el 34% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el sabor del agua, mientras que un 52% la consideró “buena”. Por el contrario, un 14% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales un 8% lo calificó como “regular”, 3% como “malo” y 3% como “deficiente”. El predominio de evaluaciones positivas evidencia que el agua distribuida en Supte Alto presenta un sabor aceptable para el consumo, lo que constituye un indicador indirecto de conformidad con las condiciones de potabilidad exigidas. No obstante, el porcentaje minoritario que reporta insatisfacción podría estar relacionado con factores como la presencia de cloro residual, variaciones en la calidad de la fuente de abastecimiento o deficiencias en la red de distribución, los cuales suelen incidir directamente en el sabor percibido por los clientes. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que bueno el sabor del agua.

En la pregunta 10 se observa que el 53% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua que se le brinda siendo apta para el consumo humano y libre de contaminación, mientras que el 35% la consideró “buena”. Por el contrario, un 12% de los clientes manifestaron percepciones menos favorables, de los cuales el 3% lo calificó como “regular, 6% como “mala” y 3% como “deficiente”. En conjunto, estas percepciones positivas representan un 88% de aceptación, lo que refleja un elevado nivel de confianza por parte de los clientes hacia la calidad del recurso que reciben. En contraste, un 12% de los encuestados manifestó opiniones menos favorables. Estos resultados sugieren que la población de Supte Alto reconoce que el agua cumple, en gran medida, con las condiciones necesarias para ser consumidas sin representar riesgos para la salud. Sin embargo, el grupo minoritario que reporta inconformidad podría estar vinculado a variaciones en parámetros microbiológicos o químicos en ciertos tramos de la red, así como a percepciones individuales relacionadas con olor, sabor o apariencia del agua. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua que se le brinda, siendo esta apta para el consumo humano y libre de contaminación.

En la pregunta 12 se observa que el 47% de los clientes del sistema de abastecimiento de Supte Alto califica como muy buena el agua debido a que cuando esta es hervida no presenta una concentración de sarro al fondo, mientras que el 40% la consideró “buena”. Por el contrario, un 13% de los clientes manifestaron percepciones

menos favorables, de los cuales el 5% lo calificó como “regular”, 5% como “malo” y 3% como “deficiente”. La ausencia de sarro al hervir el agua suele estar asociada a un bajo contenido de sales minerales, principalmente carbonatos de calcio y magnesio, que son responsables de la dureza del agua. Este resultado refleja que, en general, el agua distribuida en Supte Alto presenta una dureza baja a moderada, lo cual favorece su aceptabilidad para el consumo humano y evita inconvenientes domésticos como la obstrucción de cañerías o la reducción de la eficiencia de electrodomésticos. En conclusión, el mayor porcentaje de clientes considera que es muy buena el agua debido a que este no presenta sarro al momento de ser colocadas en los recipientes luego de ser hervida, lo que se relaciona con un nivel de dureza aceptable.

4.3.3. Relación de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario

4.3.3.1. Prueba de normalidad

Para poder comprobar la relación entre las dos variables de Vista Alegre, es necesario poder determinar la normalidad de los datos de cada variable, por lo cual se aplicó la prueba de Shapiro Wilk debido a que son menos de 50 datos, la prueba de hipótesis de normalidad es la siguiente:

H0: Los datos de la variable siguen una distribución normal

H1: Los datos de la variable no siguen una distribución normal

Tabla 23. Prueba de normalidad de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario de Vista Alegre

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros microbiológicos	0,294	12	0,005	0,671	12	< 0.001
Satisfacción del usuario	0,511	12	< 0.01	0,375	12	<.0.01

Los resultados obtenidos indican que los parámetros microbiológicos presentan un valor de significancia de 0.001, mientras que la satisfacción

del usuario presenta un valor de significancia menor a 0.01, ambos inferiores al nivel de significancia establecido (0.05). En consecuencia, se concluye que ninguna de las variables presenta una distribución normal. Por lo tanto, para el análisis de la relación entre las variables se optó por el uso de pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente el coeficiente de correlación Rho de Spearman.

Tabla 24. Prueba de normalidad de los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario de Supte Alto

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Parámetros microbiológicos	0.323	12	0.001	0.714	12	0.001
Satisfacción del usuario	0.309	12	0.002	0.749	12	0.003

Los resultados muestran que los parámetros microbiológicos presentan un valor de significancia de 0.001, mientras que la satisfacción del usuario presenta un valor de 0.003, ambos inferiores al nivel de significancia establecido (0.05). En consecuencia, se rechaza la hipótesis de normalidad, concluyéndose que ambas variables no presentan una distribución normal.

Por lo tanto, para el análisis de la relación entre los parámetros microbiológicos del agua y la satisfacción del usuario se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente el coeficiente de correlación Rho de Spearman.

4.3.3.2. Prueba de correlación

Tabla 25. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros microbiológicos con la satisfacción del usuario de Vista Alegre

			Parámetros microbiológicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros microbiológicos	Coefficiente de	1,000	-0,514
		correlación		
		Sig. (bilateral)		0,087
		N	12	12
	Satisfacción del usuario	Coefficiente de	-0,514	1,000
		correlación		
		Sig. (bilateral)	0,087	
		N	12	64

Con la finalidad de determinar la relación entre los parámetros microbiológicos del agua y la satisfacción del usuario, se aplicó el coeficiente de correlación Rho de Spearman, considerando que las variables no presentaron una distribución normal.

Los resultados obtenidos evidencian un coeficiente de correlación de Spearman de -0.514, lo que indica la existencia de una correlación negativa moderada entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario. Este resultado sugiere que un incremento en los niveles de contaminación microbiológica del agua se asocia con una disminución en la satisfacción de los usuarios.

No obstante, el valor de significancia bilateral (0.087) es mayor al nivel de significancia establecido (0.05), por lo que la correlación no resulta estadísticamente significativa. En consecuencia, no se cuenta con evidencia estadística suficiente para afirmar que los parámetros microbiológicos influyan significativamente en la satisfacción del usuario.

Tabla 26. Prueba de correlación Rho de Spearman de los parámetros microbiológicos con la satisfacción del usuario de Supte Alto

			Parámetros microbiológicos	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Parámetros microbiológicos	Coefficiente de correlación	1,000	-0,437
		Sig. (bilateral)		0,156
		N	12	12
Satisfacción del usuario	Satisfacción del usuario	Coefficiente de correlación	-0,437	1,000
		Sig. (bilateral)	0,156	
		N	12	70

Los resultados evidencian un coeficiente de correlación de Spearman de -0.473 , lo cual indica la existencia de una correlación negativa moderada entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario. Este resultado sugiere que un incremento en la contaminación microbiológica del agua se asocia con una disminución en el nivel de satisfacción de los usuarios.

No obstante, el valor de significancia bilateral (0.156) es mayor al nivel de significancia establecido (0.05), por lo que la correlación no es estadísticamente significativa. En consecuencia, no se cuenta con evidencia estadística suficiente para afirmar que los parámetros microbiológicos influyan de manera significativa en la satisfacción del usuario.

4.4. Medición de la relación entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge

Para poder comprobar la hipótesis de la investigación, es necesario poder determinar la normalidad de los datos de cada variable. Por lo cual se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov al tratarse de más de 50 datos, la prueba de la hipótesis de normalidad es la siguiente:

Prueba de hipótesis de normalidad

H0: Los datos de la variable siguen una distribución normal

H1: Los datos de la variable no siguen una distribución normal

Tabla 27. Prueba de normalidad de las variables de la investigación

	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Calidad del agua	,468	192	<0.001	,418	192	<.0.001
Satisfacción del usuario	,080	134	,036	,875	134	<.0.001

Para el análisis de la distribución normal de la variable indicadores de calidad ambiental se obtuvo un p valor menor de 0.001, siendo este menor que el criterio de decisión 0.05, rechazamos la hipótesis nula lo que significa que los datos no siguen una distribución normal. De igual manera en la variable satisfacción de los clientes se tiene un p – valor de 0.036 , siendo menor que 0.05 concluimos con que los datos no siguen una distribución normal. Por lo cual se rechaza trabajar con la prueba de Pearson, se procede entonces a analizar con la prueba no paramétrica Rho de Spearman para comprobar la hipótesis planteada en la investigación.

H0: No existe relación significativa entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción del usuario en el centro poblado Supte San Jorge

Ha: Existe relación significativa entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción del usuario en el centro poblado Supte San Jorge

Tabla 28. Prueba de hipótesis Rho de Spearman

			Calidad del agua	Satisfacción del usuario
Rho de spearman	Calidad del agua	Coeficiente de correlación	1,000	0,067
		Sig. (bilateral)		0,440
		N	192	134
	Satisfacción del usuario	Coeficiente de correlación	0,067	
		Sig. (bilateral)	0,440	
		N	134	134

Los resultados de la prueba de correlación Rho de Spearman muestran un coeficiente de correlación de 0.067, lo cual indica una relación positiva muy débil entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción del usuario. Asimismo, el valor de significancia bilateral obtenido fue de 0.440, siendo mayor al nivel de significancia establecido de 0.05. Aceptando la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, concluyendo que no existe una relación estadísticamente significativa entre la calidad del agua y la satisfacción del usuario en Supte San Jorge. En consecuencia, se infiere que la calidad físicoquímica, inorgánica y microbiológica del agua no constituye un factor determinante en el nivel de satisfacción percibido por la población evaluada.

Estos resultados permiten sostener que la satisfacción del usuario no depende exclusivamente del cumplimiento de parámetros establecidos en la normativa, sino que responde a un conjunto más amplio de factores vinculados al servicio. En ese sentido, los hallazgos coinciden con los señalado por Sernaqué (2022) y Burga (2023), quienes concluyen que la percepción de satisfacción se encuentra influenciada por aspectos como la continuidad del suministro, la presión del agua, la frecuencia de interrupciones y la gestión del servicio, más que únicamente por los resultados de laboratorio. De manera similar, Gutiérrez (2022) sostiene que el cumplimiento de los

parámetros microbiológicos no garantiza automáticamente mayores niveles de satisfacción, debido a que los usuarios valoran el servicio de manera integral y desde su experiencia cotidiana.

Por otro lado, León y Pretell (2023) enfatizan que la percepción de la calidad del agua suele estar asociada a características organolépticas, tales como olor, sabor y color, las cuales son directamente perceptibles por la población. Esto resulta relevante, ya que muchos parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos no generan alteraciones sensoriales evidentes cuando se encuentran dentro o ligeramente fuera de los límites permisibles. En consecuencia, la población puede manifestar satisfacción aun cuando existan resultados donde los parámetros exceden los valores planteados en la normativa.

Asimismo, Vicuña (2019) señala que la evaluación técnica del sistema de abastecimiento no siempre se traduce en una percepción equivalente por parte de los usuarios, debido a que intervienen factores sociales, culturales y de confianza institucional. Desde una perspectiva más amplia del servicio de saneamiento, Gutiérrez (2016) concluye que la satisfacción del usuario está relacionada con múltiples dimensiones del servicio, tales como cobertura, atención y eficiencia operativa, lo que refuerza la idea de que la calidad del agua es solo uno de los componentes que influyen en la percepción ciudadana.

En contraste, Mamani (2024) reporta la existencia de una relación significativa entre calidad del agua y satisfacción del usuario, lo cual evidencia que dicha asociación puede variar según el contexto geográfico, las características del sistema de abastecimiento y el nivel de información de la población respecto a la calidad del recurso. Estas diferencias sugieren que la relación entre ambas variables no es uniforme y depende de factores contextuales y metodológicos.

En conjunto, la evidencia comparada permite interpretar que la satisfacción del usuario constituye un constructo multidimensional en el que intervienen factores técnicos, operativos, perceptuales y sociales. En este caso, la ausencia de una relación estadísticamente significativa confirma que la calidad del agua, evaluada mediante parámetros, no actúa como predictor determinante del nivel de satisfacción.

V. CONCLUSIONES

Se midió la relación entre la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento y la satisfacción de los usuarios en el centro poblado Supte San Jorge, 2024. El coeficiente de correlación de spearman fue $\rho = 0.067$ con un valor de significancia $p= 0.440$, el cual es mayor al nivel de significancia establecido, evidenciando una relación positiva muy débil y no significativa entre ambas variables. Por lo tanto, no se encontró evidencia suficiente para afirmar que la calidad del agua influya significativamente en la satisfacción de los usuarios.

Se determinó que la relación entre los parámetros fisicoquímicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto es muy débil y no estadísticamente significativa. En Vista Alegre se obtuvo $\rho = 0.107$ ($p=0.416$) y en Supte Alto $\rho = -0.104$ ($p=0.430$), valores que superan el nivel de significancia, por lo que no existe evidencia de asociación entre ambas variables.

Se determinó la relación entre los parámetros inorgánicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento Vista Alegre y Supte Alto es débil y no estadísticamente significativa. En Vista Alegre se obtuvo $\rho = 0.205$ ($p=0.337$) y en Supte Alto $\rho = 0.175$ ($p=0.414$), valores que superan el nivel de significancia, por lo que no existe evidencia de asociación entre ambas variables.

Se determinó la relación entre los parámetros microbiológicos y la satisfacción del usuario en los sistemas de abastecimiento de Vista Alegre y Supte Alto es negativa y no estadísticamente significativa. En Vista Alegre se obtuvo $\rho = -0.514$ ($p=0.087$) y en Supte Alto $\rho = -0.437$ ($p=0.156$), valores que superan el nivel de significancia, por lo que no existe evidencia de asociación entre ambas variables.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

Realizar investigaciones más amplias por parte de los tesisistas sobre metales pesados como arsénico, mercurio, cromo, aluminio y especialmente, plomo y cadmio, durante períodos prolongados, con el propósito de evaluar su concentración y comportamiento a lo largo del tiempo.

Efectuar estudios por parte de los tesisistas a identificar las posibles fuentes antropogénicas y naturales que contribuyen a la presencia de metales pesados en el entorno, con el fin de establecer medidas de prevención y control por parte de la municipalidad.

Desarrollar investigaciones epidemiológicas por parte del sector salud en la población del centro poblado Supte San Jorge, para analizar posibles efectos en la salud derivados de la exposición prolongada a metales pesados, en especial plomo y cadmio, así como a las bacterias coliformes.

Implementar mejoras en las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento de agua por parte de la municipalidad, priorizando tecnologías para la remoción eficiente de metales pesados y desinfección bacteriológica cumpliendo con los estándares nacionales.

Realizar estudios comparativos por parte de los tesisistas con otros centros poblados de la región para evaluar si los niveles de contaminación encontrados en el centro poblado Supte San Jorge son una situación aislada o reflejan un patrón regional que requiere atención a nivel institucional.

VII. REFERENCIAS

- Abregu, M. (2015). *Determinación de plomo en agua potable del centro educativo “Manuel Gonzales Prada” distrito de los Olivos, Lima.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Alas Peruanas. https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/9573/Tesis_Determinacion_Plomo_Agua_Potable.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (1999). Resumen de Salud Pública Cadmio. *División de Toxicología y Medicina Ambiental, sd*, https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.pdf
- APHA (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 22 ed.
- Arias, T. Arias, S. Portuondo, Delis. Álvarez, E. (2024). Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba. *Tecnología química*, 44(1), 233 – 253. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v44n1/2224-6185-tq-44-01-233.pdf>
- Asprilla, Y., Martínez, M., Mora, L. (2015). Aspectos técnicos, operativos y ambientales en los sistemas de abastecimiento de agua potable en municipios con nivel de complejidad medio: Un estudio de caso. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente*, 10(1). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/8284>
- Biasi, A., Messina, G., Gómez, N. (2020). Determinación de Zinc en muestras de agua de ríos y red de la provincia de San Luis y aguas envasadas. *Diaeta*, 38(173), 38-48. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372020000400038
- Blanco, A., Gutiérrez, D., Jiménez, O., Santiago, M., Manzano, B. (1988). Estudio de los niveles de plomo, cadmio, zinc y arsénico en aguas de la provincia de Salamanca. *Rev. Esp Salud Pública*, 72(1). 53-65. <https://enfispo.es/servlet/articulo?codigo=5275140>
- Bolaños, J., Cordero, G., Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>

- Bolaños, J. (2023). Calidad del agua superficial y sus implicaciones con el agua potable en Las Brisas de Zarco. *InterSedes*, 24(49), 196-215. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/is/v24n49/2215-2458-is-24-49-196.pdf>
- Burga, E. (2023). *Calidad del agua de suministro y grado de satisfacción poblacional del distrito de Santa Rosa Jaén* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/9880>
- Cabrera, E., Hernández, L., Gómez, H., Cañizares, M. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. *Revistas de la Sociedad Química de México*, 47(1), 88-92. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v47n1/v47n1a14.pdf>
- Caho, C., López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca – Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 36-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6307154>
- California Water Boards. (s.f.). State Water Resources Control Boards. Recuperado el 24 de mayo de 2025, de <https://www.waterboards.ca.gov/>
- Chavarría, E., Huamani, L., Cusiche, M., Sáez, W., Angeles, J., Basurto, C. (2024). Sólidos totales disueltos en agua superficial para consumo humano en San Juan de Pillo, Perú. *ALFA: Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 8(24), 870-881. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.310>
- Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México*. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/publicaciones/eam2018.pdf>
- Cordero, M., Ullauri, P. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/747>

- Cuaspad, J. (2020). *Propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua de la Vereda San Vicente del municipio de Dagua*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Occidente. <http://red.uao.edu.co//handle/10614/12258>
- De Miguel, C. & Vásquez, Y. (2006). Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. *Minería y Geología*, 22(3), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/2235/223517652002.pdf>
- Escamilla, P., & Núñez, J. (2014). Satisfacción y valor percibido en un servicio deportivo público: una propuesta de análisis y acciones de gestión. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 57-64. https://www.researchgate.net/publication/298712051_Satisfaccion_y_valor_percibido_en_un_servicio_deportivo_publico_una_propuesta_de_analisis_y_acciones_de_gestion
- Flores, J. (2022). *Calidad de servicio y su relación con la satisfacción del cliente en la empresa Casa Blanca*. (Tesis de licenciatura). Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11329/1/IV_FCE_318_TE_Flores_Vega_2022.pdf
- Gutiérrez, J. (2016). *Calidad de los servicios de saneamiento básico y su relación con la satisfacción del usuario en el distrito de Juanjuí – Provincia de Mariscal Cáceres 2016*. (Tesis de Maestría). Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/5d1339a4-c196-4f0a-aa11-ee1800386d81/content>
- Gutiérrez, L. (2022). *Calidad microbiológica del agua potable y el grado de satisfacción de la población de Samegua, Moquegua 2021*. (Tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104886>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana. https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Huanay, M. (2021). *Calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento del centro poblado Las Palmeras, Distrito de Churubamba*,

- Provincia y Departamento de Huánuco, 2020* (Tesis de licenciatura). Universidad de Huánuco.
<https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2942/HUANAY%20MUNGUIA%2c%20MAYTE%20FABIOLA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (1996). *Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo (Boletín N.º 80)*. Lima, Perú: INGEMMET. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/INGEMMET_cd0979cfa6635e53cca1990f29701545
- Irvin, V., Kile, M., Lucas, C., Neilson, L., & Anderson, L. (2023). *Plomo en su agua potable*. Oregon State University Extension Service. https://extension.oregonstate.edu/sites/extd8/files/2023-07/LEAD_LETTERSIZESpanish_2023%20for%20pub_DR_Send_2.pdf
- Lachos, L. (2024). *Calidad de agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento SEDA HUÁNUCO Castillo Grande y centro poblado Picuroyacu distrito Castillo Grande, Leoncio Prado* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/f25a35cdf328-45b6-a1af-3b9cbf461ead>
- Larios, L. (2009). Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. *Archivo Médico de Camagüey*, 13(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211116125017>
- Larrea, J. Rojas, M. Romeu, B. Rojas, N. Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- León, I. Pretell, C. (2023). *Nivel de satisfacción de la calidad de agua para consumo humano en la Localidad de Santiago de Cao, 2023* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/25665eb3-326c-429d-b57d-00930a3a7f0e>

- Mamani, B. Aguilar, F. Nova, M. Daza, A. (2022). Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico – Bolivia. *Acta nova*, 10 (4), 443 – 460. <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v10n4/1683-0789-ran-10-04-443.pdf>
- Mamani, F. (2024). *Calidad del agua potable y nivel de satisfacción de los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de Ilave 2024* (Tesis de licenciatura). Universidad Privada San Carlos. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/841>
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., García, M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Salud Ambiental*, 4, 72-82. [https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
- Mayo Clinic.(2022, 21 de enero). *Intoxicación por plomo*. Mayo Clinic. Recuperado el 24 de mayo de 2025, de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/lead-poisoning/diagnosis-treatment/drc-20354723>
- Mejía, T. (2017). *Investigación correlacional: Definición, Tipos y Ejemplos*. Liferder.com. Recuperado el 17 de noviembre del 2023, de <https://www.liferder.com/investigacion-correlacional/>
- Meza, M. (2011). Disturbios del estado ácido-básico en el paciente crítico. *Acta Med Per*, 28 (1), 46 – 55. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v28n1/a08v28n1>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Clima de la sierra y selva*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/53sector-agrario/el-clima>
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Libro blanco del agua en España*. Centro de Publicaciones. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/spa192539.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Compendio de la legislación ambiental peruana*. (1° Edición). https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_05_-_calidad_ambiental_2.pdf

- Ñahui, D. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica – 2023* (Tesis de licenciatura). Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13303>
- Obregon, S. (2017). *Clasificación taxonómica y calidad de suelo en la zona de uso especial del parque nacional de Tingo María (PNTM)* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/41270a3a-3a97-4030-b7ba-eebd9bdfd4d2/content>
- Organización Mundial de la Salud. (OMS) (2006). *Guías para la calidad del agua potable, Primer apéndice a la tercera edición volumen I Recomendaciones*. Suiza; 2006. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OMS%202006.%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4.ª ed). Ginebra: Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1>
- Organización Mundial de la Salud (2024, 27 de setiembre). *Intoxicación por plomo*. OMS. Recuperado el 24 de mayo de 2025, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Palella, S. y Martins, F. (2008). *Metodología de la investigación cuantitativa*. (2º Edición). FEDUPEL. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>
- Puma, F y Álvarez, J. (2019). *Calidad de servicio y satisfacción del usuario de la EPS EMAPAT S.A. de la ciudad de Puerto Maldonado, Madre de Dios 2019*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Amazónica. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/863/004-3-10-035.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ramírez, I. (2019). *Estudio de la satisfacción del cliente en el servicio de recaudación de Electro Oriente S.A. de la ciudad de Iquitos, año 2017*. (Tesis de Licenciatura).

- Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6486/Ike_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos, L., Vidal, L., Vilardy, S., Saavedra, L. (2008). Análisis de la contaminación microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) en la bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Acta biol. Colomb*, 13(3), 87-98.
<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Rodríguez, O., Pérez, R., Aguilera, I., Pérez, R., Abalos, A. (2020). Remoción de cobre de aguas contaminadas empleando ramnolípidos. *Revista Cubana Química*, 32(3), 511-526. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212020000300511
- Salas, H. & Martínez, O. (2022). Evaluación y determinación del sistema de abastecimiento óptimo de agua potable del barrio Miraflores – Lircay – Angaraes – Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 2(1), 11-15.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9868140>
- Salcedo, M., Quinte, A., Zavaleta, D., Imán, J., Obispo, J., Cadillo, E., Dávalos, D., Escudero, M. (2013). Concentración de metales pesados en el agua de consumo del distrito de Huacho, *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. (Artículo de investigación).
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/1611/INVEST%2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, L., Quiroga, E. (2020). Sostenibilidad de las tecnologías de tratamiento de agua para la zona rural. *Revista de Ingeniería*, 1(49), 52-61.
<https://doi.org/10.16924/revinge.49.7>
- Sernaque, J. (2023). *Calidad y satisfacción del usuario del servicio de agua potable en un distrito de la región Piura, 2022*. (Tesis de Maestría). Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/120499>
- Servicio Nacional de Meteorología SENAMHI. (2019). El tiempo para turistas en el Perú.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0025>

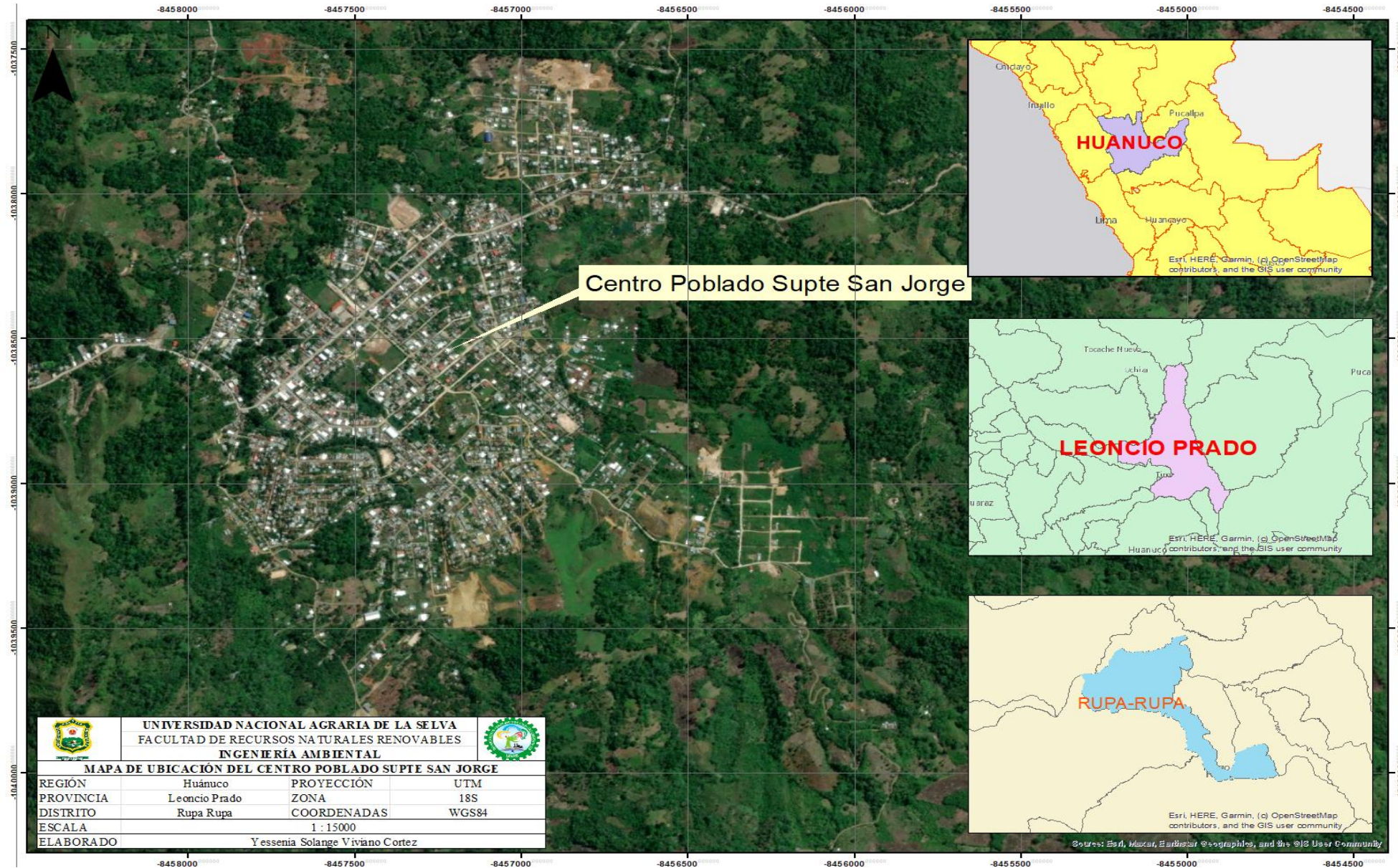
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua – Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789588692067_A41141782/preview-9789588692067_A41141782.pdf
- Silupu, J., Avalos, C., Medrano, J. (2020). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el distrito de Rázuri, Provincia de Ascospe La Libertad – Perú. *PURIQ*, 2(1), 3-15, <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.69>
- Solís, Y., Zúñiga, L., Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 31(1), 10.18845/tm.v31i1.3495
- Solsona, F. & Fuertes, C. (2003). *Guía para la promoción de la calidad del agua en escuelas de los países en desarrollo*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente. https://cidta.usal.es/riesgos/CD2/AGUA_DESASTRES/doc14579.pdf
- Suarez, J. (2023). *Índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2360>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2005). Ambient Water Quality Criteria Recommendations Information Supporting the Development of State and Tribal Criteria, Rivers and Streams in Nutrient Ecoregion XI. (EPA 822-B-00-020). Office of Water. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20003ELH.PDF?Dockey=20003ELH.PDF>
- Vega, J., Gonzales, J. (2024). *Determinación del cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el distrito de Chirinos – San Ignacio, 2023*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/707>
- Vidal, V. (2019). *Evaluación y mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Supte San Jorge, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco – junio 2019*. (Tesis de

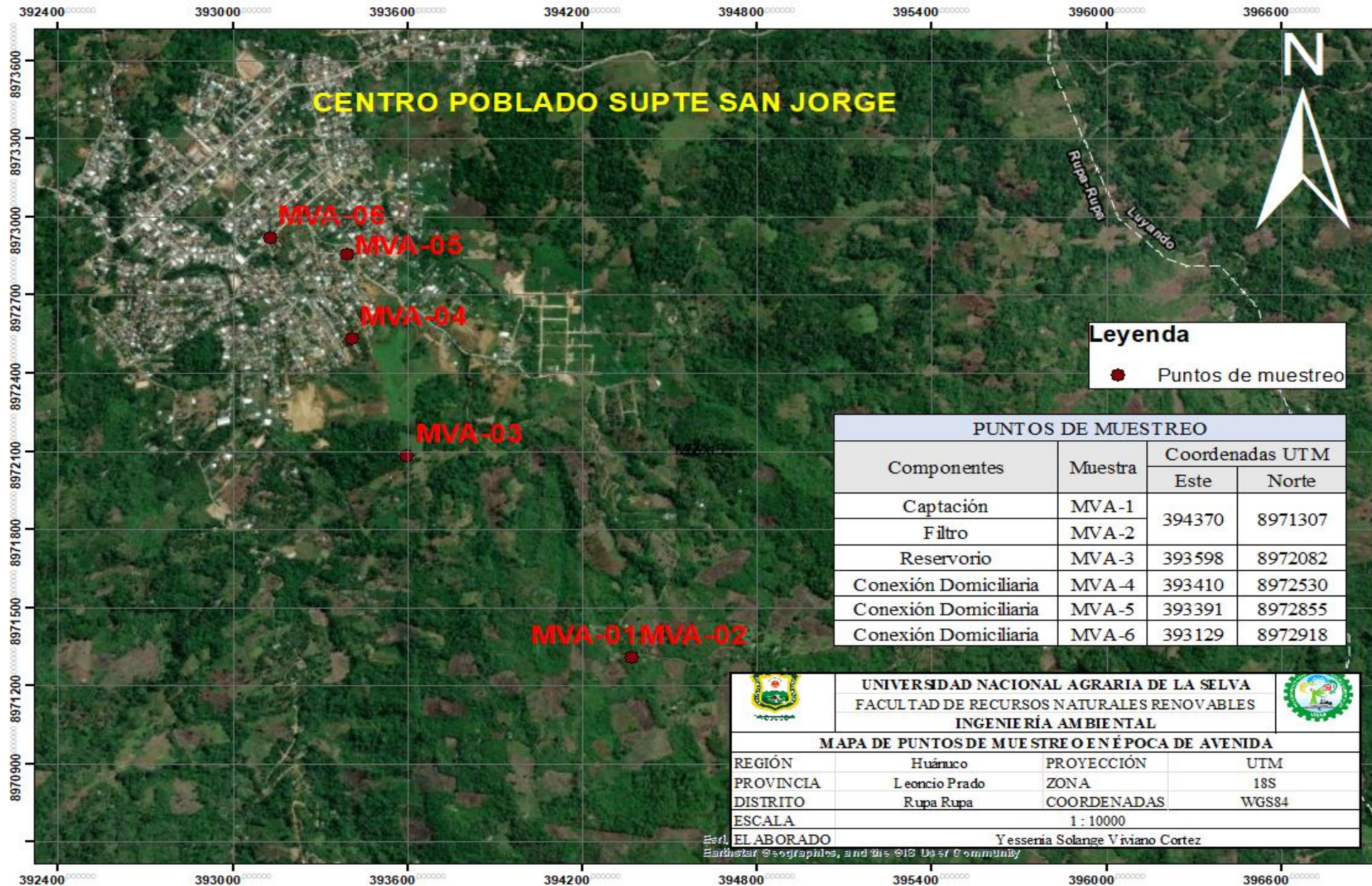
licenciatura). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/15671/SISTEMAS_ABASTECIMIENTO_VIDAL_ROMERO_VICTOR_FLAVIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vicuña, F. (2019). *Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros – Huaraz, periodo 2015 – 2016*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2900>

ANEXO

ANEXO 1. Mapa de ubicación



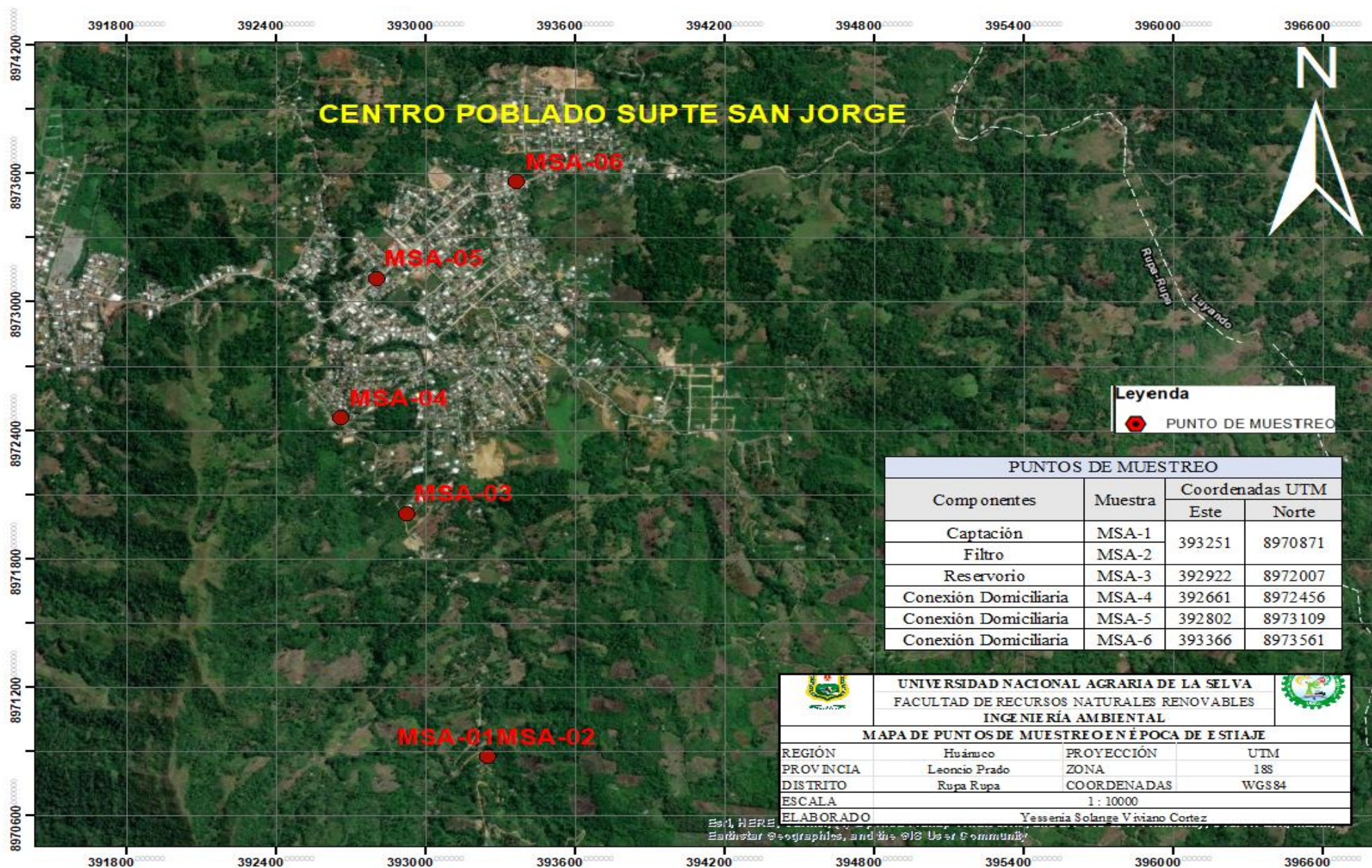


Leyenda
 ● Puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO			
Componentes	Muestra	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
Captación	MVA-1	394370	8971307
Filtro	MVA-2		
Reservorio	MVA-3	393598	8972082
Conexión Domiciliaria	MVA-4	393410	8972530
Conexión Domiciliaria	MVA-5	393391	8972855
Conexión Domiciliaria	MVA-6	393129	8972918

	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA		
	FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
INGENIERÍA AMBIENTAL			
MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO EN ÉPOCA DE AVENIDA			
REGIÓN	Huánuco	PROYECCIÓN	UTM
PROVINCIA	Leoncio Prado	ZONA	18S
DISTRITO	Rupa Rupa	COORDENADAS	WGS84
ESCALA	1 : 10000		

ELABORADO Yessenia Solange Viviano Cortez
 Earthstar Geographics, and the GIS User Community



ANEXO 2. Datos de los parámetros del análisis de los indicadores de calidad de agua del sistema de abastecimiento Vista Alegre

FEBRERO																	
Muestra		Parámetros fisicoquímicos									parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
		pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre
			µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm
MVA-01	Captación	7.41	476	238	6.86	2.27	0	2.2	0.003	0	0.06	0	0	0.00014	0.06	0.6	0.08
MVA-02	Filtro	7.42	462	231	6.88	2.04	0	1.3	0.003	0	0.08	4	0	0.00016	0.03	0.4	0.09
MVA-03	Reservorio	7.47	465	232	7.02	2.92	0	1.7	0.003	0.04	0.22	9	0	0.00022	0.12	0.64	0.12
MVA-04	C.D inicial	7.56	458	229	7.27	2.69	0	2	0.003	0.05	0.2	0	0	0.00028	0.32	0.44	0.12
MVA-05	C.D media	7.52	455	228	7.35	2.96	0	1.6	0.002	0.04	0.29	0	0	0.00024	0.34	0.56	0.04
MVA-06	C.D final	7.55	449	226	7.41	2.33	0	0.9	0.002	0.03	0.28	7	0	0.0004	0.64	0.3	0.07

MARZO																	
Muestra		Parámetros fisicoquímicos									parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
		pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre
			µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm
MVA-01	Captación	7.37	503	252	7.43	1.83	0	0.5	0.003	0	0.55	0	0	0.002	0.05	0.28	0.14
MVA-02	Filtro	7.37	503	247	7.77	1.32	0	0.2	0.001	0	0.36	0	0	0.0019	0.02	0.32	0.12
MVA-03	Reservorio	7.97	384	294	7.5	1.11	0	0.1	0.001	0.02	0.88	35	0	0.0005	0.22	0.48	0.14
MVA-04	C.D inicial	7.93	604	296	7.27	2.53	10	0.6	0.002	0.03	0.73	0	0	0.0026	0.11	0.38	0.16
MVA-05	C.D media	7.3	371	187	6.89	2.41	0	0.2	0.002	0.01	0.09	0	0	0.0008	0.14	0.34	0.18
MVA-06	C.D final	7.49	502	248	7.4	1.03	0	0.1	0.004	0.01	0.19	0	0	0.0004	0.21	0.3	0.14

ABRIL

Muestra	Parámetros fisicoquímicos										parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MVA-01	Captación	7.43	497	392	7.83	1.33	0	0.9	0.006	0	1.38	0	0	0.0015	0.03	0.145	0.112
MVA-02	Filtro	7.32	500	300	7.35	1.34	0	0.7	0.005	0	0.76	0	0	0.0016	0.027	0.172	0.108
MVA-03	Reservorio	7.37	492	391	7.37	0.99	0	0.6	0.002	0.02	1.31	0	0	0.0005	0.02	0.387	0.13
MVA-04	C.D inicial	7.82	693	392	7.69	2.04	5	1.3	0.005	0.02	0.83	0	0	0.0003	0.29	0.242	0.136
MVA-05	C.D media	7.8	508	308	7.62	3.75	5	0.7	0.004	0.02	0.4	0	0	0.0001	0.19	0.166	0.118
MVA-06	C.D final	7.78	625	325	7.65	0.9	0	1	0.005	0.01	0.5	0	0	0.0014	0.21	0.175	0.13

MAYO

Muestra	Parámetros fisicoquímicos										parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MVA-01	Captación	7.2	507	253	7.47	1.72	5	0	0.002	0	0.46	0	0	0.0014	0.027	0.157	0.103
MVA-02	Filtro	7.26	506	254	7.38	1.91	0	1.1	0.003	0	0.35	4	0	0.0015	0.025	0.132	0.124
MVA-03	Reservorio	7.36	489	244	7.4	1.81	0	0	0.006	0	0.42	3	3	0.0012	0.016	0.355	0.106
MVA-04	C.D inicial	7.85	670	335	7.46	1.36	0	1.6	0.004	0.02	0.45	0	0	0.0002	0.003	0.146	0.117
MVA-05	C.D media	7.39	441	219	7.31	1.59	10	2.4	0.007	0.02	0.34	27	20	0.0003	0.012	0.13	0.117
MVA-06	C.D final	7.3	480	290	7.35	1.01	15	1.2	0.003	0.04	0.64	93	7	0.0001	0.018	0.108	0.116

ANEXO 3. Datos de los parámetros del análisis de los indicadores de calidad de agua del sistema de abastecimiento Supte

Alto

JUNIO																	
Muestra	Parámetros fisicoquímicos								parámetros bacteriológicos				Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MSA-01	Captación	7.43	481	480	4.51	2.06	5	0	0.004	0	0.46	0	0	0.0015	0.024	0.131	0.152
MSA-02	Filtro	7.5	466	461	4.25	1.80	0	0	0.006	0	0.22	3	0	0.0022	0.025	0.131	0.122
MSA-03	Reservorio	7.7	456	455	4.52	1.90	15	0	0.005	0.02	0.31	0	0	0.001	0.015	0.122	0.12
MSA-04	C.D inicial	7.24	410	410	4.21	1.81	10	0	0.004	0.03	0.19	0	0	0.0002	0.011	0.28	0.187
MSA-05	C.D media	7.32	425	423	4.29	1.83	0	0	0.003	0	0.26	0	0	0.0002	0.003	0.134	0.129
MSA-06	C.D final	7.48	407	407	4.4	1.77	0	0	0.004	0.01	0.34	0	0	0.0011	0.016	0.104	0.129

JULIO																	
Muestra	Parámetros fisicoquímicos								parámetros bacteriológicos				Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MSA-01	Captación	8	339	495	3.83	1.5	0	0.3	0.002	0	0.62	0	0	0.0152	0.6275	0.435	0.113
MSA-02	Filtro	7.95	328	438	3.94	1.20	0	0	0.002	0	0.72	4	0	0.0044	0.5548	0.284	0.168
MSA-03	Reservorio	7.84	370	551	2.97	1.28	0	0	0.005	0.01	0.16	0	0	0.0468	0.1005	0.365	0.149
MSA-04	C.D inicial	7.05	368	546	3.92	1.26	0	0.6	0.003	0	0.45	0	0	0.0384	0.052	0.037	0.105
MSA-05	C.D media	6.92	349	575	2.95	1.28	0	0.7	0.005	0.03	0.64	3	0	0.0021	0.0224	0.012	0.089
MSA-06	C.D final	7.87	429	529	2.98	1.22	0	0	0.004	0	0.55	6	7	0.0016	0.0175	0.009	0.047

AGOSTO

Muestra	Parámetros fisicoquímicos										parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MSA-01	Captación	7.85	421	485	4.9	1.62	0	0.5	0.002	0	0.66	0	0	0.028	0.3018	0.2408	0.059
MSA-02	Filtro	7.88	372	409	4.99	1.53	0	0.4	0.002	0	0.72	0	0	0.0122	0.1397	0.1871	0.032
MSA-03	Reservorio	7.78	402	439	4.82	1.46	0	0.6	0.001	0.01	0.45	0	0	0.0331	0.1256	0.1898	0.041
MSA-04	C.D inicial	7.24	448	360	4.9	1.48	0	0.3	0.004	0	0.56	0	0	0.0141	0.0432	0.1056	0.058
MSA-05	C.D media	7.15	345	320	4.95	1.53	0	0.5	0.005	0	0.8	0	0	0.0237	0.0371	0.3101	0.043
MSA-06	C.D final	7.96	441	352	4.93	1.38	0	0	0.007	0	0.54	0	0	0.0328	0.0189	0.0718	0.027

SETIEMBRE

Muestra	Parámetros fisicoquímicos										parámetros bacteriológicos		Metales pesados				
	pH	Conductividad	STD	OD	Turbiedad	Color	Nitratos	Nitritos	Cloro residual	DBO5	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Cadmio	Plomo	Zinc	Cobre	
		µs/cm	ppm	ppm	NTU	PCU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml	ppm	ppm	ppm	ppm	
MSA-01	Captación	7.96	462	226	4.41	1.66	0	0.4	0.005	0	1.04	0	0	0.0104	0.3435	0.2217	0.0595
MSA-02	Filtro	7.91	373	286	4.38	1.50	0	0.2	0.003	0	1.03	0	0	0.0167	0.3945	0.1578	0.039
MSA-03	Reservorio	7.9	405	203	4.41	1.53	0	0.1	0.002	0	1.08	0	0	0.0453	0.2451	0.1325	0.108
MSA-04	C.D inicial	7.58	408	272	4.32	1.63	5	0.6	0.003	0.05	0.93	4	0	0.0136	0.2169	0.1029	0.049
MSA-05	C.D media	7.5	412	262	4.2	1.57	0	0	0.003	0	0.81	0	0	0.0609	0.3604	0.2217	0.027
MSA-06	C.D final	7.9	428	254	4.35	1.51	5	0.3	0.001	0.05	0.95	9	0	0.0273	0.0132	0.0986	0.058

ANEXO 4. Resultado de los análisis de metales pesados del sistema de abastecimiento Vista Alegre

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	29/02/2024
RECIBO N°	37964
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E.379	MVA-01	0.00014	0.06	0.60	0.08
E.380	MVA-02	0.00016	0.03	0.40	0.09
E.381	MVA-03	0.00022	0.12	0.64	0.12
E.382	MVA-04	0.00028	0.32	0.44	0.12
E.383	MVA-05	0.00024	0.34	0.56	0.04
E.384	MVA-06	0.00040	0.64	0.30	0.07

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 15 DE MARZO 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria

 Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria

 Ing. GILMER MILTON NERA TRUJILLO
 Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	27/03/2024
RECIBO N°	40411
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-004	MVA-01	0.0020	0.050	0.280	0.140
E24-005	MVA-02	0.0019	0.020	0.320	0.120
E24-006	MVA-03	0.0005	0.220	0.480	0.140
E24-007	MVA-04	0.0026	0.110	0.380	0.160
E24-008	MVA-05	0.0008	0.140	0.340	0.180
E24-009	MVA-06	0.0004	0.210	0.300	0.140

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 08 DE ABRIL 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	28/04/2024
RECIBO N°	45863
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-022	MVA-01 CAPTACION	0.0015	0.03	0.145	0.112
E24-023	MVA-02 FILTRO	0.0016	0.027	0.172	0.108
E24-024	MVA-03 RESERVORIO	0.0005	0.02	0.387	0.130
E24-025	MVA-04 C.D. INICIAL	0.0003	0.29	0.242	0.136
E24-026	MVA-05 C.D. MEDIO	0.0001	0.19	0.166	0.118
E24-027	MVA-06 C.D. FINAL	0.0014	0.21	0.175	0.130

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 02 DE MAYO 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESEÑA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	28 DE MAYO 2024
RECIBO N°	48405
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO


DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-062	MVA-01 CAPTACION	0.0014	0.027	0.132	0.103
E24-063	MVA-02 FILTRO	0.0015	0.025	0.157	0.124
E24-064	MVA-03 RESERVORIO	0.0012	0.016	0.355	0.106
E24-065	MVA-04 C.D. INICIAL	0.0002	0.003	0.146	0.117
E24-066	MVA-05 C.D. MEDIO	0.0003	0.012	0.130	0.117
E24-067	MVA-06 C.D. FINAL	0.0001	0.018	0.108	0.116

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 02 DE JUNIO 2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

ANEXO 5. Resultado de los análisis de metales pesados del sistema de abastecimiento Supte Alto

Negríta UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Negríta Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTe SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	02 DE JULIO 2024
RECIBO N°	50671
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-081	MSA-01 CAPTACION	0.0015	0.024	0.131	0.152
E24-082	MSA-02 FILTRO	0.0022	0.025	0.131	0.122
E24-083	MSA-03 RESERVORIO	0.001	0.015	0.122	0.120
E24-084	MSA-04 C.D. INICIAL	0.0002	0.011	0.280	0.187
E24-085	MSA-05 C.D. MEDIO	0.0002	0.003	0.134	0.129
E24-086	MSA-06 C.D. FINAL	0.0011	0.016	0.104	0.129

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 09 DE JULIO 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María

Hugo Alfredo Huamani Yupanqui
 Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	31 DE JULIO 2024
RECIBO N°	51989
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-0101	MSA-01 CAPTACION	0.0152	0.6275	0.435	0.113
E24-0102	MSA-02 FILTRO	0.0044	0.5548	0.284	0.168
E24-0103	MSA-03 RESERVORIO	0.0468	0.1005	0.365	0.149
E24-0104	MSA-04 C.D. INICIAL	0.0384	0.0520	0.037	0.105
E24-0105	MSA-05 C.D. MEDIO	0.0021	0.0224	0.012	0.089
E24-0106	MSA-06 C.D. FINAL	0.0016	0.0175	0.009	0.047

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 08 DE AGOSTO 2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María


Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTE SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	31/08/2024
RECIBO N°	55201
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-0132	MSA-01 CAPTACION	0.0280	0.3018	0.2408	0.0590
E24-0133	MSA-02 FILTRO	0.0122	0.1397	0.1871	0.0320
E24-0134	MSA-03 RESERVORIO	0.0331	0.1256	0.1898	0.0410
E24-0135	MSA-04 C.D. INICIAL	0.0141	0.0432	0.1056	0.0580
E24-0136	MSA-05 C.D. MEDIO	0.0237	0.0371	0.3101	0.0430
E24-0137	MSA-06 C.D. FINAL	0.0328	0.0189	0.0718	0.0270

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 12 DE SETIEMBRE 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María


Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





ANÁLISIS ESPECIAL



SOLICITANTE	VIVIANO CORTEZ YESSENIA SOLANGE
PROCEDENCIA	SUPTO SAN JORGE - TINGO MARIA
MUESTREADO POR	EL SOLICITANTE

FECHA DE MUESTREO	30/09/2024
RECIBO N°	57795
TIPO DE MUESTRA	AGUA

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS			
Código	Referencia	CADMIO (ppm)	PLOMO (ppm)	ZINC (ppm)	COBRE (ppm)
E24-0172	MSA-01 CAPTACION	0.0104	0.3435	0.2217	0.0595
E24-0173	MSA-02 FILTRO	0.0167	0.3945	0.1578	0.0390
E24-0174	MSA-03 RESERVORIO	0.0453	0.2451	0.1325	0.1080
E24-0175	MSA-04 C.D. INICIAL	0.0136	0.2169	0.1029	0.0490
E24-0176	MSA-05 C.D. MEDIO	0.0609	0.3604	0.2217	0.0270
E24-0177	MSA-06 C.D. FINAL	0.0273	0.0132	0.0986	0.0580

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TINGO MARIA 07 DE OCTUBRE 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANEXO 6. Encuesta de satisfacción al usuario



ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA BRINDADA POR LA JASS EN LA POBLACIÓN DE SUPTE SAN JORGE



Esta encuesta está dirigida a la población del centro poblado Supte San Jorge, con el objetivo de poder conocer la satisfacción del cliente por el servicio de agua potable. Esta encuesta forma parte de la ejecución de una tesis para obtener el título en Ingeniería Ambiental. Las respuestas serán tratadas de manera anónima y confidencial.

Se medirá las respuestas según la siguiente escala de valoración

1: Deficiente 2: Mala 3:Regular 4:Buena 5:Muy buena

1. Edad: _____
2. Sexo:
 - a) Masculino
 - b) Femenino
3. Grado de instrucción
 - a) Superior
 - b) Secundaria completa
 - c) Secundaria incompleta
 - d) Primaria completa
 - e) Primaria incompleta
 - f) Analfabeta

N°	Preguntas	Escala de valoración				
		1	2	3	4	5
Continuidad						
4	¿La continuidad (horas de servicio) en su zona es adecuada?					
5	¿El suministro agua se interrumpe con frecuencia?					
Cantidad						
6	¿La presión del agua en su zona es adecuada?					
Organoléptica						
7	¿El agua que recibe tiene olor anormal?					
8	¿El agua que recibe tiene color anormal?					
9	¿El agua que recibe tiene sabor anormal?					
Calidad						
10	¿Considera que el agua que se le brinda es apta para el consumo humano y libre de contaminación?					
11	¿Cuándo envasa el agua muestra una turbulencia y sedimentación en el fondo de estos envases?					
12	¿Cuándo hierve el agua y es colocada en un recipiente, se encuentra una concentración alta de sarro al fondo de estos?					
13	¿Cómo calificaría el agua que llega a su domicilio?					
Precio						
14	¿Cómo calificaría el precio que paga por el servicio de agua?					
Servicio recibido						
15	¿Se entera de los avisos de cortes de servicio?					
16	¿Cómo calificará en general el desempeño de la JASS?					
17	¿La JASS resuelve las quejas y reclamos que plantean los clientes?					
18	¿Cómo calificaría en general su satisfacción con respecto a los servicios de agua que se le brinda?					

ANEXO 8. Reporte de coeficiente de alfa de crombach

Fiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	20	100.0
	Excluido ^a	0	.0
	Total	20	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.816	15

ANEXO 9. Resultado de la encuesta piloto

Encuestados	PR 4	PR 5	PR 6	PR 7	PR 8	PR 9	PR 10	PR 11	PR 12	PR 13	PR 14	PR 15	PR 16	PR 17	PR 18
ENCUESTA 1	3	2	2	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3
ENCUESTA 2	2	3	2	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3
ENCUESTA 3	3	3	2	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3
ENCUESTA 4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
ENCUESTA 5	3	4	4	3	3	5	4	4	3	4	4	3	4	4	4
ENCUESTA 6	3	3	4	3	3	5	4	4	3	4	3	3	4	4	4
ENCUESTA 7	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3
ENCUESTA 8	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	5	3
ENCUESTA 9	2	2	3	4	2	4	2	4	3	3	4	4	4	4	3
ENCUESTA 10	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3
ENCUESTA 11	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3
ENCUESTA 12	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3
ENCUESTA 13	3	3	3	3	3	5	3	4	3	4	4	4	4	4	4
ENCUESTA 14	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	5	4	4
ENCUESTA 15	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	4	3	3	2	3
ENCUESTA 16	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3
ENCUESTA 17	2	2	3	4	2	5	2	4	3	3	4	4	4	3	3
ENCUESTA 18	4	3	3	4	3	5	4	3	4	3	4	4	5	3	4
ENCUESTA 19	4	3	3	3	3	5	4	3	4	3	4	3	5	4	4
ENCUESTA 20	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3

ANEXO 10. Resultados de la encuesta de satisfacción del usuario de Vista Alegre

Dimensiones	Edad	Sexo	Nivel de instrucción	Continuidad		Cantidad	Organoléptica			Calidad				Precio	Servicio recibido			
Encuestados	PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PR 7	PR 8	PR 9	PR 10	PR 11	PR 12	PR 13	PR 14	PR 15	PR 16	PR 17	PR 18
ENCUESTA 1	35	Masculino	Secundaria incompleta	4	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3
ENCUESTA 2	30	Masculino	Secundaria incompleta	2	5	4	5	5	1	5	3	5	5	5	5	3	4	5
ENCUESTA 3	31	Masculino	Secundaria incompleta	5	2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 4	40	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	4
ENCUESTA 5	33	Femenino	Secundaria incompleta	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
ENCUESTA 6	30	Femenino	Secundaria incompleta	4	3	4	4	3	4	5	5	3	4	3	5	5	5	5
ENCUESTA 7	30	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5
ENCUESTA 8	35	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	1	5
ENCUESTA 9	30	Femenino	Secundaria incompleta	5	3	5	5	2	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5
ENCUESTA 10	35	Femenino	Secundaria incompleta	1	4	3	3	4	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 11	40	Masculino	Secundaria incompleta	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	2
ENCUESTA 12	32	Femenino	Secundaria incompleta	4	5	4	5	5	5	4	5	5	3	5	4	5	5	5
ENCUESTA 13	30	Femenino	Secundaria incompleta	5	3	2	2	1	5	5	3	1	5	5	5	5	5	5

ENCUESTA 30	32	Masculino	Secundaria completa	5	2	3	4	1	5	3	2	2	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 31	32	Masculino	Secundaria completa	1	5	5	5	4	3	1	5	3	4	5	5	5	4	5
ENCUESTA 32	28	Femenino	Secundaria incompleta	5	1	5	5	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	1
ENCUESTA 33	34	Femenino	Secundaria incompleta	4	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 34	32	Femenino	Secundaria incompleta	4	2	5	5	3	5	5	5	5	1	5	5	5	5	4
ENCUESTA 35	35	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 36	30	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5
ENCUESTA 37	31	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	1	1	5	5	5	5	1	5	3	5	1	3	5
ENCUESTA 38	40	Masculino	Secundaria incompleta	5	3	3	5	2	4	5	4	1	4	5	5	5	5	4
ENCUESTA 39	33	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 40	35	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	2	5	4	5	1	5	3	4	5	5	5	5	5
ENCUESTA 41	32	Femenino	Secundaria incompleta	4	4	4	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5
ENCUESTA 42	29	Femenino	Secundaria incompleta	2	5	2	2	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2
ENCUESTA 43	30	Femenino	Secundaria completa	4	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
ENCUESTA 44	40	Femenino	Secundaria completa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5
ENCUESTA 45	30	Masculino	Secundaria completa	3	4	5	5	5	2	5	5	5	5	2	5	5	5	4

ENCUESTA 46	32	Femenino	Secundaria completa	5	5	5	3	3	4	4	4	3	4	5	4	2	5	5
ENCUESTA 47	32	Femenino	Secundaria completa	5	5	3	5	4	5	4	5	5	4	5	1	5	5	5
ENCUESTA 48	30	Femenino	Secundaria completa	5	4	3	5	5	4	5	5	2	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 49	35	Femenino	Secundaria completa	5	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	5	5	4	5
ENCUESTA 50	30	Femenino	Secundaria incompleta	5	4	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 51	34	Femenino	Secundaria completa	5	5	5	5	2	5	5	1	5	5	5	5	5	5	2
ENCUESTA 52	32	Femenino	Secundaria completa	5	4	4	5	5	2	5	1	2	5	3	5	5	5	4
ENCUESTA 53	28	Femenino	Secundaria incompleta	5	5	3	5	5	5	5	5	5	2	5	2	5	5	5
ENCUESTA 54	34	Femenino	Secundaria completa	5	3	5	4	5	5	5	2	5	5	5	5	2	5	5
ENCUESTA 55	32	Femenino	Secundaria completa	5	5	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5
ENCUESTA 56	52	Masculino	Secundaria incompleta	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 57	30	Femenino	Secundaria completa	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
ENCUESTA 58	31	Femenino	Secundaria incompleta	4	5	1	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	2
ENCUESTA 59	40	Masculino	Secundaria incompleta	5	2	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	4
ENCUESTA 60	33	Masculino	Secundaria incompleta	5	5	4	5	5	1	3	4	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 61	40	Masculino	Secundaria incompleta	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	2	5

ANEXO 11. Resultados de la encuesta de satisfacción del usuario de Supte Alto

Dimensiones	Edad	Sexo	Nivel de instrucción	Continuidad		Cantidad	Organoléptica			Calidad				Precio	Servicio recibido			
				PR 4	PR 5		PR 6	PR 7	PR 8	PR 9	PR 10	PR 11	PR 12		PR 13	PR 14	PR 15	PR 16
ENCUESTA 1	26	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	5	3	5	4	5	5	4	4	4	5	4
ENCUESTA 2	29	Masculino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	5	5	4	2	4	4	4	4	5	5	5
ENCUESTA 3	47	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	3	3
ENCUESTA 4	20	Femenino	Secundaria incompleta	4	3	1	4	5	4	3	5	3	3	4	4	2	5	5
ENCUESTA 5	43	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	5	2	2	5	4	2	5	3	4	4	5	4
ENCUESTA 6	53	Femenino	Secundaria incompleta	2	2	3	3	4	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4
ENCUESTA 7	44	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5
ENCUESTA 8	23	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
ENCUESTA 9	34	Femenino	Secundaria incompleta	3	1	3	5	4	5	5	5	5	2	5	4	5	5	5
ENCUESTA 10	54	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	5	5	4	2	2	5	4	5	5	5	4	4
ENCUESTA 11	20	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	2	5	4	5	5	5	4	5	3	4	4	2
ENCUESTA 12	40	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	2	4	5	4	4	5	4	5	5	4	3	5	4
ENCUESTA 13	39	Femenino	Secundaria incompleta	1	4	3	4	3	1	4	4	5	5	5	4	5	2	5

ENCUESTA 14	51	Masculino	Secundaria incompleta	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	2	4	4	4	5
ENCUESTA 15	45	Masculino	Secundaria incompleta	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4
ENCUESTA 16	28	Femenino	Secundaria incompleta	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5
ENCUESTA 17	41	Femenino	Secundaria completa	4	3	3	1	5	4	5	3	5	1	5	4	4	5	4
ENCUESTA 18	34	Femenino	Secundaria completa	2	3	3	4	5	4	1	4	4	5	5	3	5	5	1
ENCUESTA 19	47	Femenino	Secundaria completa	3	4	1	5	2	5	5	5	1	4	4	4	1	4	5
ENCUESTA 20	39	Femenino	Secundaria completa	3	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4
ENCUESTA 21	44	Femenino	Secundaria completa	3	2	3	5	4	4	5	1	4	4	5	4	5	4	4
ENCUESTA 22	34	Femenino	Secundaria completa	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5
ENCUESTA 23	41	Femenino	Secundaria completa	3	3	3	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4
ENCUESTA 24	43	Femenino	Secundaria completa	3	4	4	5	4	3	5	4	4	4	4	5	4	3	4
ENCUESTA 25	33	Femenino	Secundaria completa	4	3	2	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5
ENCUESTA 26	31	Femenino	Secundaria incompleta	4	4	4	5	1	5	4	4	4	2	4	3	4	4	4
ENCUESTA 27	21	Masculino	Secundaria completa	4	3	3	5	4	4	2	5	2	4	3	5	2	5	2
ENCUESTA 28	53	Femenino	Secundaria completa	3	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4
ENCUESTA 29	54	Masculino	Secundaria completa	1	4	4	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5

ENCUESTA 30	31	Femenino	Primaria completa	3	4	3	4	2	4	1	2	4	5	5	4	4	4	4
ENCUESTA 31	43	Masculino	Secundaria completa	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4
ENCUESTA 32	51	Femenino	Secundaria incompleta	4	2	4	4	5	2	4	4	5	2	4	2	5	5	5
ENCUESTA 33	24	Masculino	Secundaria incompleta	1	3	3	4	5	4	5	5	3	4	4	5	4	4	5
ENCUESTA 34	23	Femenino	Secundaria incompleta	4	3	2	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	2	3
ENCUESTA 35	51	Femenino	Secundaria incompleta	4	3	3	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4
ENCUESTA 36	24	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	5	5	4	5	4	5	5	2	5	5	5	5
ENCUESTA 37	26	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	4	5	3	4	4	3	5	5	5	4	4	4	5
ENCUESTA 38	52	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
ENCUESTA 39	52	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	4	2	5	5	3	4	4	3	5	4	3	4	4
ENCUESTA 40	38	Femenino	Primaria completa	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5
ENCUESTA 41	47	Femenino	Secundaria incompleta	2	1	4	5	5	1	5	4	2	4	4	5	4	5	5
ENCUESTA 42	41	Masculino	Secundaria incompleta	2	3	3	4	5	4	4	5	4	4	4	2	5	1	2
ENCUESTA 43	28	Femenino	Secundaria completa	4	3	3	5	2	5	5	4	5	4	1	5	4	5	5
ENCUESTA 44	34	Femenino	Secundaria completa	4	3	1	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5
ENCUESTA 45	49	Masculino	Secundaria completa	3	3	3	5	5	5	5	4	5	3	4	5	4	5	4

ENCUESTA 46	41	Femenino	Secundaria completa	4	4	4	4	5	5	5	2	4	5	5	4	4	5	5
ENCUESTA 47	27	Femenino	Secundaria completa	3	3	3	1	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4
ENCUESTA 48	36	Femenino	Secundaria completa	4	4	4	4	4	3	2	5	4	5	5	4	4	5	4
ENCUESTA 49	49	Femenino	Secundaria completa	2	2	3	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4
ENCUESTA 50	39	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	4	4	4	5	4	4	1	4	4	3	4	4	4
ENCUESTA 51	50	Femenino	Secundaria completa	2	3	3	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	3
ENCUESTA 52	25	Femenino	Secundaria completa	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	3	5
ENCUESTA 53	37	Femenino	Secundaria incompleta	2	3	3	5	5	5	4	4	4	3	5	4	2	4	4
ENCUESTA 54	47	Femenino	Secundaria completa	3	4	4	5	4	5	5	1	5	5	4	4	5	5	5
ENCUESTA 55	47	Femenino	Secundaria completa	3	3	2	4	4	4	5	5	4	4	3	5	5	4	4
ENCUESTA 56	31	Masculino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	4	3	2	5	5	5	5	1	5	5	4
ENCUESTA 57	46	Femenino	Secundaria completa	4	3	3	3	3	4	5	4	3	4	5	5	4	5	4
ENCUESTA 58	34	Femenino	Secundaria incompleta	2	2	3	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5
ENCUESTA 59	55	Masculino	Secundaria incompleta	4	3	3	5	4	4	5	4	4	2	5	4	5	4	2
ENCUESTA 60	24	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	5	1	4	5	5	5	5	5	5	3	4	5
ENCUESTA 61	45	Masculino	Secundaria incompleta	4	4	1	5	4	3	4	2	5	4	5	5	5	4	5

ENCUESTA 62	20	Femenino	Secundaria incompleta	3	3	3	4	4	5	5	5	4	4	5	3	5	2	4
ENCUESTA 63	35	Femenino	Secundaria incompleta	2	1	3	5	4	4	5	5	5	4	3	5	4	4	4
ENCUESTA 64	38	Femenino	Secundaria incompleta	3	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4
ENCUESTA 65	20	Femenino	Primaria completa	4	3	3	2	2	5	1	5	5	5	5	5	2	5	5
ENCUESTA 66	37	Masculino	Secundaria incompleta	4	3	3	4	5	5	4	4	2	4	5	5	5	5	5
ENCUESTA 67	37	Femenino	Secundaria incompleta	4	3	3	5	5	4	5	5	4	1	5	5	3	4	5
ENCUESTA 68	45	Masculino	Secundaria incompleta	4	3	3	4	3	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3
ENCUESTA 69	52	Masculino	Secundaria incompleta	4	3	2	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5
ENCUESTA 70	21	Masculino	Secundaria incompleta	3	4	4	4	4	5	5	3	4	4	5	4	4	5	4

ANEXO 12. Panel fotográfico

Figura 21. Reservorio de agua de Vista Alegre



Figura 22. Reservorio de agua de Supte Alto



Figura 23. Recolección de muestras de agua del reservorio Supte Alto



Figura 24. Recolección de muestras de agua



Figura 25. Recolección de las muestras de agua del reservorio Vista Alegre



Figura 26. Recolección de muestras de agua



Figura 27. Recolección de la muestra de agua de la conexión domiciliaria

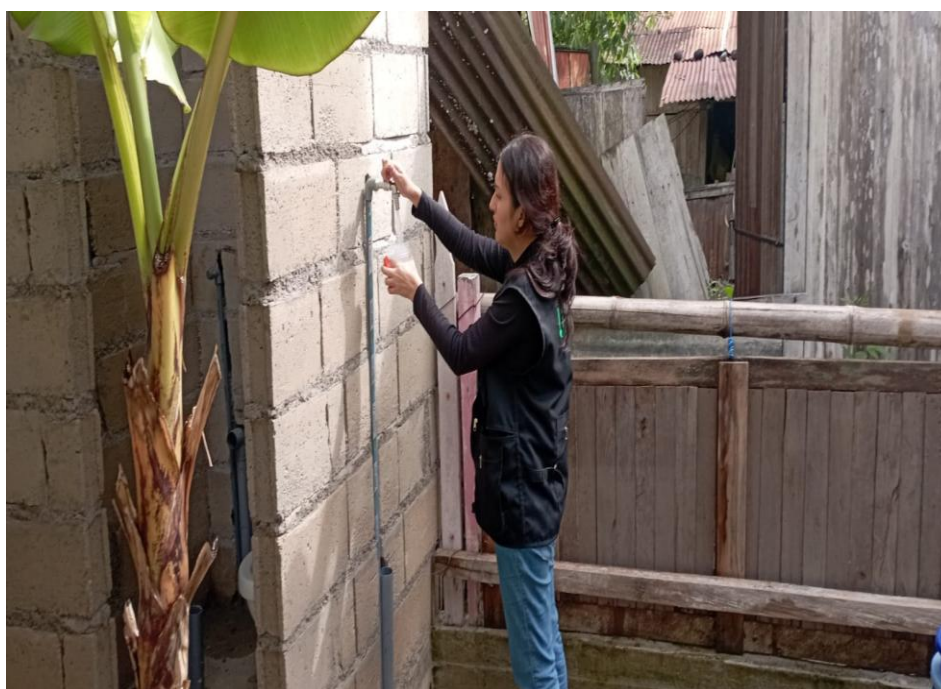


Figura 28. Recolección de las muestras de agua de la conexión domiciliaria

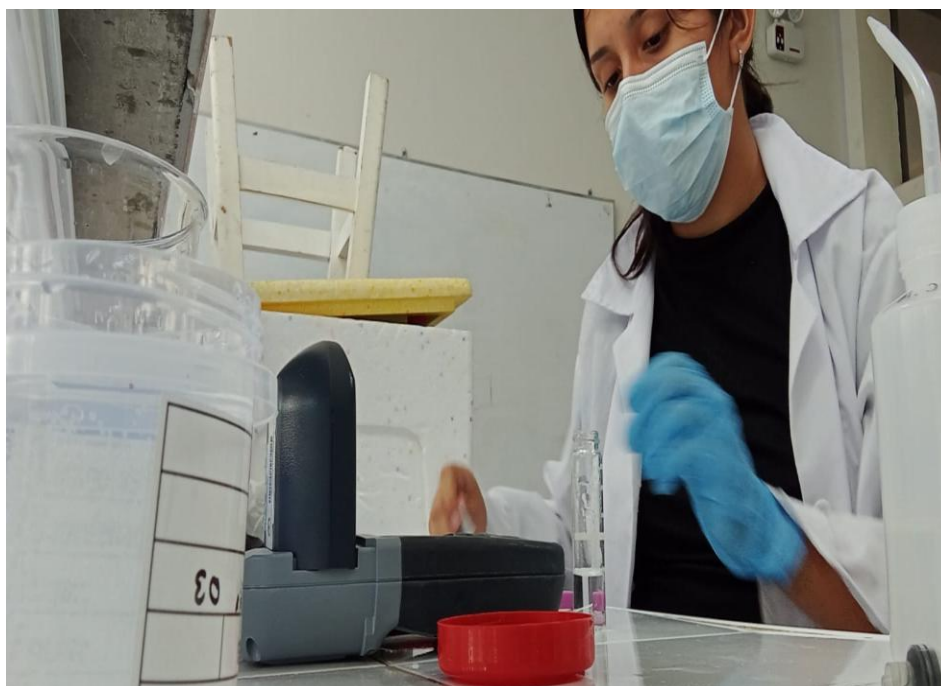


Figura 31. Análisis fisicoquímico de las muestras de agua



Figura 32. Análisis del Nitrato en las muestras de agua



Figura 33. Medición de parámetros fisicoquímicos en las muestras de agua



Figura 34. Análisis de coliformes termotolerantes de las muestras de agua

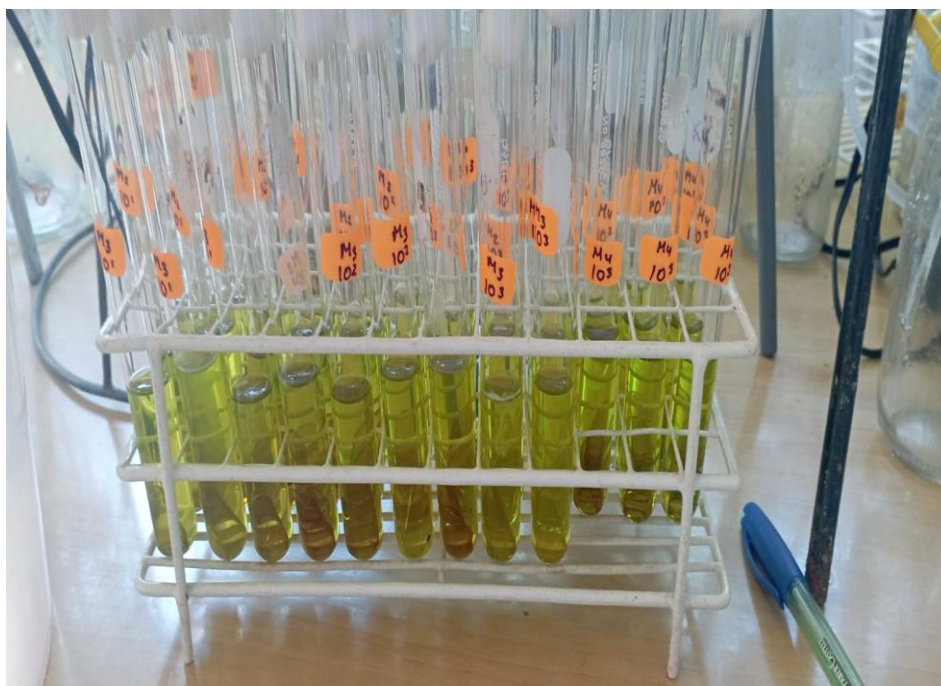


Figura 35. Análisis de coliformes totales de las muestras de agua



Figura 36. Análisis de los parámetros bacteriológicos



Figura 37. Lectura del análisis bacteriológico de las muestras de agua



Figura 38. Lectura del análisis bacteriológico de las muestras de agua



Figura 39. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 40. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 41. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 42. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 43. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 44. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 45. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario



Figura 46. Aplicación de la encuesta de satisfacción del usuario