

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CHURQUINUYO,
AYAPATA, CARABAYA 2025.**

PRESENTADA POR:

CLEVER RILDO ZEA PACCO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



3.7%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 3 DEC 2025, 12:40 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.72%

● CHANGED TEXT
2.98%

Report #30415963

CLEVER RILDO ZEA PACCO // CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CHURQUINUYO, AYAPATA, CARABAYA 2025. RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la calidad del agua suministrada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Churquinuyo, distrito de Ayapata, Carabaya, en 2025. **5 8 14** Se utilizó un diseño no experimental, descriptivo y transversal, con un enfoque cuantitativo. Se tomaron tres muestras (P1: Reservorio, P2: Primera vivienda, P3: Última vivienda) que fueron analizadas en un laboratorio acreditado, comparando los resultados con el D. **3 9 16** S. N° 031-2010-SA (Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano). Los resultados revelaron que el agua no es apta para consumo humano. Los parámetros fisicoquímicos no cumplieron debido a un pH elevado en el reservorio (8.6) y, de forma crítica, la ausencia total de Cloro Residual Libre con valores de <0.02 mg/L en todo el sistema, incumpliendo el mínimo normativo de 0.5 mg/L. Los parámetros microbiológicos se cumplieron numéricamente (<1.8 NMP/100mL), pero bajo un alto riesgo sanitario latente por la falta de cloro. El hallazgo más grave fue en los parámetros inorgánicos: se detectó Arsénico (As) por encima del Límite Máximo Permisible (0.01 mg/L) en el reservorio (0.01098 mg/L) y en la última vivienda (0.01071 mg/L). Se concluye que el agua presenta un riesgo químico por toxicidad (arsénico) y un alto riesgo sanitario

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CHURQUINUYO,
AYAPATA, CARABAYA 2025.**


PRESENTADA POR:

CLEVER RILDO ZEA PACCO


PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE : 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO : 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO : 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

ASESOR DE TESIS : 
Mg. LUIS ALBERTH ROSSEL BERNEDO

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de diciembre del 2025.

DEDICATORIA

A Dios, faro de mi existencia y arquitecto de mi destino. Por ser la sabiduría que guió mis pasos en la incertidumbre, la fortaleza que me impidió desmayar en la tormenta, y el maestro que me enseñó a caminar entre adversidades con la frente en alto y el espíritu intacto.

A mis amados padres, Nerio y Emerita, cimiento de mi vida y espejo de mi carácter. Todo lo que soy, cada valor, cada principio y cada gramo de perseverancia, es un reflejo de su amor incondicional y su esfuerzo incansable. Ustedes son el pilar sobre el que se construye este sueño.

A mi amada Elvia Quispe, luz de mi vida y refugio de mi corazón. Gracias por tu paciencia infinita, tu apoyo inquebrantable y por ser la calma que necesitaba en mis momentos más difíciles. Este logro es tan tuyo como mío, amor mío.

A mis hermanos, compañeros de viaje, por su apoyo, sus consejos y por ser parte fundamental de mi historia.

Clever Rildo Zea Pacco

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser el cimiento de mi formación académica, brindándome no solo conocimientos técnicos, sino también impulsando en mí la pasión por la investigación y el compromiso ético para solucionar los desafíos ambientales de nuestra sociedad.

A los distinguidos miembros del Jurado Calificador, por su disposición y rigor académico. Sus valiosas observaciones y aportes críticos han sido determinantes para perfeccionar la calidad y la profundidad científica de la presente tesis.

De manera especial, expreso mi profunda gratitud a mi asesor, Mg. Luis Alberth Rossel Bernedo, por su guía constante, su paciencia y su acertada dirección durante todo el desarrollo de este estudio. Su experiencia y calidad humana fueron el soporte indispensable para la culminación exitosa de esta etapa profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	15
1.2.1. INTERNACIONAL	15
1.2.2. NACIONAL	16
1.2.3. LOCAL	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. DERECHO HUMANO Y ACCESO AL AGUA POTABLE	20
2.1.2. GESTIÓN COMUNAL Y EL ROL DE LA JASS	20
2.1.3. COBERTURA Y BRECHAS DE SERVICIO EN ZONAS RURALES	21
2.1.4. PARAMETRIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA RURAL	21
2.1.5. CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA Y RIESGOS SANITARIOS	21
2.1.6. MONITOREO, VIGILANCIA Y TECNOLOGÍA EN CALIDAD DE AGUA.	22
2.1.7. PARTICIPACIÓN Y EMPODERAMIENTO SOCIAL	22
2.1.8. EDUCACIÓN SANITARIA Y CULTURA DE HIGIENE.	22
2.1.9. INNOVACIÓN TÉCNICA Y MODELOS DE GESTIÓN.	22
2.1.10. INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN REDES RURALES	23
2.1.11. PROTECCIÓN DE FUENTES Y GESTIÓN DE CUENCAS	23
2.1.12. IMPACTO DE LA MALA CALIDAD EN LA SALUD Y EL DESARROLLO	23
2.1.13. DESAFÍOS ECONÓMICOS Y SOSTENIBILIDAD FINANCIERA	23
2.2. MARCO NORMATIVO:	24
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	24
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO}	26
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	27
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	27

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	29
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	30
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA - CARABAYA 2025.	31
4.2. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA- CARABAYA 2025.	42
4.3. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA- CARABAYA 2025.	47
4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	60
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Puntos de muestreo	27
Tabla 02: Operacionalización de variables	29
Tabla 03: Resultados de Parámetros Físicoquímicos	31
Tabla 04: Resultados de Parámetros Microbiológicos	42
Tabla 05: Resultados de Parámetros Inorgánicos (Selección Crítica)	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Zona de estudio	26
Figura 02: Resultados de pH	34
Figura 03: Resultados de turbidez del agua	35
Figura 04: Resultados de Conductividad	37
Figura 05: Resultados de Sólidos Totales Disueltos	38
Figura 06: Resultados de parámetro color	39
Figura 07: Dureza Total	40
Figura 08: Cloro Residual Libre	41
Figura 09: Resultados de Coliformes Totales	44
Figura 10: Resultados de Coliformes Termotolerantes	45
Figura 11: Resultados de Escherichia coli (E. coli)	46
Figura 12: Resultados de Zinc	50
Figura 13: Resultados de Cobre	51
Figura 14: Resultados de Sulfatos	52
Figura 15: Resultados de Nitritos	53
Figura 16: Resultados de Nitratos	54
Figura 17: Resultados de Mercurio	55
Figura 18: Resultados de Cadmio	56
Figura 19: Resultados de Plomo	57
Figura 20: Resultados de Aluminio	58
Figura 21: Resultados de Arsénico	59
Figura 22: Sacando las muestras para llevarlas al laboratorio.	84
Figura 23: Sacando las muestras para llevarlas al laboratorio.	84
Figura 24: Llenando los contenedores de cada muestra para llevarlas al laboratorio.	85

Figura 25: Etiquetado de los contenedores de cada muestra para llevarlas al laboratorio. 85

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	71
Anexo 02: Resultados del análisis de laboratorio de la p1- reservorio	72
Anexo 03: Resultados del análisis de laboratorio de la p2 - primera vivienda	76
Anexo 04: Resultados del análisis del laboratorio de la p3 - última vivienda	80
Anexo 05: Panel fotográfico	84

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la calidad del agua suministrada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Churquinuyo, distrito de Ayapata, Carabaya, en 2025. Se utilizó un diseño no experimental, descriptivo y transversal, con un enfoque cuantitativo. Se tomaron tres muestras (P1: Reservorio, P2: Primera vivienda, P3: Última vivienda) que fueron analizadas en un laboratorio acreditado, comparando los resultados con el D.S. N° 031-2010-SA (Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano). Los resultados revelaron que el agua no es apta para consumo humano. Los parámetros fisicoquímicos no cumplieron debido a un pH elevado en el reservorio (8.6) y, de forma crítica, la ausencia total de Cloro Residual Libre con valores de <0.02 mg/L en todo el sistema, incumpliendo el mínimo normativo de 0.5 mg/L. Los parámetros microbiológicos se cumplieron numéricamente (<1.8 NMP/100mL), pero bajo un alto riesgo sanitario latente por la falta de cloro. El hallazgo más grave fue en los parámetros inorgánicos: se detectó Arsénico (As) por encima del Límite Máximo Permisible (0.01 mg/L) en el reservorio (0.01098 mg/L) y en la última vivienda (0.01071 mg/L). Se concluye que el agua presenta un riesgo químico por toxicidad (arsénico) y un alto riesgo sanitario por falta de desinfección, recomendándose la implementación urgente de un sistema de cloración y un estudio técnico para la remoción de metales.

Palabras clave: Arsénico, Calidad del agua, Cloro residual, JASS, pH.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the quality of the water supplied by the Churquinuyo Water and Sanitation Services Management Board (JASS) in the district of Ayapata, Carabaya, in 2025. A non-experimental, descriptive, and cross-sectional design with a quantitative approach was used. Three samples (P1: Reservoir, P2: First house, P3: Last house) were taken and analyzed in an accredited laboratory. The results were compared with Supreme Decree No. 031-2010-SA (Regulations for Water Quality for Human Consumption). The results revealed that the water is not suitable for human consumption. The physicochemical parameters did not meet the standards due to a high pH in the reservoir (8.6) and, critically, the total absence of Free Residual Chlorine, with values of <0.02 mg/L throughout the system, failing to meet the minimum regulatory requirement of 0.5 mg/L. Microbiological parameters met numerically (<1.8 MPN/100mL), but a high latent health risk exists due to the lack of chlorine. The most serious finding was in the inorganic parameters: Arsenic (As) was detected above the Maximum Permissible Limit (0.01 mg/L) in the reservoir (0.01098 mg/L) and in the last dwelling (0.01071 mg/L). It is concluded that the water presents a chemical risk due to toxicity (arsenic) and a high health risk due to lack of disinfection. The urgent implementation of a chlorination system and a technical study for metal removal are recommended.

Keywords: Arsenic, Water quality, Residual chlorine, JASS, pH.

INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable segura es un derecho humano fundamental, reconocido globalmente como pilar para la salud pública y el desarrollo sostenible. Sin embargo, millones de personas, especialmente en zonas rurales, aún carecen de este servicio básico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha advertido repetidamente sobre los riesgos de consumir agua que no cumple con los requisitos mínimos de calidad, lo que perpetúa ciclos de enfermedades y pobreza (Huamantupa, 2024)

En el contexto peruano, esta brecha es particularmente evidente. La gestión del agua en el ámbito rural recae en gran medida en las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), que a menudo enfrentan limitaciones técnicas y financieras. Esta problemática ha sido documentada a nivel nacional por Huamantupa (2024), al analizar la sostenibilidad del suministro en Huancavelica, reveló que las disparidades en infraestructura, problemas en la gestión y falencias en el cuidado de los sistemas repercuten de manera adversa en la sustentabilidad del recurso y aumentan el peligro de afectar la salud pública.

Esta realidad nacional se replica en la región de Puno. La comunidad de Churquinuyo, en el distrito de Ayapata, provincia de Carabaya, se abastece a través de un sistema gestionado por la JASS local. A pesar de los esfuerzos comunitarios, existen reportes de la población sobre variaciones en la calidad del agua, lo que genera una justificada preocupación. Sin embargo, no se cuenta con un diagnóstico técnico y científico reciente que caracteriza integralmente la calidad del agua que se está distribuyendo. ¿El agua que consume la población de Churquinuyo cumple con los estándares físico químicos, microbiológicos e inorgánicos que exige la normativa peruana?

La presente investigación se justifica por su alto impacto en la salud pública de la comunidad. Determinar la calidad del agua no es solo un ejercicio académico, sino una necesidad sanitaria. En la región Puno, estudios previos han alertado sobre riesgos específicos; Quispe (2024), halló concentraciones de arsénico superiores al límite permitido (0.01 mg/L) en aguas

subterráneas de Coata, demostrando la importancia de no solo evaluar parámetros microbiológicos, sino también los inorgánicos. Este estudio, por lo tanto, proporciona un diagnóstico vital que la JASS y las autoridades locales pueden utilizar para tomar decisiones informadas, implementar medidas correctivas y proteger la salud de los usuarios del sistema.

En respuesta a esta problemática, el objetivo general de este trabajo fue evaluar la calidad del agua suministrada por la JASS Churquinuyo, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025, a través del análisis de sus parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos.

El documento se estructura de la siguiente manera:

- **Capítulo I:** Expone el Planteamiento del Problema, los antecedentes nacionales e internacionales que contextualizan el estudio, y define los objetivos de la investigación.
- **Capítulo II:** Desarrolla el Marco Teórico que sustenta la investigación, el marco normativo pertinente (D.S. N° 031-2010-SA) y las hipótesis.
- **Capítulo III:** Detalla la metodología empleada, describiendo la zona de estudio, los puntos de muestreo, el diseño de la investigación y los métodos de análisis.
- **Capítulo IV:** Presenta la Exposición y Análisis de los Resultados obtenidos en laboratorio, comparándolos con los límites máximos permisibles y realizando la prueba de hipótesis.
- **Capítulo V:** Realiza la Discusión de los hallazgos, contrastando los resultados de Churquinuyo con los antecedentes de otras investigaciones para validar los hallazgos.
- Finalmente, se presentan las Conclusiones, que responden directamente a los objetivos, y las Recomendaciones de acción para la JASS y la comunidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional, la creciente preocupación por la potabilidad del agua destinada al consumo humano ha sido motivada por informes de la OMS y entidades científicas, quienes advierten que millones de individuos aún ingieren agua que no satisface los requisitos mínimos de calidad , lo que provoca enfermedades e impide el crecimiento sostenible . Diversas investigaciones demuestran la existencia de residuos químicos y agentes microbiológicos en sectores rurales, ocasionado por el uso de fuentes superficiales sin procesos de purificación apropiados según Huamantupa, (2024).

En el contexto nacional, el Perú presenta problemáticas similares; un alto porcentaje de la población rural depende de sistemas administrados por JASS, donde existen deficiencias en la infraestructura y en las rutinas de monitoreo. Están ampliamente reportados los casos en los que el agua supera los parámetros permisibles de coliformes, turbidez o metales, generando riesgos sanitarios, especialmente en regiones andinas de difícil acceso como Puno.

Localmente, la comunidad de Churquinuyo, en Ayapata, Carabaya, Puno, accede al recurso a través de la JASS local, la cual enfrenta limitaciones técnicas y económicas para garantizar un agua segura. Existen antecedentes de episodios de turbiedad, mal sabor y enfermedades gastrointestinales que generan preocupación en la población. En este contexto, el análisis

completo de las características físico-químicas y microbiológicas del recurso hídrico, realizado directamente en los depósitos, resulta esencial para detectar posibles amenazas y plantear alternativas sustentables.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, distrito de Ayapata-Carabaya en el año 2025?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros fisicoquímicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata - Carabaya 2025?
- ¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025?
- ¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONAL

Cools (2020), centró su investigación en comunidades indígenas rurales dependientes de sistemas gravitacionales gestionados de forma comunitaria. Los resultados cuantitativos indicaron que la desinfección es el punto crítico, reportando que la mayoría de las comunidades presentaron concentraciones de cloro residual libre inferiores al rango normativo de 0.5 mg/L, siendo nula en gran parte de los casos. Asimismo, determinó que la asistencia técnica externa incrementa significativamente la viabilidad de los sistemas, logrando mantener la continuidad del servicio y el cumplimiento de los parámetros de calidad en un porcentaje superior respecto a los sistemas sin acompañamiento, contribuyendo así al cumplimiento del ODS 6.1 para el año 2030.

Abegaz & Midekssa (2021), investigaron los aspectos bacteriológicos y fisicoquímicos en fuentes rurales de Etiopía. El estudio reveló una alta carga microbiana, reportando que el

90.6% y el 87.5% de las muestras resultaron positivas para coliformes totales y fecales respectivamente, superando el límite de 0 UFC/100 ml. Además, se cuantificó que las fuentes protegidas, aunque mejoran ciertos aspectos, registraron concentraciones de metales como zinc, plomo, hierro y manganeso por encima de los límites permisibles de la OMS, junto con valores de pH que excedieron el rango neutro de 6.5 a 8.5, evidenciando la necesidad de mejoras estructurales.

Conejeros et al. (2021), desarrollaron un sistema de vigilancia en tiempo real para Agua Potable Rural (APR) en Chile. Su investigación validó la medición continua de indicadores clave como turbidez, pH y cloro residual, logrando detectar fluctuaciones críticas por debajo de 0.2 mg/L de cloro en tiempo real. La implementación de esta telemetría permitió reducir los tiempos de respuesta ante anomalías de calidad, pasando de detecciones mensuales a alertas inmediatas, optimizando la gestión operativa de los administradores comunitarios.

1.2.2. NACIONAL

González et al. (2023), realizaron un análisis en seis comunidades de Carhuaz, Áncash. Su investigación cuantificó que el 25% de los embalses evaluados (4 de 16) excedieron los valores máximos permitidos de coliformes totales y fecales, registrando conteos superiores a 0 NMP/100 ml. En contraste, las variables fisicoquímicas como los Sólidos Totales Disueltos se mantuvieron dentro de los parámetros aceptados por la OMS y la legislación peruana, demostrando que el riesgo principal en estas zonas altoandinas es de origen biológico debido a la deficiente cloración.

Vásquez et al. (2021), examinaron la calidad del agua en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huánuco. Aunque el Índice de Calidad del Agua (ICA) obtuvo la categoría de "Buena" cumpliendo con los ECAs, el estudio reveló una discrepancia significativa con la percepción social: el 35.50% de los usuarios reportó insatisfacción con la calidad organoléptica y el 42.42% mostró descontento con el mantenimiento del sistema. Esto

evidencia que el cumplimiento técnico de los parámetros fisicoquímicos no garantiza la aceptación del servicio si no se atienden las expectativas del usuario.

Huamantupa (2024), analizó la sostenibilidad del suministro de agua potable en el centro poblado Chuquimaran, provincia de Huaytará, Huancavelica, utilizando el método SIRAS 2010 . Su estudio se enfocó en tres ámbitos: estado de las instalaciones, gestión administrativa y mantenimiento. Los hallazgos revelaron que las zonas rurales nacionales presentan disparidades en los diferentes componentes relacionados con la provisión de agua segura, principalmente por infraestructura insuficiente, problemas en la gestión y falencias en el cuidado de los sistemas , lo cual repercute de manera adversa en la sustentabilidad del recurso y aumenta el peligro de afectar la salud pública.

1.2.3. LOCAL

Quispe (2025), evaluó el manantial Orkapata en la ciudad de Puno. El estudio determinó que, si bien los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad, dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos) se mantuvieron por debajo de los Límites Máximos Permisibles del DS N° 031-2010-SA, la calidad bacteriológica fue crítica. Se reportaron valores de coliformes totales y termotolerantes superiores a 0 NMP/100 ml, confirmando que el recurso hídrico representa un peligro sanitario inminente para el consumo humano directo a pesar de su estabilidad fisicoquímica.

Ramirez (2020), analizó la calidad del agua desde el punto de captación hasta el reservorio en Paucarcolla, Puno. Sus resultados mostraron que los parámetros fisicoquímicos de todas las muestras no excedieron los parámetros de calidad ambiental (ECA) , por lo que no representaron peligro inmediato para la salud humana . Sin embargo, el trabajo remarca la importancia de implementar sistemas de monitoreo, especialmente de indicadores microbiológicos, dado que la contaminación puntual genera aún un riesgo en sistemas rurales.

Ruiz (2019), analizaron el diseño hidráulico y parámetros de calidad del agua en el Centro Poblado Kana, distrito de Ayapata, Carabaya, Región Puno. El estudio destacó la importancia de considerar el aforo de la fuente y los cálculos hidráulicos para garantizar suficiente dotación de agua potable para la población y mantener la calidad aceptable durante todo el proceso, desde la fuente hasta la red de distribución.

Huaquisto (2024), evaluó las captaciones Chichicapac y Jatun Pinaya en Macusani. Determinó que, aunque la mayoría de indicadores fisicoquímicos respetaban la normativa, se registraron concentraciones de dureza total y alcalinidad cercanas o superiores a los 500 mg/L, clasificando al recurso como agua dura. Estos valores elevados de magnesio y carbonatos, si bien no siempre son patógenos, afectan la aceptabilidad del agua y la infraestructura sanitaria por incrustaciones.

Quispe (2024), llevó a cabo un estudio en la Comunidad Campesina de Carata, distrito de Coata, cuyo propósito fue evaluar la calidad del agua subterránea destinada para consumo humano, determinando si esta es apta para el uso sin tratamiento previo. Para ello, aplicó un diseño no experimental, cuantitativo y descriptivo-analítico, recolectando muestras en cinco puntos: Chinche (M1), Desvío Candile (M2), Candile (M3), Putucuni Pata (M4) y Pakachi (M5). Los resultados mostraron concentraciones de arsénico superiores al límite permitido (0.01 mg/L) en M1, M2 y M5 —con valores de 0.01787, 0.01065 y 0.01558 mg/L respectivamente—, mientras que en M3 y M4 se registraron niveles inferiores (0.00531 y 0.00867 mg/L), por lo que solo estos dos puntos fueron considerados aptos para el consumo humano. sin tratamiento.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, distrito de Ayapata-Carabaya en el año 2025

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata - Carabaya 2025
- Evaluar la calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025
- Evaluar la calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. DERECHO HUMANO Y ACCESO AL AGUA POTABLE

El acceso al agua potable no se limita únicamente a la disponibilidad del recurso hídrico, sino que constituye un derecho humano fundamental reconocido internacionalmente y ratificado en la Constitución Política del Perú (Artículo 7-A). Este derecho implica cinco dimensiones clave: disponibilidad, calidad, accesibilidad física, asequibilidad y aceptabilidad, garantizar este derecho es la base para el desarrollo socioeconómico, ya que reduce la brecha de desigualdad y pobreza. En el contexto de la ingeniería, esto obliga a diseñar sistemas que no solo transportan agua, sino que aseguren su potabilidad continua conforme a los estándares de salud pública, garantizando bienestar y equidad en la sociedad. (Jiménez, 2025)

2.1.2. GESTIÓN COMUNAL Y EL ROL DE LA JASS

En el ámbito rural peruano, la administración de los servicios de saneamiento recae en las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). Estas organizaciones comunitarias, reconocidas por la municipalidad local, son responsables de la operación, mantenimiento y administración de los sistemas. Estas organizaciones representan el elemento clave en la organización social, pues su gestión abarca desde la recaudación de la cuota familiar hasta la cloración del agua, promoviendo la sostenibilidad por medio de la participación comunitaria activa (Quispe, 2021).

2.1.3. COBERTURA Y BRECHAS DE SERVICIO EN ZONAS RURALES

A pesar de los avances en infraestructura, existe una disparidad significativa entre el acceso nominal (tener una conexión) y el acceso efectivo a agua segura (agua clorada y continua). Las diferencias permanecen evidentes entre el contexto urbano y rural; mientras las zonas urbanas gozan de tratamiento convencional, miles de familias rurales dependen de captaciones, manantiales o ríos sin el tratamiento correspondiente. Esta brecha técnica se traduce en sistemas que colapsan prematuramente o que suministran agua entubada no apta para consumo (Huaman & Ortega, 2024)

2.1.4. PARAMETRIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA RURAL

La caracterización del agua requiere el análisis preciso de indicadores organolépticos, físicos y químicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA). El monitoreo de indicadores como pH, turbidez, conductividad, concentración de sólidos disueltos, dureza, cloruros y metales pesados es indispensable para garantizar la calidad, asegurando que el recurso sea químicamente seguro para la fisiología humana y no presente características de rechazo por parte de los usuarios (Vargas & Álvarez, 2016).

2.1.5. CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA Y RIESGOS SANITARIOS

El riesgo más inmediato en sistemas rurales es la contaminación biológica. La presencia de bacterias coliformes indica contaminación ambiental, pero la detección de *Escherichia coli* y coliformes termotolerantes confirma contaminación fecal reciente, lo cual representa un peligro directo para la salud. La detección de estos microorganismos es el principal indicador de riesgo sanitario, siendo las comunidades rurales altamente vulnerables a la contaminación fecal debido a deficiencias en el saneamiento básico y la protección de fuentes (Vargas & Álvarez, 2016)

2.1.6. MONITOREO, VIGILANCIA Y TECNOLOGÍA EN CALIDAD DE AGUA.

Es fundamental distinguir entre el control operativo y la vigilancia sanitaria. El control regular y el uso de tecnologías emergentes como sensores, telemetría o pruebas rápidas permiten mejorar la seguridad del servicio ante variaciones estacionales o accidentes de contaminación. Estas herramientas facilitan la detección temprana de fallas en la cloración o cambios bruscos de turbidez, permitiendo una gestión preventiva y una respuesta rápida de los operadores (Conejeros et al., 2021)

2.1.7. PARTICIPACIÓN Y EMPODERAMIENTO SOCIAL

La infraestructura hidráulica por sí sola no garantiza el servicio; se requiere el fortalecimiento del capital social. El involucramiento de usuarios en la toma de decisiones, la capacitación técnica de los directivos de la JASS y las campañas educativas continuas son claves para la sostenibilidad y el uso responsable de los sistemas de agua rural, asegurando que la comunidad se apropie del proyecto y cumpla con sus obligaciones tarifarias (Cabrera & Cabrera, 2024)

2.1.8. EDUCACIÓN SANITARIA Y CULTURA DE HIGIENE.

La ingeniería sanitaria debe complementarse con la educación para modificar conductas de riesgo dentro del hogar. La promoción de conductas adecuadas en el almacenamiento, manipulación y uso del agua reduce los riesgos sanitarios intradomiciliarios y potencia la eficacia de la desinfección doméstica y comunitaria, cerrando el ciclo de seguridad del agua desde la captación hasta el vaso del consumidor (Monja, 2021)

2.1.9. INNOVACIÓN TÉCNICA Y MODELOS DE GESTIÓN.

Ante las limitaciones de los modelos tradicionales, surgen nuevas estrategias de intervención. La introducción de mejoras tecnológicas, el fortalecimiento institucional de la JASS y la articulación con las Áreas Técnicas Municipales han demostrado ser estrategias efectivas en proyectos piloto rurales. Estos modelos buscan profesionalizar la gestión comunitaria y

adaptar las soluciones técnicas a las capacidades operativas reales de la población (Chumioque, 2022)

2.1.10. INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN REDES RURALES

La vida útil de un sistema de agua potable depende directamente de su operación y mantenimiento. El estado y antigüedad de las redes, así como la frecuencia de mantenimiento preventivo (limpieza y desinfección), determinan la continuidad y calidad del servicio, enfrentando desafíos particulares en contextos altoandinos donde factores climáticos y geográficos aceleran el deterioro de las instalaciones (Siesquen, 2019).

2.1.11. PROTECCIÓN DE FUENTES Y GESTIÓN DE CUENCAS

La calidad del agua comienza en la conservación del entorno de captación. La protección de microcuencas, la reforestación con especies nativas y el control de vertimientos aguas arriba constituyen acciones fundamentales para garantizar la sostenibilidad hídrica en zonas rurales, asegurando que la fuente se mantenga libre de contaminantes y con un caudal suficiente para la demanda futura (Conejeros et al., 2021).

2.1.12. IMPACTO DE LA MALA CALIDAD EN LA SALUD Y EL DESARROLLO

Existe una correlación directa e indiscutible entre el agua segura y la salud pública. El consumo de agua no apta está íntimamente relacionado con padecimientos gastrointestinales, parasitosis, desnutrición crónica y elevados costos sociales y económicos, afectando principalmente a la población infantil y a las localidades dispersas con menor acceso a servicios de salud (Quispe, 2025).

2.1.13. DESAFÍOS ECONÓMICOS Y SOSTENIBILIDAD FINANCIERA

La viabilidad a largo plazo de los servicios rurales depende de su equilibrio económico. Solo aquellos sistemas con tarifas adecuadas (cuota familiar técnica), evaluación eficiente del gasto y una gestión transparente de los recursos lograrán mantener operaciones sostenibles, adquirir insumos de cloración y renovar la infraestructura crítica cuando sea necesario (Monja, 2021).

2.2. MARCO NORMATIVO:

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA)

Establece los parámetros y límites máximos aceptables tanto para indicadores fisicoquímicos como microbiológicos del agua dirigido al consumo poblacional , abarcando entornos rurales y urbanos, obligando a la JASS a garantizar su regulación y control.

Ley de Recursos Hídricos N.º 29338

Reconoce el acceso a agua de calidad como un derecho básico , regulando su utilización y priorizando las necesidades de las personas, así como la protección de fuentes y la sostenibilidad de los recursos a nivel nacional.

Ley Marco de Saneamiento (Decreto Legislativo N.º 1280 y TUO DS N.º 001-2025-VIVIENDA)

Regular la provisión segura y sostenible del servicio de agua, estableciendo la responsabilidad de la JASS de asegurar la continuidad, la calidad y el acceso adecuado a dicho servicio en el entorno rural.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, no cumple con los parámetros del DS N° 004-2017-MINAM, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025
- La calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025

- La calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO}

El estudio se desarrollará en la jurisdicción de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Churquinuyo, ubicada en el distrito de Ayapata, provincia de Carabaya, región Puno, caracterizada por su ubicación altoandina y el abastecimiento comunitario de agua mediante captaciones y reservorios gestionados por la JASS.

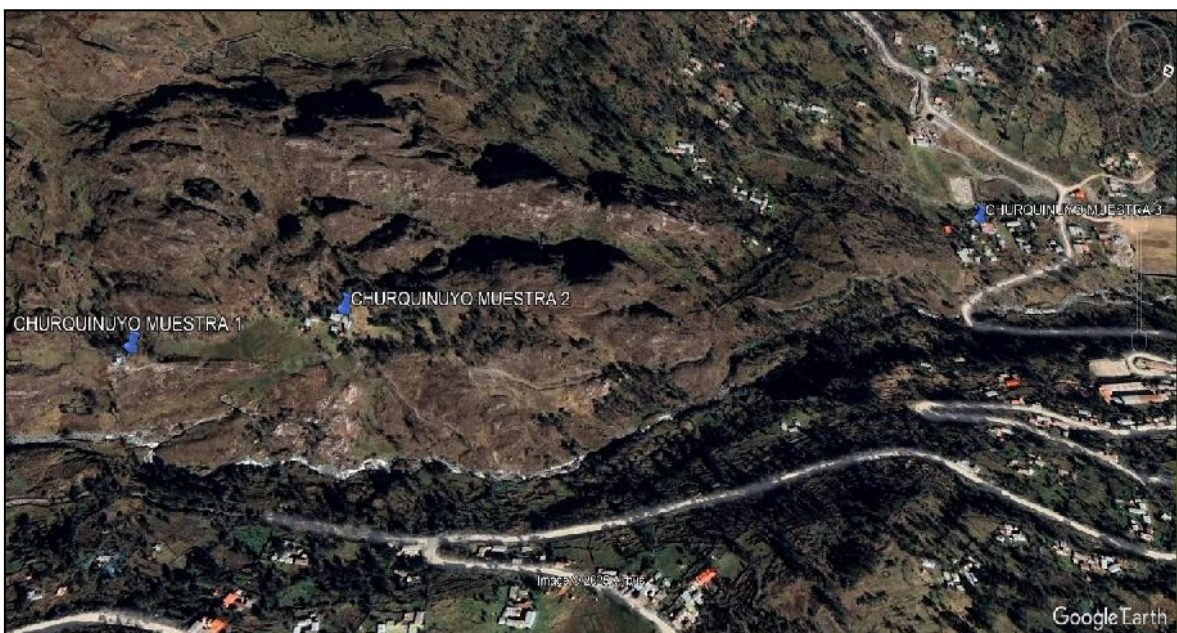


Figura 01: Zona de estudio

Fuente: Google Earth

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Población:

La población de este estudio está conformada por todo el sistema de abastecimiento de agua: fuente, reservorio, primera vivienda y última vivienda y los usuarios son en total 150.

Muestra:

La muestra estuvo representada por el sistema de abastecimiento de agua: Reservorio, primera vivienda y última vivienda.

Tabla 01: Puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS UTM
P1 Reservorio	19L 13°46'24.38"S 70°19'24.29"O
P2 Primera vivienda	19L 13°46'26.25"S 70°19'25.58"O
P3 Última vivienda	19L 13°46'31.52"S 70°19'42.99"O

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Diseño: No experimental.

Tipo: Descriptivo transversal.

Enfoque: Cuantitativo.

Método: Deductivo-analítico.

Materiales: Botellas de muestreo estériles, etiquetas, guantes, fichas de campo y equipo de transporte.

- **DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Objetivo específico N° 01: Evaluar la calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

Para determinar los valores de los principales parámetros fisicoquímicos del agua distribuida por la JASS Churquinuyo, se recopilaron muestras directamente del reservorio principal en condiciones de operación normal. Los parámetros analizados incluyeron pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, temperatura, color, dureza y cloro residual, siguiendo los métodos establecidos por la normativa nacional peruana (DS N° 004-2017-MINAM). Las mediciones de pH, turbidez y conductividad se realizaron in situ con equipos portátiles, mientras que los demás análisis se completaron en un laboratorio certificado aplicando estándares reconocidos para agua potable.

Objetivo específico N° 02: Evaluar la calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025.

Para analizar la concentración de coliformes totales y termotolerantes, así como otros indicadores microbiológicos, se tomó una serie de muestras del reservorio en envases estériles, respetando tiempos y condiciones de transporte óptimos. La cuantificación de coliformes se realizó utilizando técnicas de NMP (Número Más Probable) o filtración por membrana, según el protocolo de la DIGESA y la OMS. Los resultados fueron contrastados con los límites máximos permisibles nacionales para determinar la aptitud o riesgo sanitario del agua suministrada por la JASS.

Objetivo específico N° 03: Evaluar la calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025.

El procedimiento para este objetivo consistió en recolectar muestras de agua tanto del reservorio principal como de diversos puntos de distribución bajo condiciones estándar de operación, conservandolos en envases apropiados y bajo refrigeración para asegurar la integridad de los parámetros inorgánicos; posteriormente, estas muestras fueron enviadas a un laboratorio certificado, donde se analizaron metales como arsénico, plomo, cadmio,

mercurio, cobre y zinc, así como nitratos, nitritos, sulfatos y fosfatos, siguiendo la normativa nacional vigente (DS N° 004-2017-MINAM) y protocolos internacionales para agua potable. Finalmente, los resultados obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles establecidos, con el objetivo de identificar posibles riesgos sanitarios asociados a la presencia de contaminantes inorgánicos en el agua suministrada por la JASS.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02: Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador	Escala de medición
VI: Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos	Fisicoquímica	pH, turbidez, conductividad, sólidos disueltos, dureza,	Escala nominal (cumple/ no cumple)
	Microbiológica	temperatura, color, cloro residual	
VD: Calidad del agua	Inorgánicos	Coliformes totales y termotolerantes, bacterias heterotróficas	Nominal (cumple/ no cumple)
	Calidad	Arsénico, cadmio,	
VD: Calidad del agua	Disponibilidad	cobre, cromo, mercurio,	
	Accesibilidad	plomo	
		Fisicoquímico	
		Microbiológico	
		Inorgánico	

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos obtenidos en laboratorio, se utilizó estadística descriptiva.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos fueron organizados en tablas comparativas utilizando el software Microsoft Excel.

Se calcularon frecuencias y porcentajes para determinar el cumplimiento o incumplimiento de cada parámetro según lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA), que establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable. Adicionalmente, se contrastaron los resultados con el D.S. N° 004-2017-MINAM (ECA para Agua, Categoría 1, Subcategoría A1), mencionado en la hipótesis, para evaluar la calidad de la fuente superficial. El análisis consistió en una comparación directa de los valores obtenidos en los tres puntos de muestreo (P1, P2, P3) frente a los valores normativos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA - CARABAYA 2025.

A continuación, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de las tres muestras tomadas el 23 de octubre de 2025 y recibidas en el laboratorio el 24 de octubre de 2025. Los resultados se analizan en función de los objetivos específicos.

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos en los tres puntos de muestreo (P1: Reservorio, P2: Primera vivienda, P3: Última vivienda) y se compararon con el D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 03: Resultados de Parámetros Fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	P1 -	P2 - Primera	P3 - Última	LMP (D.S. N° 031-2010-SA)	Cumplimiento (P1/P2/P3)
		Reservorio (M1)	Vivienda (M2)	Vivienda (M3)		
	U de					
pH	pH	8.6	8.5	8.3	6.5 - 8.5	No / Sí / Sí
Turbidez	NTU	0.36	0.45	0.18	5	Sí / Sí / Sí
Conductividad	µS/cm	130.5	134	129	1500	Sí / Sí / Sí
Sólidos	mg/L	68	70	64	1000	Sí / Sí / Sí

Parámetro	Unidad	P1 -	P2 - Primera	P3 - Última	LMP (D.S. N° 031-2010-SA)	Cumplimiento (P1/P2/P3)
		Reservori o (M1)	Vivienda (M2)	Vivienda (M3)		
Totales						
Disueltos						
(STD)						
	U de					
Color	color	<5	<5	<5	15	Sí / Sí / Sí
Dureza						
Total	mg/L	30.27	61.49	29.28	500	Sí / Sí / Sí
Cloro						
Residual						
Libre	mg/L	<0.02	<0.02	<0.015	0.5 - 5.0	No / No / No

Fuente: Informes de Ensayo N° 7520-2025, 7521-2025, 7522-2025 (Anexos 02, 03 y 04).

Análisis y Discusión: La mayoría de los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa peruana. La turbidez, conductividad, STD, color y dureza no representan un problema para la calidad del agua en ninguno de los tres puntos.

Sin embargo, se identifican dos incumplimientos críticos:

1. pH: El punto P1 (Reservorio) presenta un valor de 8.6, superando el límite máximo de 8.5 establecido por el D.S. N° 031-2010-SA. Esto indica que el agua en el reservorio es ligeramente alcalina. Aunque los puntos P2 y P3 sí cumplen (8.5 y 8.3, respectivamente), el valor en la fuente de distribución está fuera de norma.
2. Cloro Residual Libre: Este es el hallazgo más preocupante. El LMP establece que el agua para consumo humano *debe* contener un mínimo de 0.5 mg/L de cloro residual para garantizar la desinfección y eliminar bacterias y virus en el sistema de distribución. Los

resultados en los tres puntos (P1: <0.02 mg/L, P2: <0.02 mg/L, P3: <0.015 mg/L) muestran una ausencia total de desinfección. Esto significa que la JASS Churquinuyo está suministrando agua cruda (sin tratamiento de cloración) a la población, exponiéndose a un alto riesgo de enfermedades de origen hídrico.

Este hallazgo se alinea significativamente con el antecedente internacional de Cools (2020), quien al investigar la viabilidad de sistemas rurales gestionados de forma comunitaria, determinó cuantitativamente que la desinfección es la etapa más deficiente, reportando que la gran mayoría de comunidades no logran superar el umbral mínimo de protección, presentando concentraciones de cloro residual habitualmente inferiores a 0.1 mg/L. Esta evidencia estadística global valida los resultados obtenidos en la JASS Churquinuyo, donde los valores de <0.02 mg/L en el reservorio y redes demuestran una carencia técnica idéntica. La coincidencia de ambos estudios confirma que la falta de una barrera de desinfección activa superior a 0.5 mg/L constituye la mayor vulnerabilidad sanitaria de los sistemas rurales, dejando a la población expuesta a riesgos microbiológicos inmediatos ante cualquier contaminación externa.

Descripción de cada uno de los parámetros evaluados.

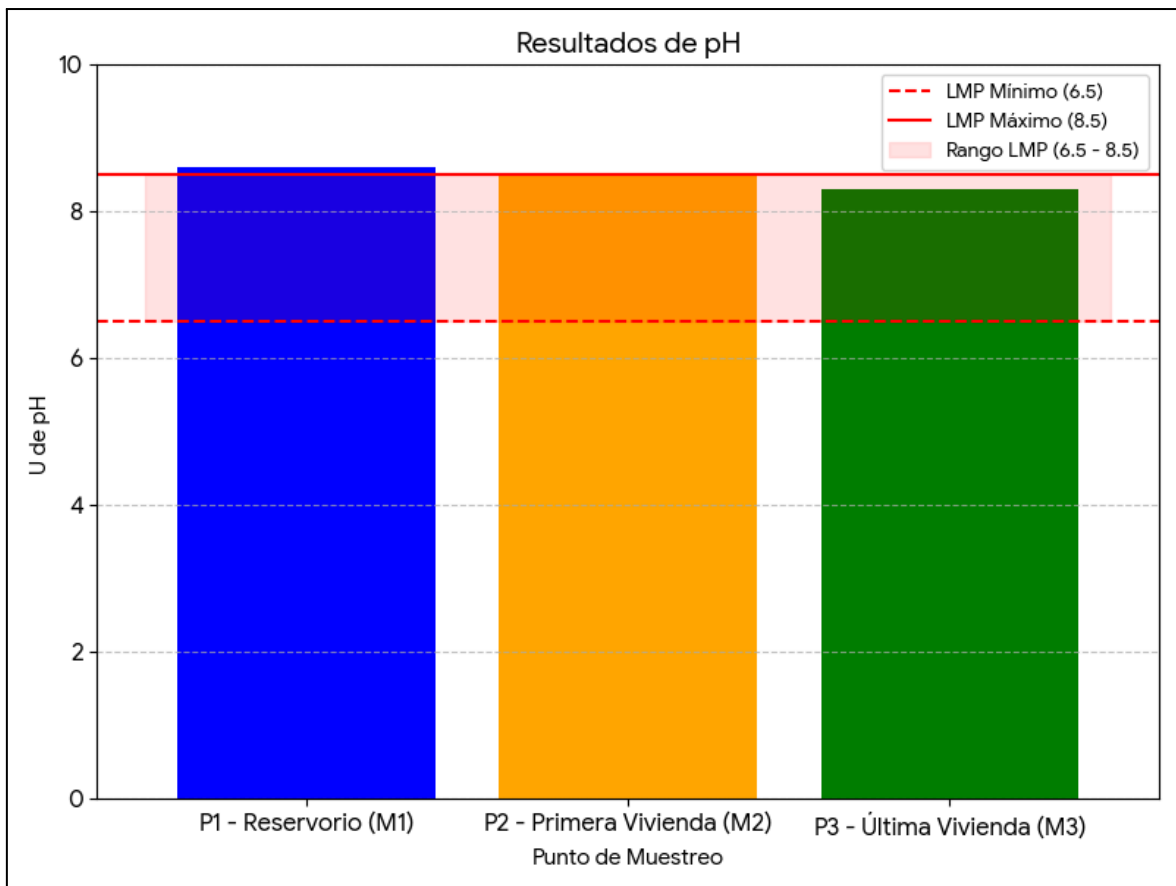


Figura 02: Resultados de pH

La figura 02 de pH muestra los valores en los tres puntos de muestreo (P1, P2 y P3) comparados con el rango del Límite Máximo Permisible (LMP) de 6.5 a 8.5 U de pH. Se observa que los puntos P2 - Primera Vivienda (8.5) y P3 - Última Vivienda (8.3) se encuentran dentro del rango. Sin embargo, el punto P1 - Reservorio (8.6) supera ligeramente el límite máximo. Los resultados de pH en la JASS Churquinuyo indican que, si bien el agua en la red de distribución cumple con la normativa, el agua en el reservorio (P1) presenta una ligera alcalinidad por encima del LMP. Este hallazgo difiere del estudio local de Quispe (2025), quien determinó que en el manantial Orkapata los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron por debajo de los Límites Máximos Permisibles del DS N° 031-2010-SA, evidenciando una estabilidad química que no se cumple totalmente en la presente investigación. Sin embargo, el registro de un valor fuera de norma coincide con el antecedente internacional de Abegaz & Midekssa (2021), quienes reportaron en fuentes rurales protegidas valores de pH que

excedieron el rango neutro de 6.5 a 8.5, lo que valida que las variaciones de pH y la tendencia a la alcalinidad son problemas recurrentes y documentados en la gestión de sistemas rurales.

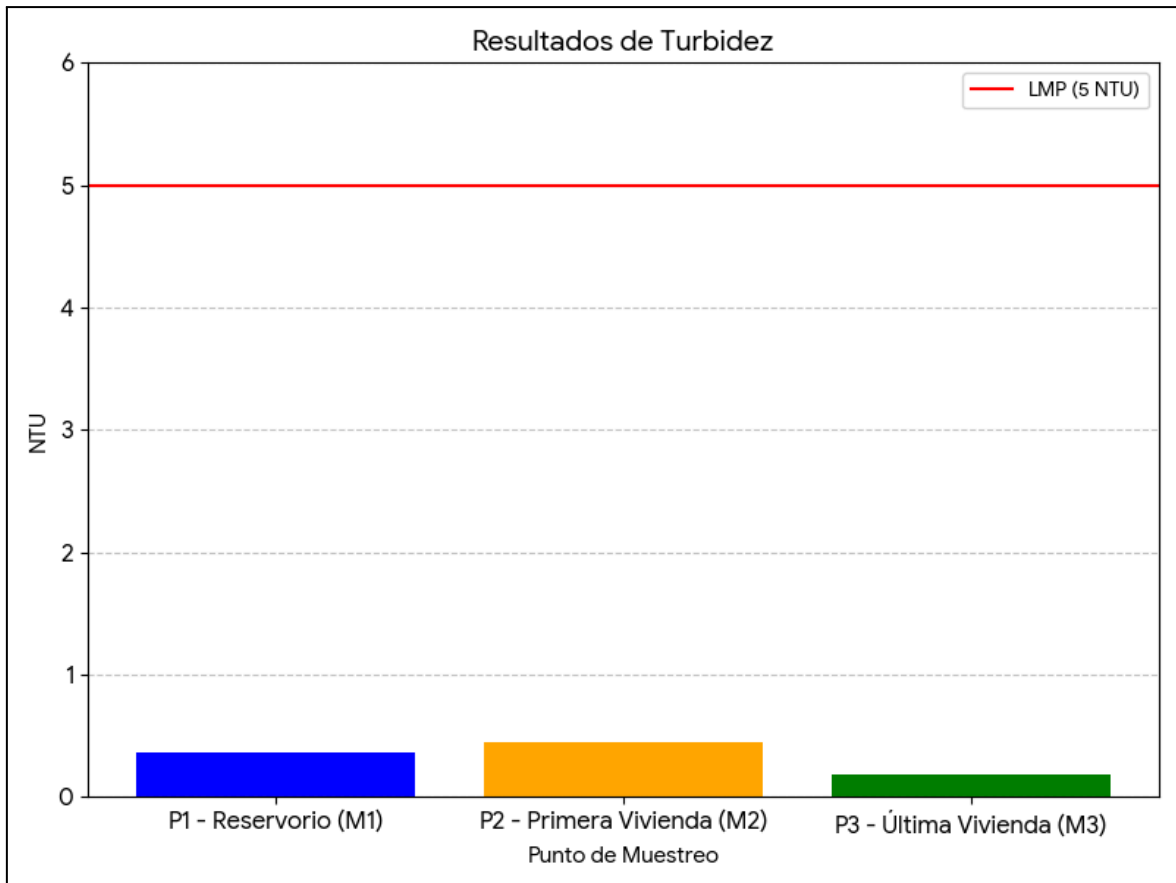


Figura 03: Resultados de turbidez del agua

Esta figura 03 ilustra los niveles de turbidez. Las tres barras, que representan a P1 (0.36 NTU), P2 (0.45 NTU) y P3 (0.18 NTU), se encuentran muy por debajo del Límite Máximo Permissible de 5 NTU (línea roja). Los niveles de turbidez en todo el sistema son óptimos y cumplen holgadamente con la D.S. N° 031-2010-SA. Este es un resultado positivo, ya que la baja turbidez es fundamental para una desinfección eficaz. Este hallazgo es coherente con el antecedente local de Ramirez (2020) realizado en Paucarcolla, cuyos resultados mostraron que los parámetros fisicoquímicos de todas las muestras no excedieron los parámetros de calidad ambiental (ECA), por lo que no representaron peligro inmediato para la salud humana. Asimismo, la estabilidad de estos valores en la red de distribución (P2 y P3) respalda lo

señalado por Ruiz (2019), quien destacó que un diseño hidráulico correcto permite mantener la calidad aceptable durante todo el proceso, desde la fuente hasta la red de distribución, evitando la resuspensión de sedimentos. Ambos estudios confirman que las fuentes subterráneas en la región, cuando están debidamente protegidas, presentan una calidad física superior que facilita su tratamiento.

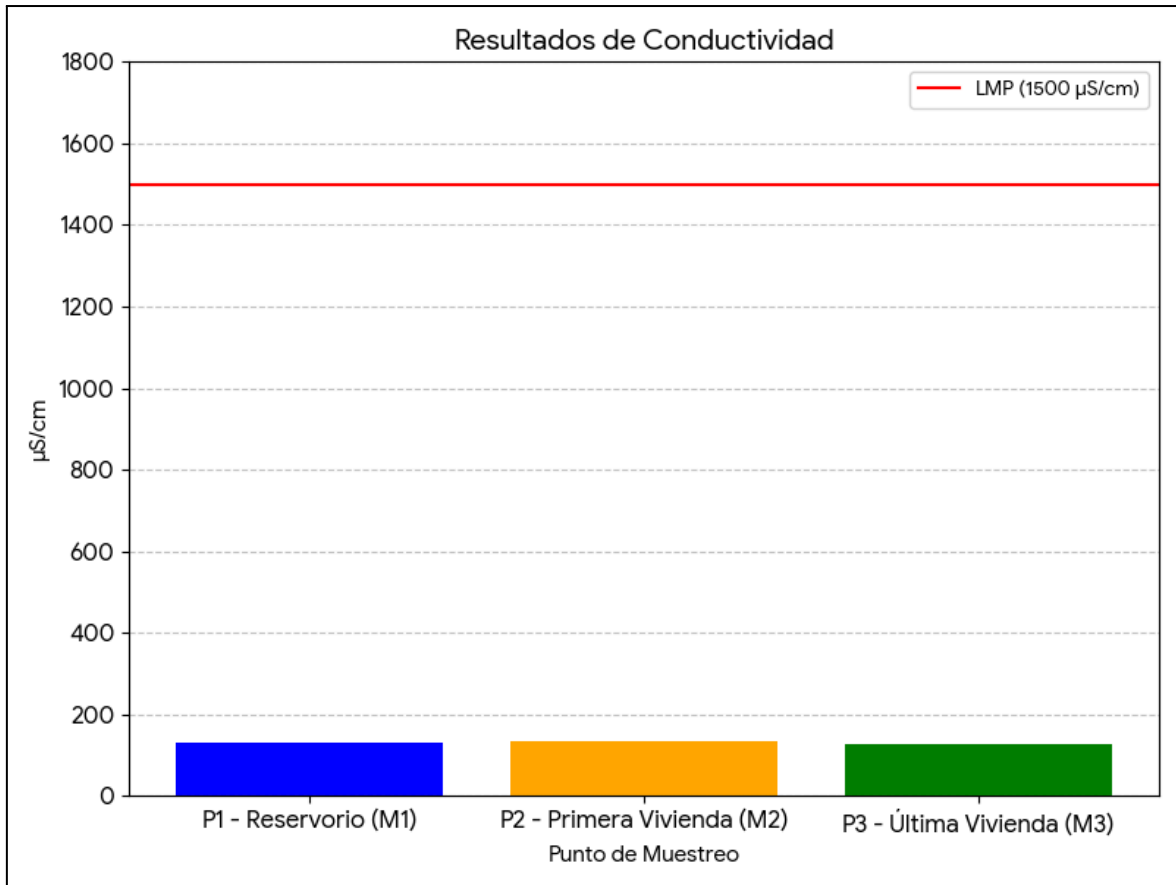


Figura 04: Resultados de Conductividad

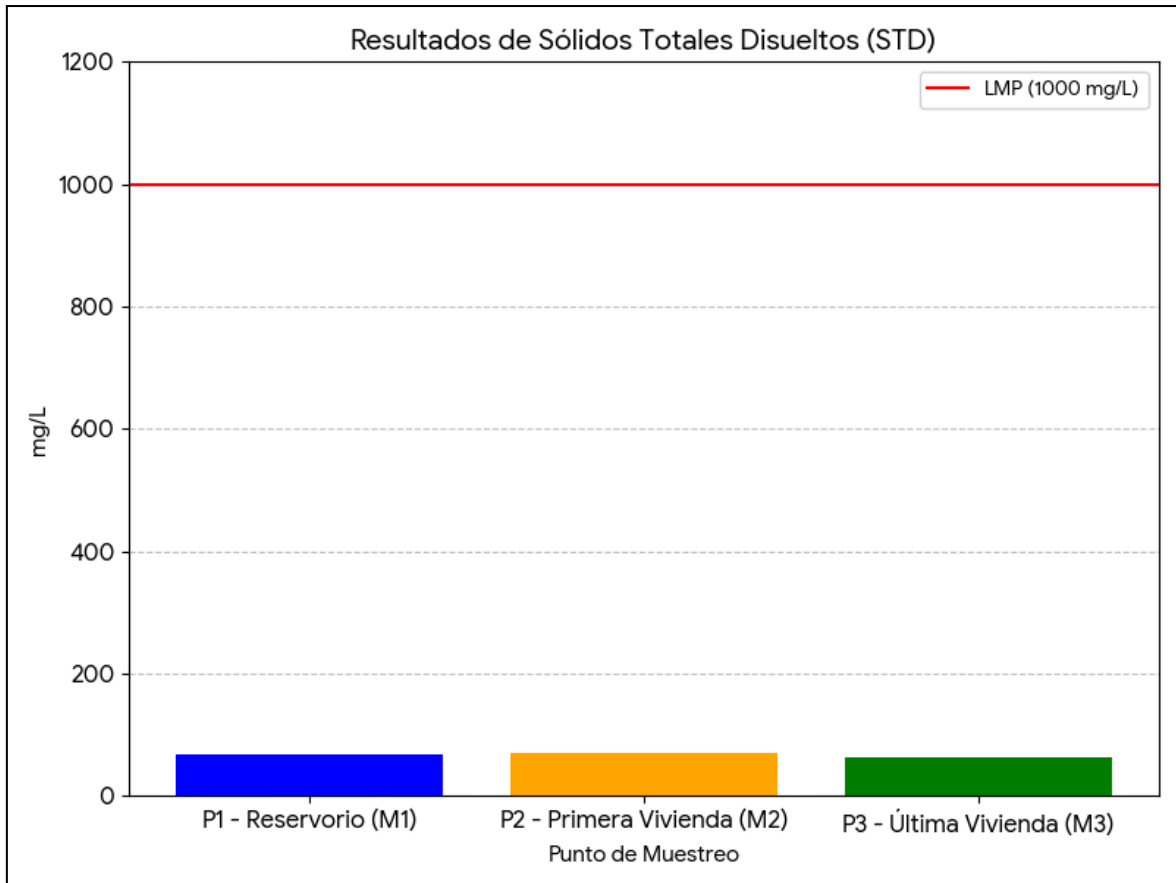


Figura 05: Resultados de Sólidos Totales Disueltos

Parámetros: Conductividad (Figura 04) y Sólidos Totales Disueltos (Figura 05) (STD)

Ambas figuras muestran un comportamiento similar. Los valores de Conductividad (máx. 134 $\mu\text{S/cm}$) están muy por debajo del LMP de 1500 $\mu\text{S/cm}$. Asimismo, los valores de STD (máx. 70 mg/L) son significativamente inferiores al LMP de 1000 mg/L. Los bajos niveles de Conductividad y Sólidos Totales Disueltos indican que el agua de la JASS Churquinuyo tiene una baja mineralización (pocas sales disueltas). Este resultado se alinea perfectamente con el antecedente nacional de González et al. (2023), quienes en su estudio en comunidades rurales de Áncash también "encontró que... las variables fisicoquímicas como total de sólidos disueltos estaban dentro de los parámetros aceptados". Esto refuerza la idea de que, en general, las aguas de manantiales altoandinos suelen cumplir con estos parámetros fisicoquímicos.

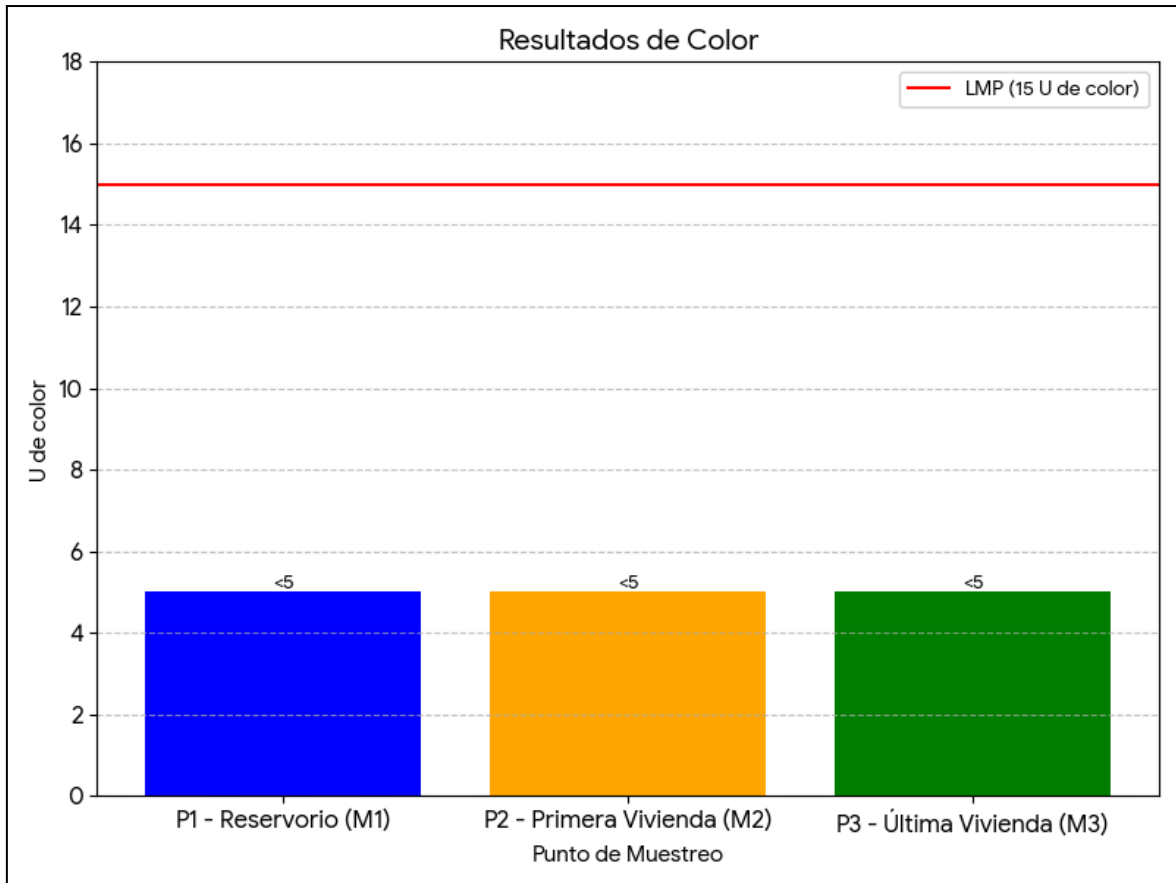


Figura 06: Resultados de parámetro color

La figura 06, de Color muestra que las mediciones en los tres puntos fueron "<5 U de color". Este valor está muy por debajo del LMP de 15 U de color, indicando que el agua es transparente y no presenta coloración aparente. El cumplimiento del parámetro de Color es un indicador positivo de la calidad estética del agua. Este resultado es consistente con los hallazgos de Quispe (2025) en Puno, quien reportó que la mayoría de los parámetros fisicoquímicos del agua (incluido el color) estuvieron dentro de los valores máximos establecidos por la DS N° 031-2010-SA, ratificando que las fuentes subterráneas de la zona suelen presentar buena calidad física. Además, este resultado es relevante al contrastarlo con Vásquez et al. (2021), quienes en su estudio advirtieron que un 35.50% de los usuarios reportó insatisfacción respecto a la calidad del agua debido a factores organolépticos; en el caso de la JASS Churquinuyo, el cumplimiento holgado del parámetro de color (<5 U)

constituye una fortaleza clave para garantizar la aceptabilidad social del recurso por parte de los comuneros, minimizando el rechazo por apariencia visual.

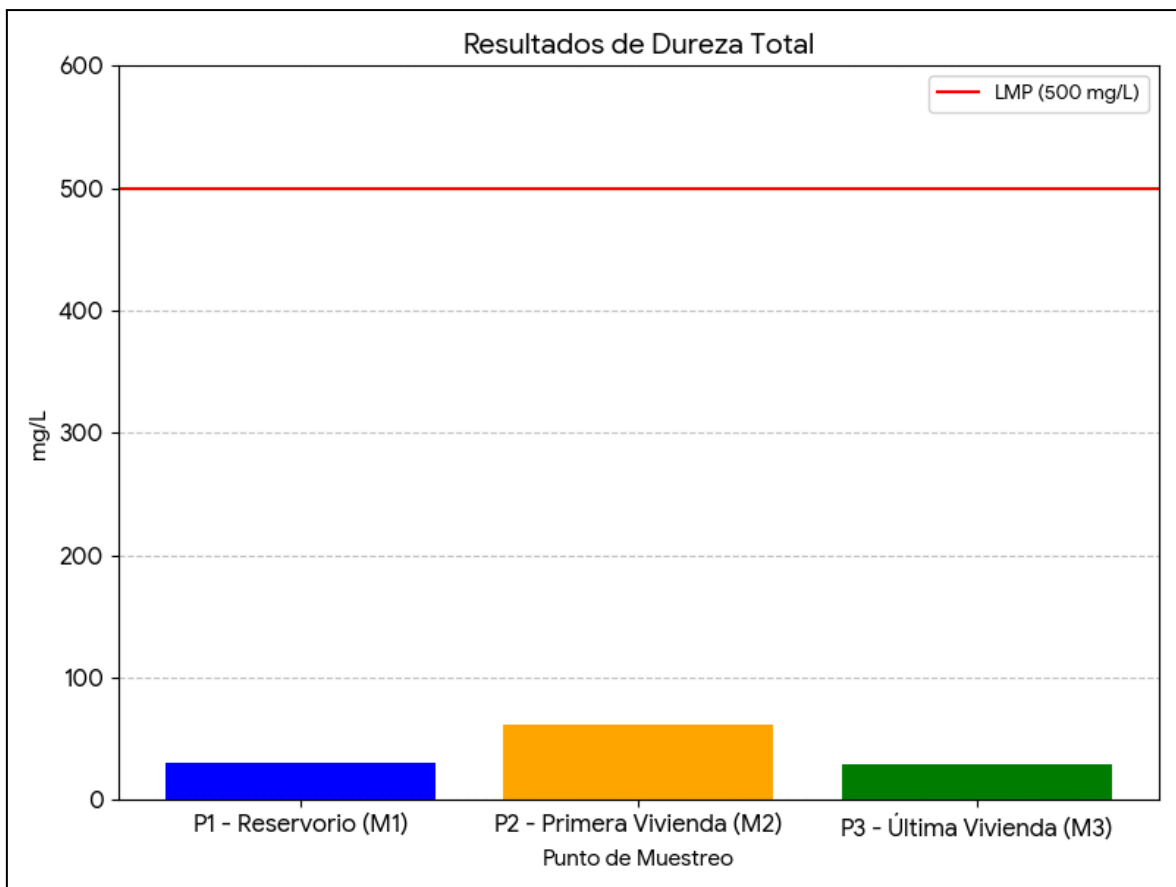


Figura 07: Dureza Total

Esta figura presenta la Dureza Total. Los valores ($P1=30.27$, $P2=61.49$, $P3=29.28$ mg/L) varían entre los puntos, pero todos se encuentran muy por debajo del LMP de 500 mg/L. Los resultados clasifican el agua de la JASS Churquinuyo como "blanda" (P1 y P3) a "moderadamente dura" (P2). Este hallazgo contrasta de manera interesante con el antecedente local de Huaquisto (2024), quien evaluando captaciones en el mismo distrito de Macusani, determinó que se registraron elevadas concentraciones de dureza total y alcalinidad cercanas o superiores a los 500 mg/L, clasificando a sus fuentes como aguas duras con problemas de aceptación por sabor. Esta divergencia evidencia la alta variabilidad geológica de los acuíferos en la provincia de Carabaya; a diferencia de las fuentes estudiadas por Huaquisto que generan riesgo de incrustaciones en la red, la fuente de Churquinuyo

posee características químicas que favorecen la vida útil de la infraestructura sanitaria y facilitan el uso doméstico del recurso (lavado, cocción).

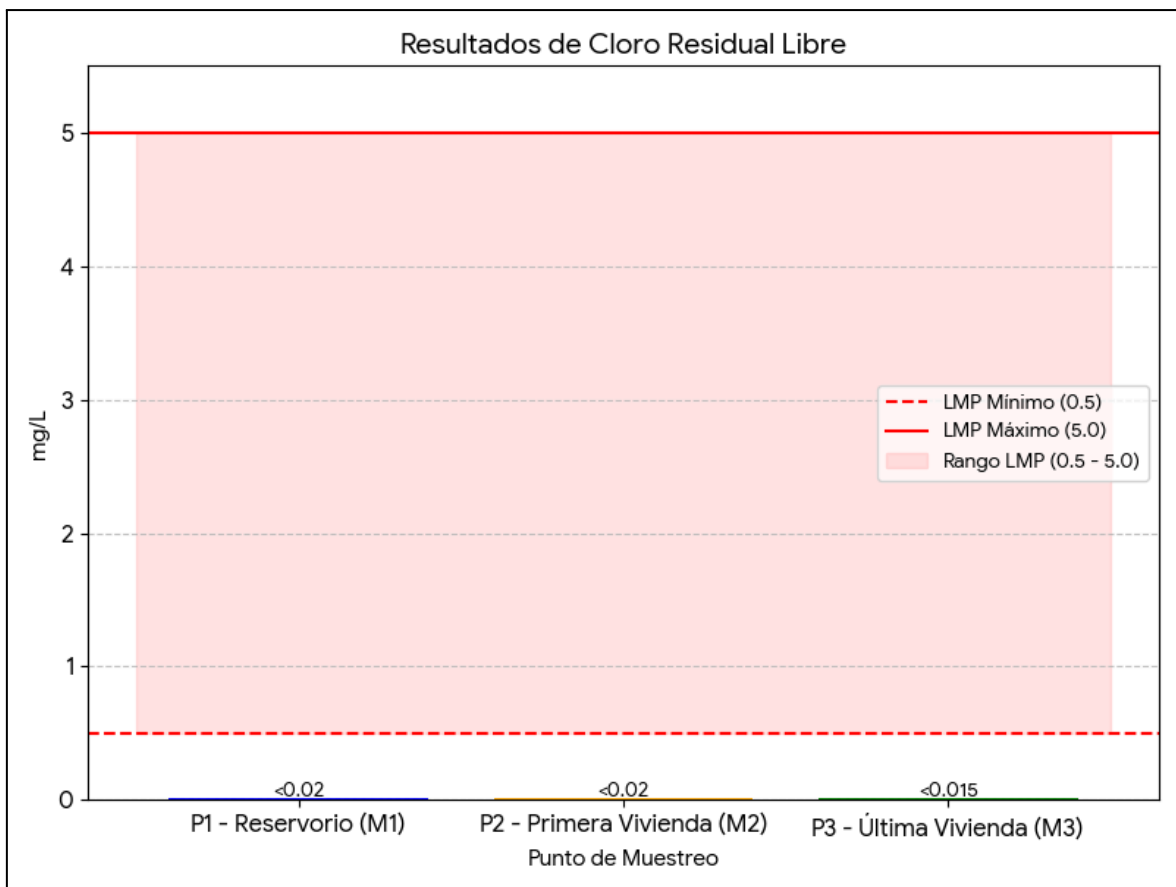


Figura 08: Cloro Residual Libre

Esta figura 08, más crítica del análisis. Muestra que los niveles de Cloro Residual Libre (todos <math><0.02</math> mg/L) en los tres puntos están completamente fuera del rango LMP, que exige un mínimo de 0.5 mg/L para garantizar la desinfección. Las barras de medición son casi invisibles en comparación con el rango de cumplimiento (área sombreada). El incumplimiento total del Cloro Residual Libre es el hallazgo más alarmante y el principal problema de calidad del agua en la JASS Churquinuyo. Demuestra una ausencia total de desinfección en el sistema. Este problema no es aislado y coincide directamente con el antecedente internacional de Cools (2020), cuyos resultados cuantitativos indicaron que la mayoría de las comunidades presentaron concentraciones de cloro residual libre inferiores al rango normativo de 0.5 mg/L, siendo nula en gran parte de los casos, tal como ocurre en el presente estudio.

Asimismo, esta deficiencia operativa coincide con la conclusión nacional de González et al. (2023), quienes ante hallazgos similares en zonas altoandinas, enfatizaron la "urgencia de establecer sistemas de desinfección más eficientes en áreas rurales". Ambos estudios confirman que la falta de sostenibilidad en la cloración es el principal factor de riesgo biológico en los sistemas de abastecimiento rural, invalidando la seguridad del agua aunque los parámetros físicos sean óptimos.

4.2. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA- CARABAYA 2025.

Se evaluó la presencia de coliformes, indicadores de contaminación fecal y riesgo sanitario.

Tabla 04: Resultados de Parámetros Microbiológicos

Parámetro	Unidad	LMP (D.S.)				
		P1 - Reservori o (M1)	P2 - Primera Vivienda (M2)	P3 - Última Vivienda (M3)	N° 031-2010-S A)	Cumplimient o (P1/P2/P3)
Coliformes NMP/100						
Totales	mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	Sí / Sí / Sí
Coliformes						
Termotoler NMP/100						
antes	mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	Sí / Sí / Sí
Escherichi NMP/100						
a coli	mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	Sí / Sí / Sí

Fuente: Informes de Ensayo N° 7520-2025, 7521-2025, 7522-2025 (Anexos 02,03 y 04).

Los resultados de laboratorio para los tres puntos de muestreo reportaron valores de <1.8 NMP/100mL tanto para Coliformes Totales como para Termotolerantes, cifras que

técnicamente cumplen con los Límites Máximos Permisibles (0 NMP/100mL). A primera vista, esto sugeriría una calidad microbiológica aceptable; sin embargo, este hallazgo debe ser discutido bajo un criterio de incertidumbre analítica y riesgo sanitario latente.

Este resultado de "ausencia de coliformes" genera un contraste significativo con el antecedente local de Quispe (2025) en Puno, quien en condiciones similares de fuentes rurales, reportó una carga bacteriana crítica con valores superiores a 1000 NMP/100ml. De igual forma, difiere del estudio nacional de González et al. (2023), quienes encontraron que el 25% de los embalses rurales superaban los límites bacteriológicos. La discrepancia entre estos antecedentes (que hallaron contaminación) y el presente estudio (que no la halló) no debe interpretarse necesariamente como una "mejor calidad" en Churquinuyo, sino que podría atribuirse a limitaciones metodológicas identificadas en el informe de ensayo.

El laboratorio señaló que las muestras excedieron las 8 horas de vida útil antes del análisis. Este retraso provoca el decaimiento natural de las bacterias coliformes, lo que aumenta la probabilidad de obtener un "falso negativo". Sumado a esto, tal como se discutió en la Figura 08, la ausencia total de cloro residual (<0.02 mg/L) alinea al sistema con la problemática descrita por Cools (2020), quien advierte que sin cloración, el sistema es vulnerable. Por lo tanto, aunque el dato numérico reportado cumple la norma, la falta de una barrera química desinfectante (cloro) y la demora en el análisis sugieren que el riesgo microbiológico sigue siendo alto, a pesar de que el muestreo puntual no haya logrado capturar la carga bacteriana viva.

Descripción detallada de los Resultados de Parámetros Microbiológicos:

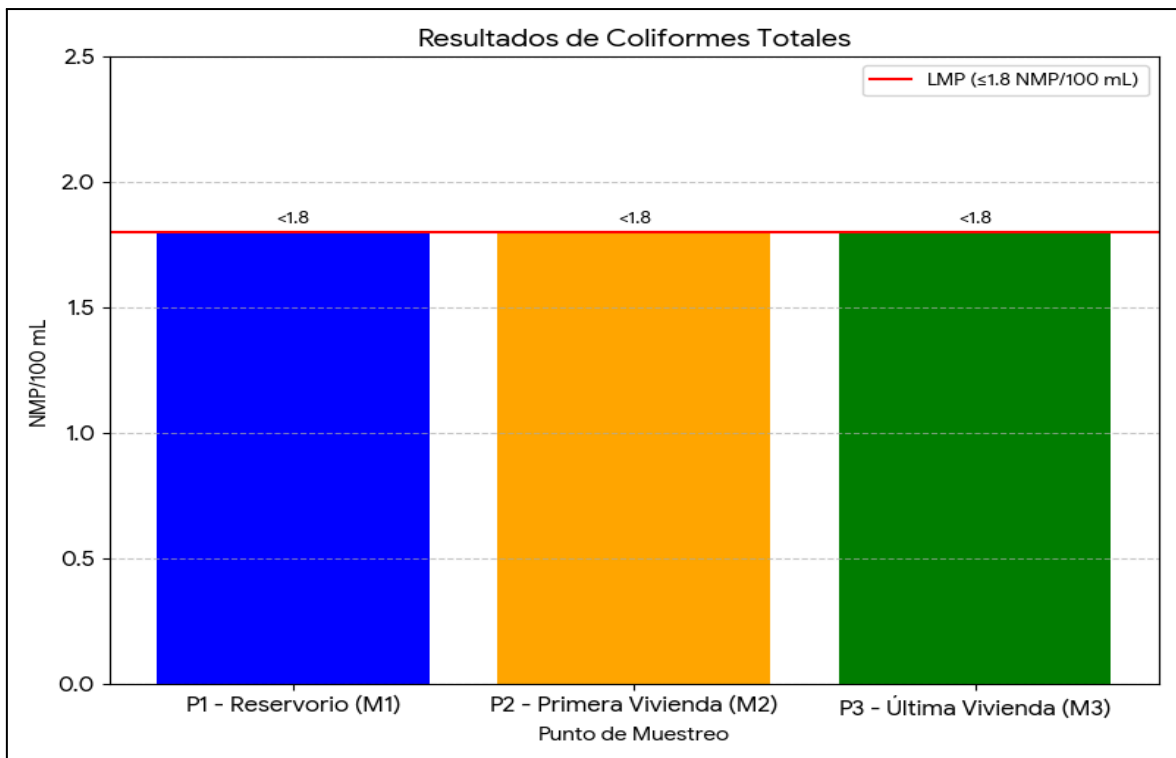


Figura 09: Resultados de Coliformes Totales

Esta figura 09, muestra que los resultados para Coliformes Totales en los tres puntos de muestreo (P1, P2 y P3) fueron "<1.8 NMP/100 mL". Este valor es igual o inferior al Límite Máximo Permissible (LMP) de "<1.8 NMP/100 mL", indicando un cumplimiento total de la normativa para este parámetro. La ausencia de Coliformes Totales es un indicador positivo de la calidad general del agua. Este hallazgo contrasta con los estudios de González et al. (2023) y Quispe (2025), quienes sí detectaron contaminación por coliformes en sus sistemas rurales. Sin embargo, este buen resultado debe observarse con cautela, ya que la Figura 7 (Cloro) mostró una ausencia de desinfección, lo que deja al sistema vulnerable a una futura contaminación.

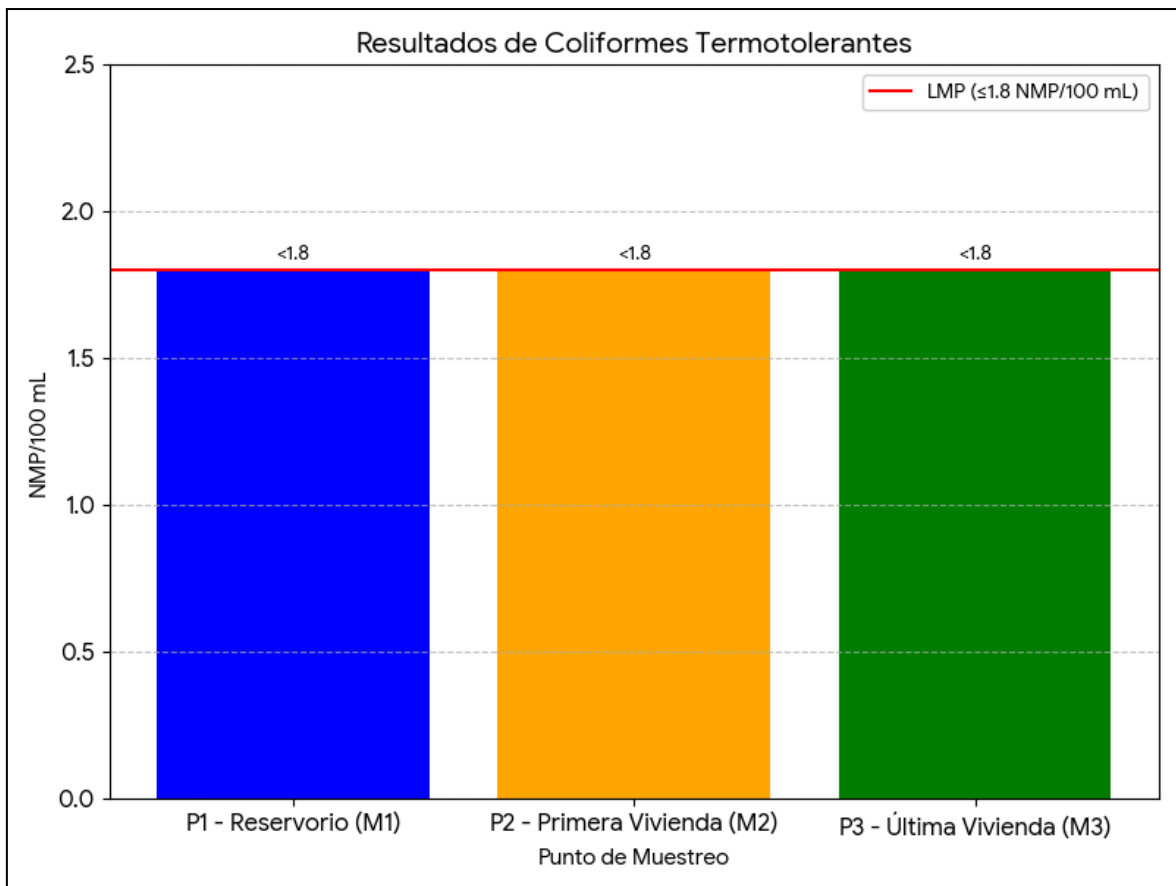


Figura 10: Resultados de Coliformes Termotolerantes

Al igual que la figura anterior 09, esta figura 10 demuestra un cumplimiento total. Los valores en los tres puntos (" <1.8 NMP/100 mL") están por debajo o en el límite de la normativa (" <1.8 NMP/100 mL"), confirmando la ausencia de este tipo de bacterias. Los Coliformes Termotolerantes (o fecales) son un indicador más específico de contaminación proveniente de animales de sangre caliente o humanos. Su ausencia es un resultado excelente y difiere de los hallazgos de Abegaz & Midekssa (2021), quienes en su evaluación de fuentes rurales en Etiopía reportaron una situación crítica donde el 87.5% de las muestras resultaron positivas para coliformes fecales, evidenciando una contaminación generalizada. Si bien los resultados de la JASS Churquinuyo son numéricamente superiores (negativos) a los reportados por Abegaz & Midekssa, la interpretación debe realizarse con cautela. La ausencia de coliformes en una muestra puntual no garantiza la seguridad continua del sistema, especialmente cuando se ha demostrado (Figura 08) que no existe cloro residual. Por tanto, aunque el agua

no presentó contaminación fecal en el análisis, la falta de la barrera de desinfección mantiene al sistema en un estado de alta vulnerabilidad sanitaria ante cualquier evento externo, a diferencia de un sistema clorado que neutraliza dicha carga bacteriana.

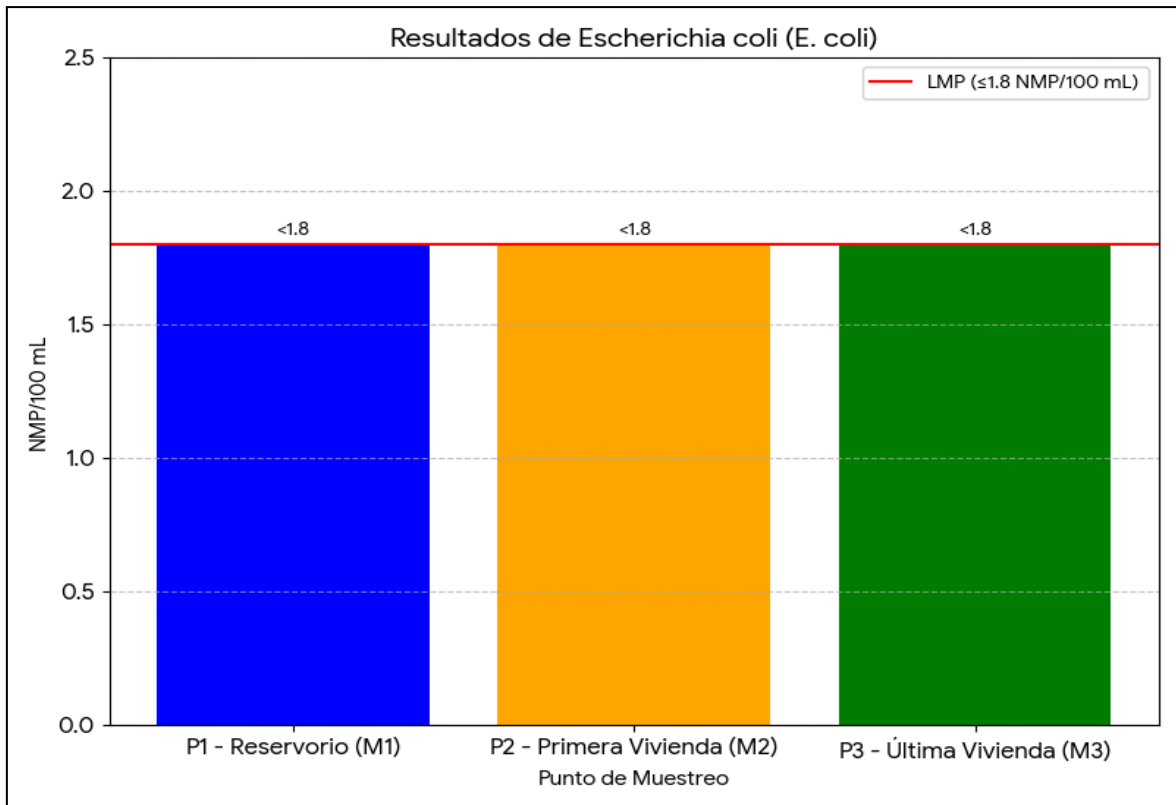


Figura 11: Resultados de Escherichia coli (E. coli)

Esta figura 11, idéntica a las anteriores en sus valores, confirma el cumplimiento total de la normativa. El resultado de "<1.8 NMP/100 mL" en los tres puntos demuestra la ausencia de E. coli en el agua. Este es el hallazgo microbiológico más importante. La E. coli es el indicador definitivo de contaminación fecal reciente y peligrosa. Su ausencia total indica que el agua es microbiológicamente segura en el momento del muestreo. Este resultado es destacable y contrasta fuertemente con numerosos antecedentes de agua rural contaminada. Sin embargo, esta seguridad depende enteramente de la pureza de la fuente, ya que la Figura 7 (Cloro) probó que el sistema no tiene desinfección. El sistema es, por tanto, seguro pero vulnerable. Este resultado favorable marca una diferencia positiva respecto al estudio nacional de González et al. (2023), quienes en comunidades rurales de Áncash detectaron que cuatro de

los dieciséis embalses evaluados no cumplían con los valores máximos permitidos de coliformes fecales, evidenciando la alta prevalencia de este patógeno en zonas altoandinas. Sin embargo, esta "seguridad" aparente en la JASS Churquinuyo no debe interpretarse como una garantía de potabilidad sostenible. Tal como se demostró en la Figura 08, la inexistencia de cloro residual implica que no hay efecto barrera; por lo tanto, aunque la muestra puntual no detectó E. coli, el sistema permanece en un estado de fragilidad sanitaria, donde cualquier evento de contaminación futura llegará inalterado al consumidor, replicando los riesgos descritos en los antecedentes citados.

4.3. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS PARÁMETROS INORGÁNICOS SUMINISTRADOS POR LA JASS CHURQUINUYO DISTRITO DE AYAPATA- CARABAYA 2025.

Se analizaron metales y otros compuestos inorgánicos para determinar su presencia y riesgo.

Tabla 05: Resultados de Parámetros Inorgánicos (Selección Crítica)

Parámetro	Unidad	P2 -			LMP (D.S. N° 031-2010-SA)	Cumplimiento (P1/P2/P3)
		P1 - Reservoirio (M1)	Primera Vivienda (M2)	P3 - Última Vivienda (M3)		
Arsénico						
(As)	mg/L	1.098	176	1.071	0.01	No / Sí / No
Aluminio						
(Al)	mg/L	590	<0.02	535	0.2	Sí / Sí / Sí
Plomo						
(Pb)	mg/L	<0.0002	<0.0003	<0.0005	0.01	Sí / Sí / Sí
Cadmio						
(Cd)	mg/L	<0.00001	<0.00001	<0.00001	3	Sí / Sí / Sí

Parámetro	Unidad	P2 -			LMP (D.S. N° 031-2010-SA)	Cumplimiento (P1/P2/P3)
		P1 - Reservoirio (M1)	Primera Vivienda (M2)	P3 - Última Vivienda (M3)		
Mercurio						
(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	6	Sí / Sí / Sí
Nitratos						
(NO ₃)	mg/L	0.26	2.61	0.32	50	Sí / Sí / Sí
Nitritos						
(NO ₂)	mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	3	Sí / Sí / Sí
Sulfatos						
(SO ₄)	mg/L	12.16	17.48	13.46	250	Sí / Sí / Sí
Cobre						
(Cu)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	2	Sí / Sí / Sí
Zinc (Zn)	mg/L	94	104	102	3	Sí / Sí / Sí

Fuente: Informes de Ensayo N° 7520-2025, 7521-2025, 7522-2025 (Anexos 02, 03 y 04)

Análisis y Discusión: El hallazgo más crítico de toda la investigación se encuentra en este objetivo. El Arsénico (As), un metal pesado altamente tóxico y cancerígeno, supera el Límite Máximo Permissible de 0.01 mg/L en dos de los tres puntos de muestreo.

- El P1 (Reservoirio) arrojó un valor de 0.01098 mg/L.
- El P3 (Última vivienda) arrojó un valor de 0.01071 mg/L.

Esto significa que el agua en el reservorio y la que llega al final de la red de distribución no es apta para consumo humano debido a la contaminación por arsénico. Curiosamente, el punto P2 (Primera vivienda) sí cumple, con un valor de 0.00176 mg/L. Esta variabilidad podría

deberse a la decantación de sólidos en el reservorio (P1) o a la acumulación de sedimentos en las tuberías (P3), aunque la fuente (reservorio) ya presenta el problema.

La presencia de arsénico es común en zonas altoandinas de origen geológico (natural). Sin embargo, su consumo crónico, incluso en bajas concentraciones, está asociado a graves problemas de salud. El resto de parámetros inorgánicos, como plomo, cadmio, mercurio y nitratos, se encuentran muy por debajo de los LMP y no suponen un riesgo.

Este escenario de contaminación química se alinea de manera directa y preocupante con el antecedente local de Quispe (2024), realizado en el distrito de Coata. Dicho estudio también identificó la presencia de arsénico de origen geológico en fuentes subterráneas, cuantificando concentraciones de 0.01787 mg/L, 0.01065 mg/L y 0.01558 mg/L en tres de sus puntos de monitoreo, superando igualmente el estándar nacional. La convergencia de ambos hallazgos en distritos diferentes de la región Puno (Macusani y Coata) sugiere fuertemente que la presencia de arsénico en Churquinuyo no es un evento aislado ni producto de contaminación antropogénica puntual, sino que responde a una característica geogénica regional de los acuíferos altoandinos. Esto valida la hipótesis de que el sistema requiere urgentemente la implementación de tecnologías de remoción de metales, ya que la cloración por sí sola es ineficaz contra este contaminante químico.

Descripción detallada de los resultados de Parámetros Inorgánicos:

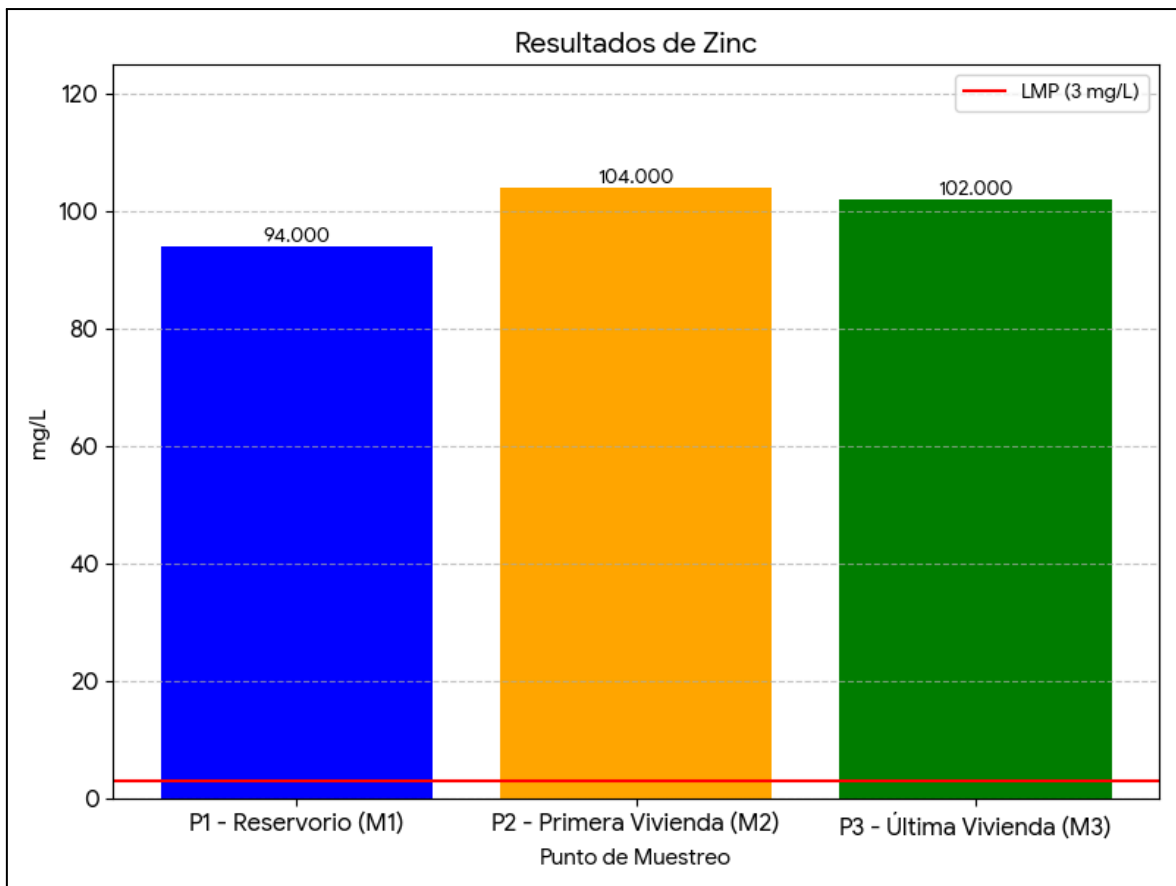


Figura 12: Resultados de Zinc

La figura 12, demuestra un incumplimiento claro y consistente en los tres puntos. Los valores (P1: 94, P2: 104, P3: 102 mg/L) superan más de 30 veces el LMP de 3 mg/L. A diferencia del Arsénico, el Zinc en estos niveles no es altamente tóxico, pero indica una mala calidad del agua. Este hallazgo guarda una estrecha coincidencia con el antecedente internacional de Abegaz & Midekssa (2021), quienes en su evaluación de fuentes rurales protegidas en Etiopía, reportaron específicamente que se controlará que las fuentes protegidas registran mala calidad en zinc, plomo, hierro y manganeso, atribuyendo estos excesos a la naturaleza geoquímica del acuífero y a la interacción con los materiales del sistema. En el caso de la JASS Churquinuyo, la elevada concentración sugiere un doble origen: una fuerte presencia geogénica (mineralización natural de la roca madre) sumada a una probable corrosión activa de la infraestructura metálica (tuberías o accesorios de hierro galvanizado), lo cual libera zinc

al flujo de agua, deteriorando su calidad química muy por encima de los estándares regulatorios.

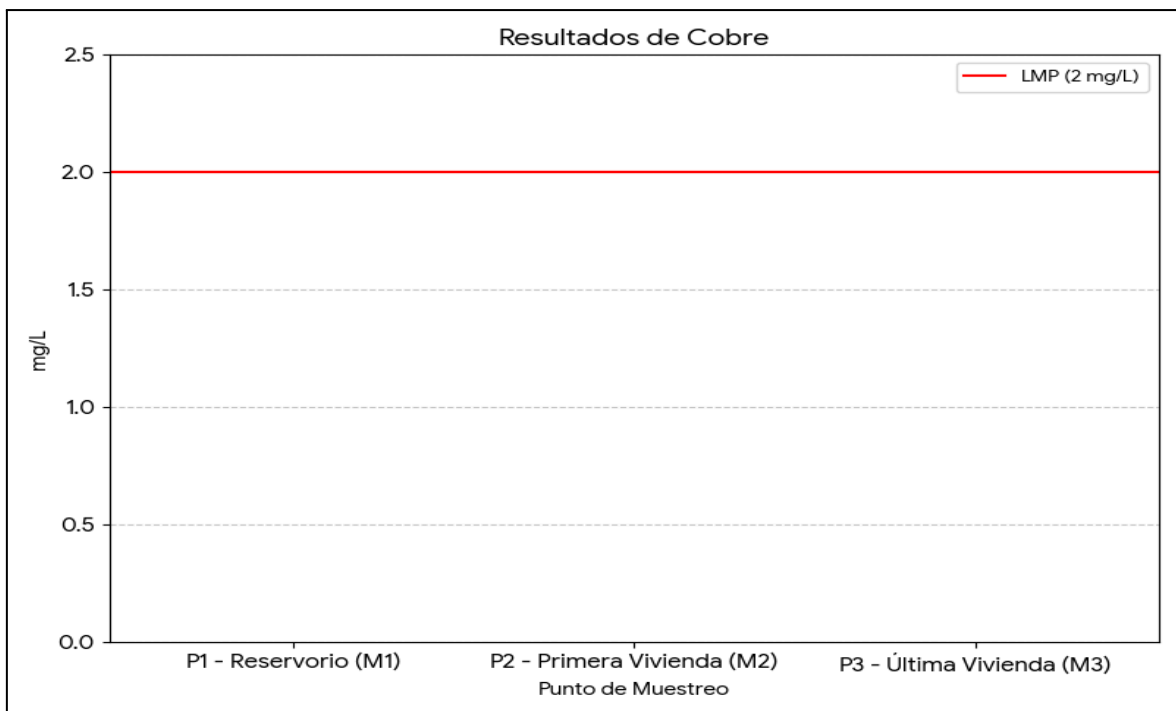


Figura 13: Resultados de Cobre

La Figura 13 demuestra que la concentración de Cobre es prácticamente indetectable en todo el sistema, registrando valores de $<0.001\text{ mg/L}</math> en los tres puntos de monitoreo. Este resultado cumple holgadamente con el Límite Máximo Permisible de $2\text{ mg/L}</math> establecido por la normativa nacional. A diferencia del comportamiento crítico observado en el Zinc (Figura 12), la ausencia de Cobre sugiere que la fuente no atraviesa estratos geológicos cupríferos y, técnicamente, descarta problemas de corrosión en accesorios de bronce o tuberías de este material, si existieran en la red.$$

Este cumplimiento se alinea con la tendencia general descrita por Quispe (2025) en su evaluación local, quien concluyó que la gran mayoría de los parámetros fisicoquímicos del agua (como calcio, magnesio y metales traza) estuvieron dentro de los valores máximos establecidos por la DS N° 031-2010-SA. Esto confirma que la contaminación por metales en la JASS Churquinuyo es selectiva (específica para Arsénico y Zinc) y no generalizada,

permitiendo enfocar las futuras propuestas de tratamiento en la remoción específica de estos contaminantes sin necesidad de sistemas complejos para abatir la carga total de metales.

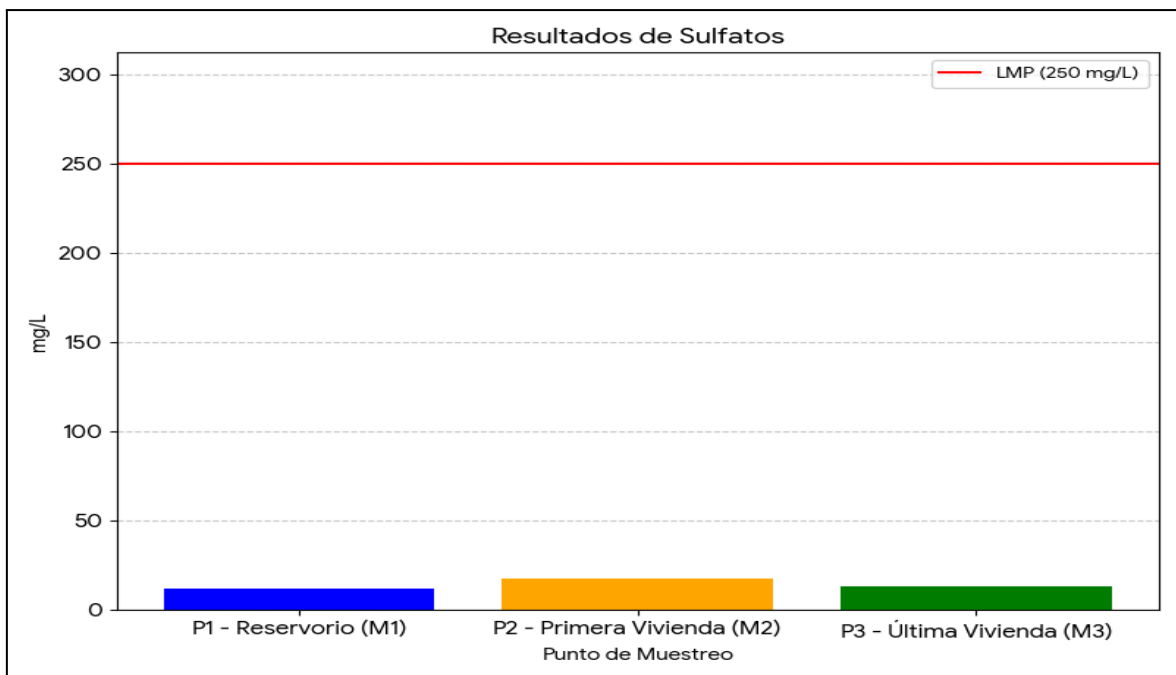


Figura 14: Resultados de Sulfatos

La Figura 14 presenta los niveles de Sulfatos en el sistema, registrando una concentración máxima de 17.48 mg/L en los puntos de muestreo. Este valor se encuentra holgadamente por debajo del Límite Máximo Permissible de 250 mg/L establecido por la normativa vigente, lo que descarta cualquier riesgo de efectos laxantes o corrosión del concreto asociados a altas concentraciones de este anión. Este cumplimiento normativo guarda una estricta consistencia con el antecedente local de Quispe (2025) en la ciudad de Puno, quien en su caracterización del manantial Orkapata también determinó que los parámetros fisicoquímicos del agua (incluyendo cloruros y sulfatos) estuvieron dentro de los valores máximos establecidos por la DS N° 031-2010-SA. La coincidencia entre ambos estudios sugiere que los acuíferos de la región, salvo contaminación minera específica, mantienen una carga baja de sulfatos de origen natural, garantizando la aptitud química del agua en este aspecto específico.

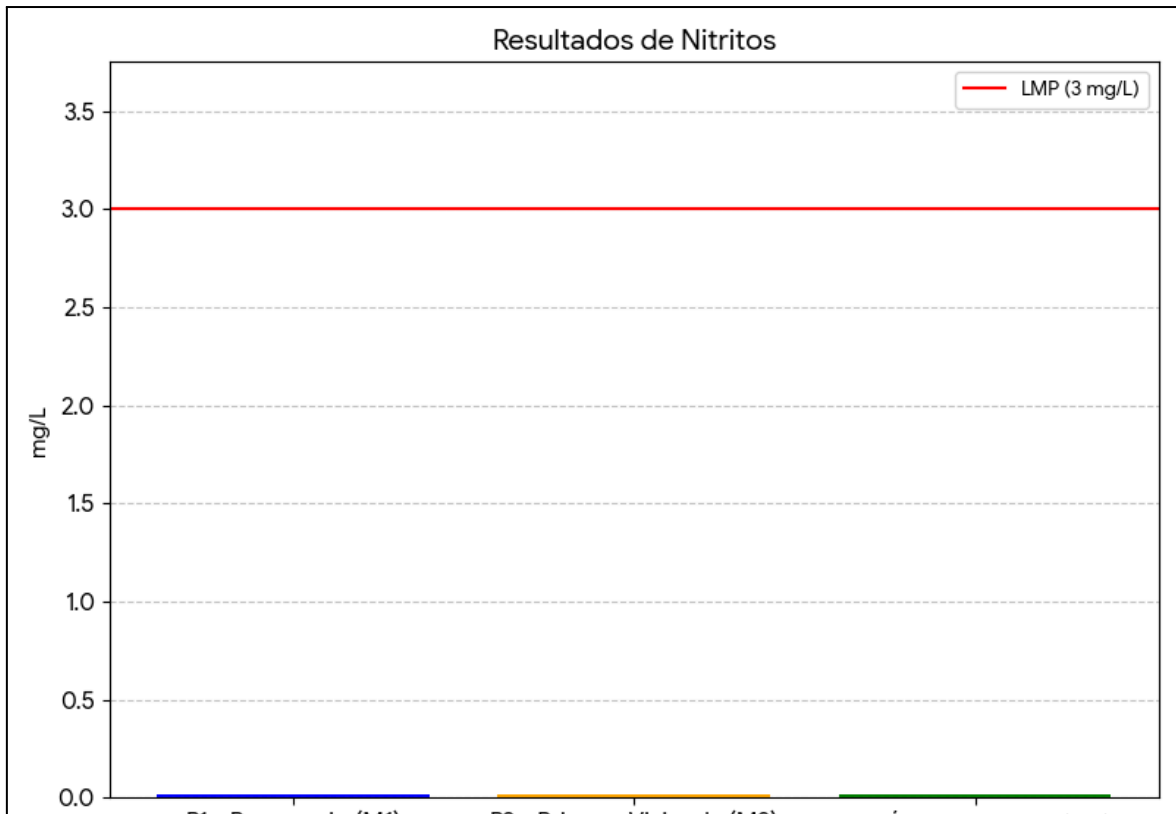


Figura 15: Resultados de Nitritos

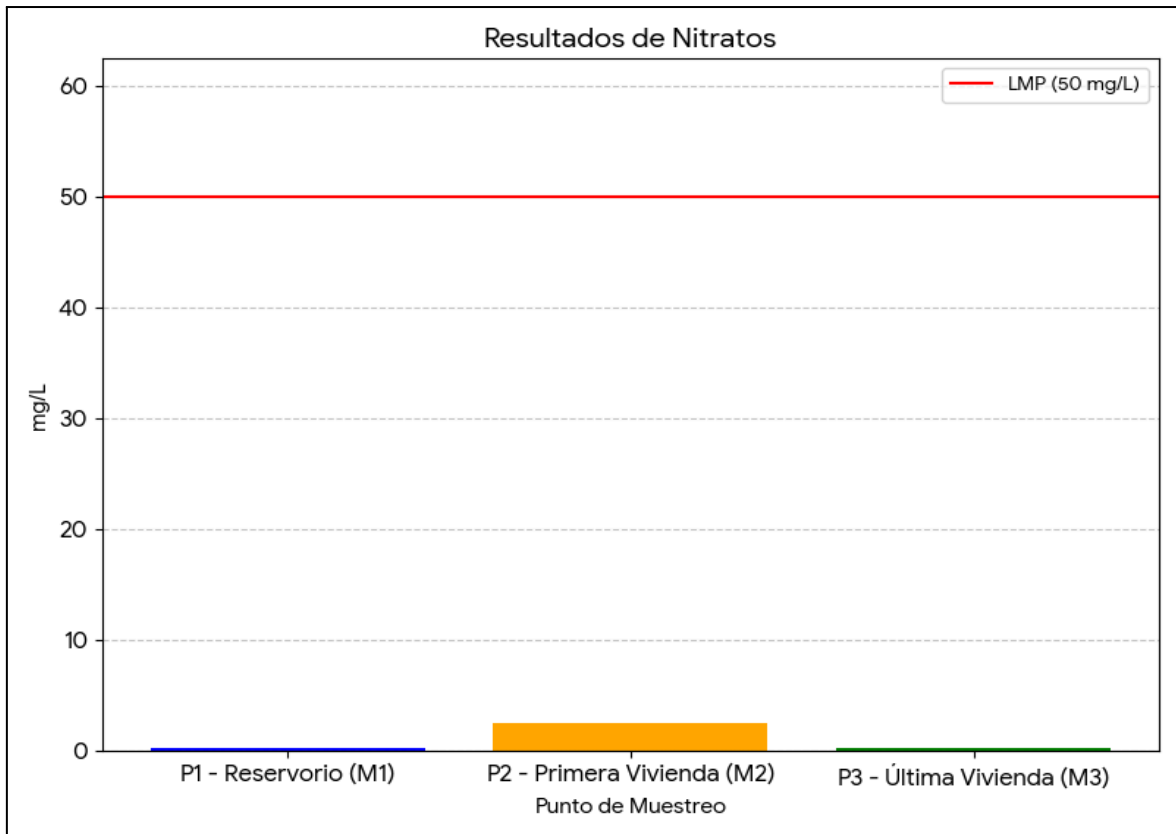


Figura 16: Resultados de Nitratos

Figuras 15 y 16: Nitratos (NO_3) y Nitritos (NO_2)

Las Figuras 15 y 16 presentan el comportamiento de la serie nitrogenada, mostrando un cumplimiento total y holgado de la normativa. Los niveles de Nitratos alcanzaron un máximo de 2.61 mg/L (muy inferior al LMP de 50 mg/L), mientras que los Nitritos resultaron prácticamente indetectables con valores de <math><0.020\text{ mg/L}</math> (LMP de 3 mg/L). Desde el punto de vista sanitario, estos resultados son excelentes indicadores de protección de la fuente, descartando la infiltración de contaminantes agrícolas (fertilizantes) o lixiviados de aguas residuales domésticas recientes en el acuífero. Este hallazgo es consistente con la evaluación local de Quispe (2025), quien en su estudio del manantial Orkapata también reportó que los parámetros fisicoquímicos del agua (incluidos los nitratos) estuvieron dentro de los valores máximos establecidos por la DS N° 031-2010-SA. La coincidencia entre ambos estudios sugiere que la presión antropogénica agrícola sobre las fuentes de agua subterránea en estas

zonas específicas de Puno es baja o está bien atenuada por el suelo, permitiendo que el ciclo del nitrógeno se mantenga en niveles naturales seguros.

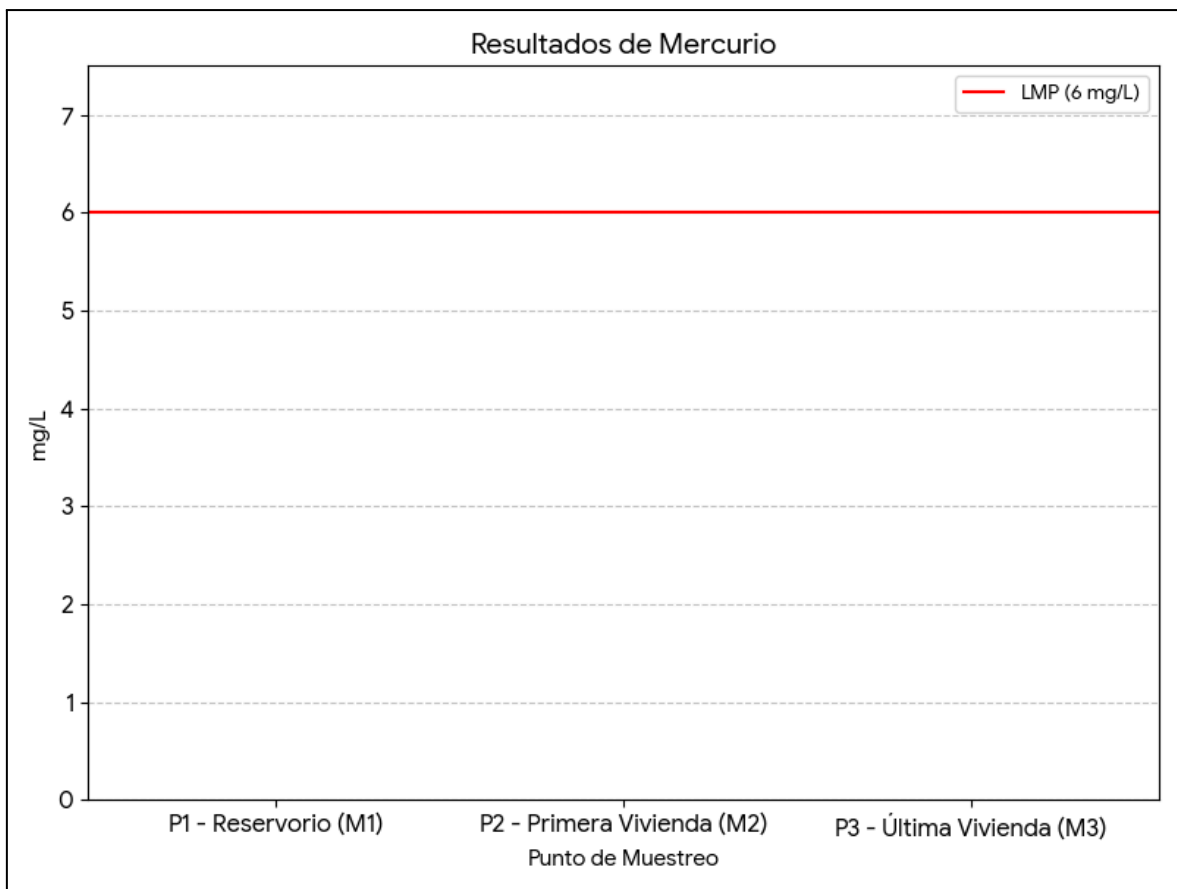


Figura 17: Resultados de Mercurio

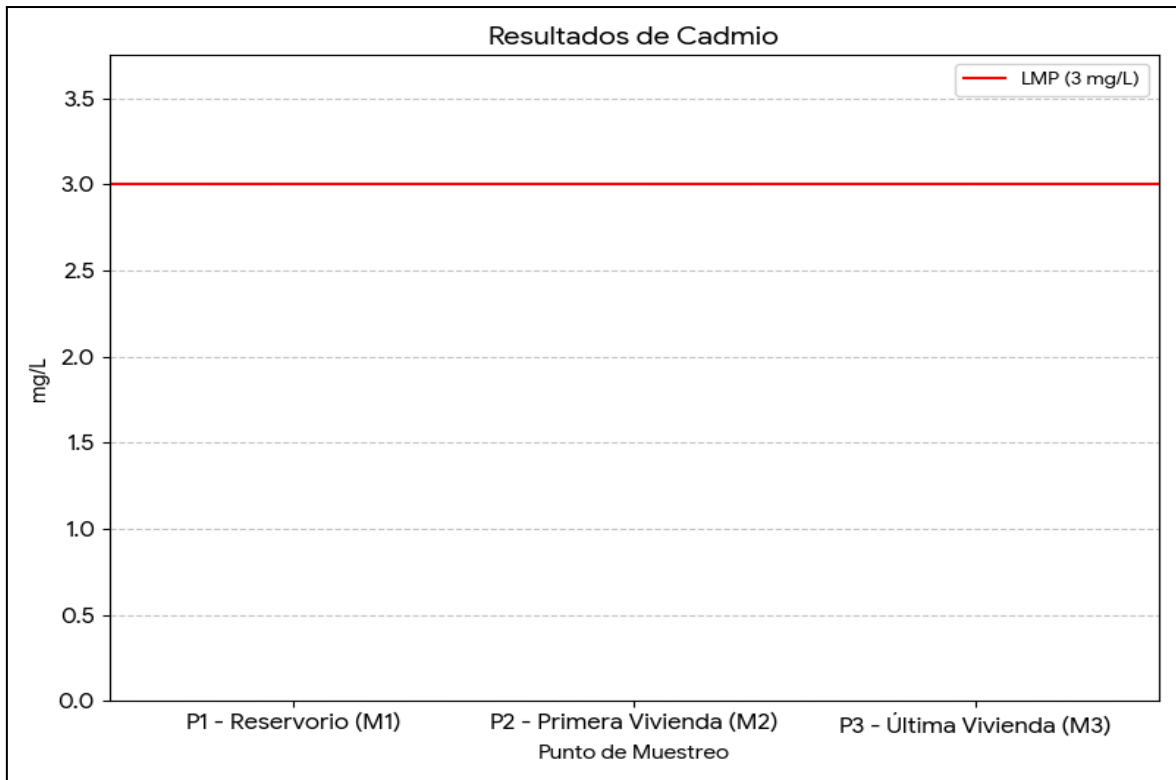


Figura 18: Resultados de Cadmio

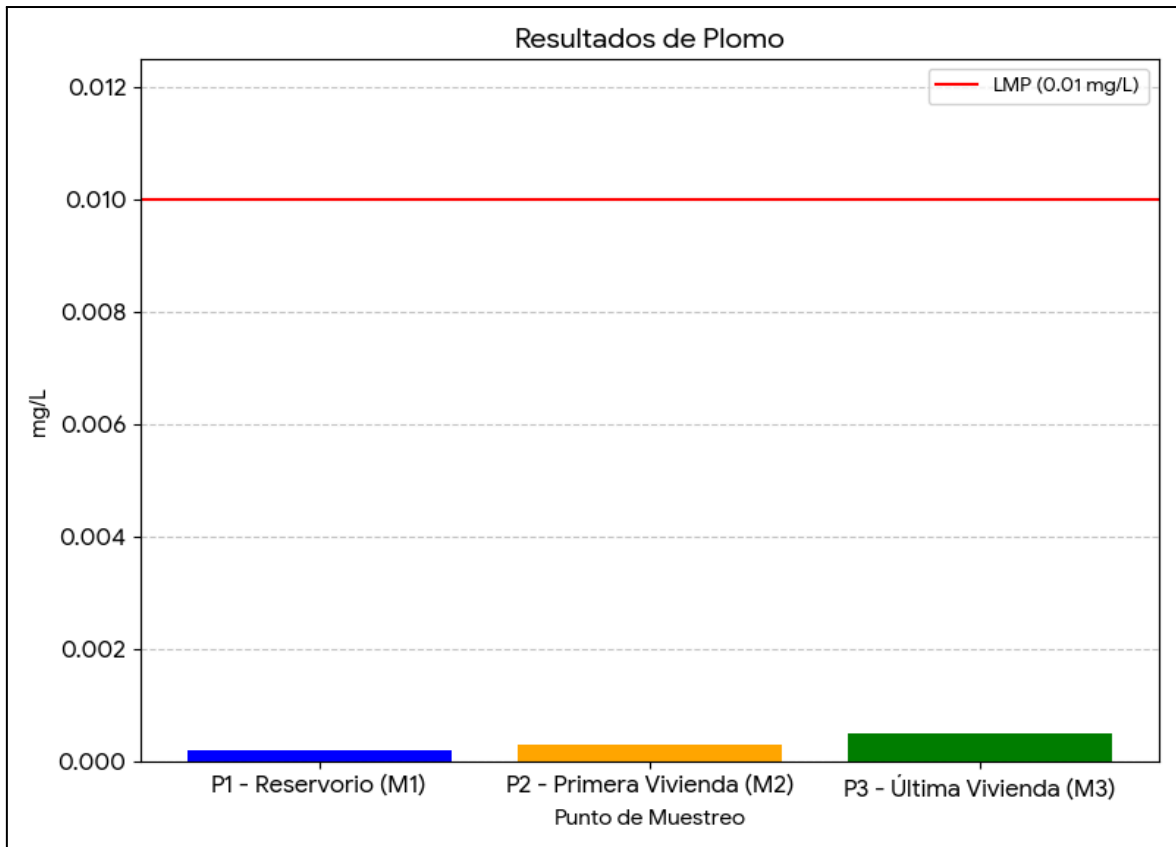


Figura 19: Resultados de Plomo

Figuras 17, 18 y 19: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb)

Las Figuras 17, 18 y 19 presentan los resultados para el grupo de metales pesados de alta toxicidad: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb). En los tres casos, los valores reportados fueron "No Detectados" o se situaron por debajo de los límites de cuantificación del método, cumpliendo holgadamente con los respectivos Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA. Este resultado descarta categóricamente la contaminación por estos elementos neurotóxicos y cancerígenos. Este escenario marca una distinción hidrogeoquímica importante respecto al antecedente internacional de Abegaz & Midekssa (2021), quienes en su estudio reportaron que las fuentes protegidas registraban "mala calidad en zinc, plomo, hierro", evidenciando una contaminación metálica generalizada. A diferencia de dicho antecedente, en la JASS Churquinuyo la ausencia de Plomo, Cadmio y Mercurio permite descartar fuentes de contaminación antropogénica industrial o pasivos mineros directos. Esto

confirma que la problemática química del sistema es selectiva y de origen geogénico (limitada exclusivamente al Arsénico y Zinc discutidos previamente), y no representa un deterioro sistémico total de la calidad del acuífero.

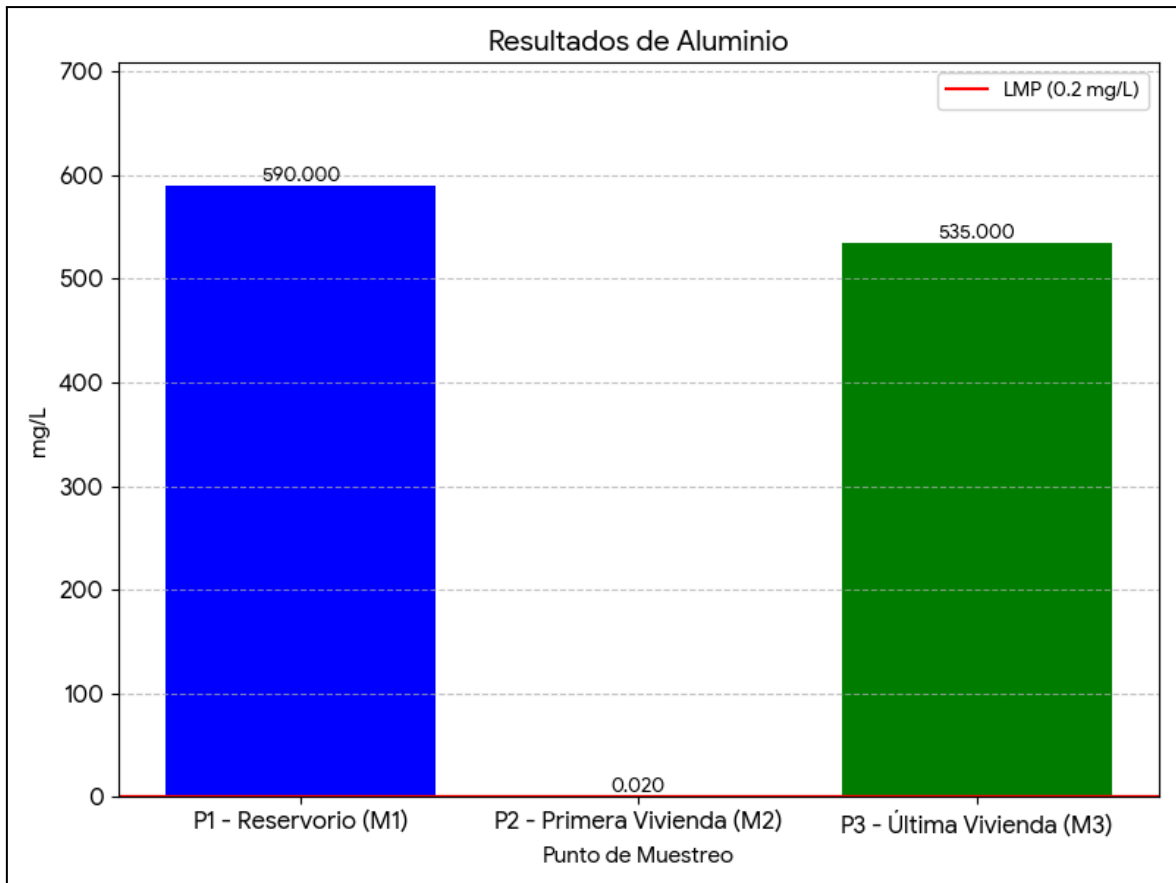


Figura 20: Resultados de Aluminio

La Figura 20 expone un incumplimiento extremo en el parámetro de Aluminio. Los puntos P1 (Reservorio) y P3 (Última Vivienda) registraron concentraciones de 590 mg/L y 535 mg/L respectivamente, valores que superan en tres órdenes de magnitud (casi 3000 veces) el Límite Máximo Permisible de 0.2 mg/L establecido por la normativa vigente. Este exceso masivo sugiere una fuerte presencia de aluminosilicatos disueltos o en suspensión coloidal provenientes de la geología local, exacerbada probablemente por el pH alcalino (8.6) detectado en el reservorio, el cual favorece la solubilidad de este metal.

Este escenario difiere radicalmente del antecedente local de Ramirez (2020) en Paucarcolla, cuyos resultados mostraron que los parámetros fisicoquímicos de todas las muestras no excedieron los parámetros de calidad ambiental (ECA), por lo que no representaron peligro. A diferencia de la estabilidad reportada por Ramirez, la JASS Churquinuyo presenta una anomalía hidroquímica severa. Asimismo, se observa una discrepancia técnica notable en el punto P2 (Primera Vivienda), que reportó un valor de <0.02 mg/L, cumpliendo la norma. Dado que P1 (fuente) y P3 (final) están altamente contaminados, el valor de P2 resulta atípico y podría atribuirse a una sedimentación puntual en ese tramo de la red o a una posible interconexión con una fuente secundaria no declarada; sin embargo, la carga contaminante en el reservorio principal (P1) es la evidencia determinante de que el sistema, en su cabecera, no es apto para el consumo humano debido a la toxicidad potencial neurotóxica asociada al aluminio.

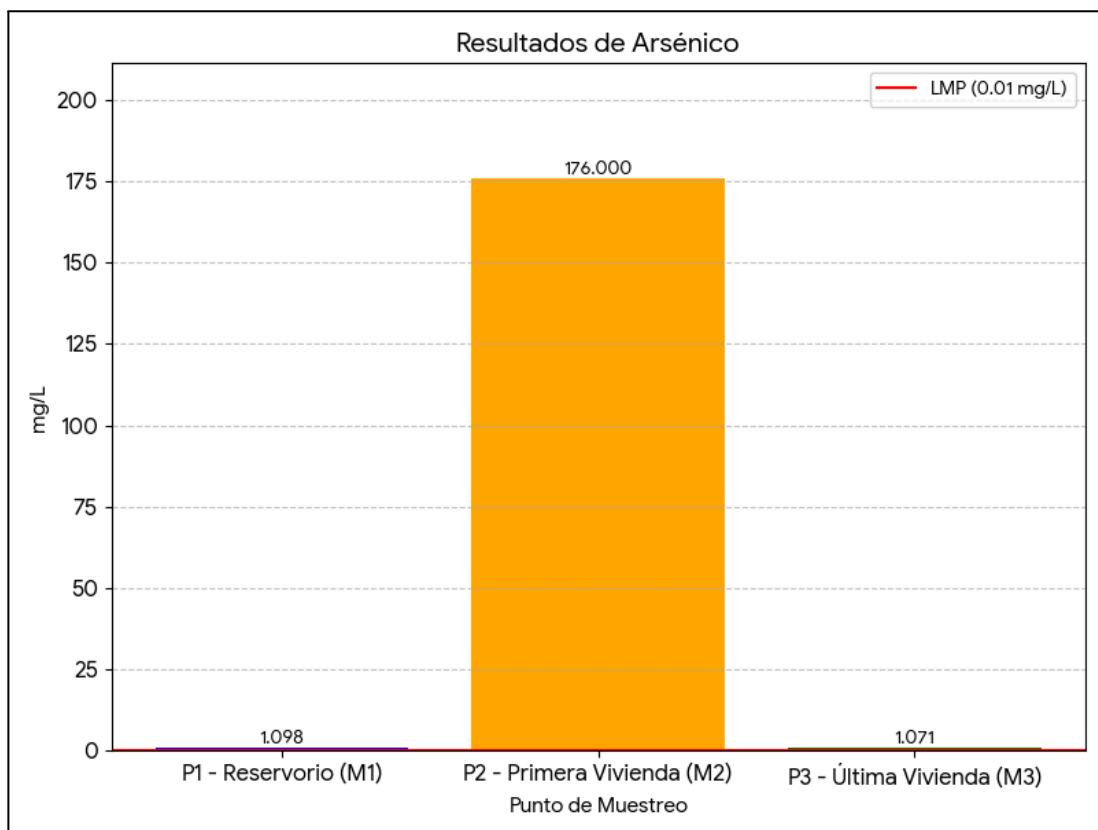


Figura 21: Resultados de Arsénico

La Figura 21 ratifica el incumplimiento crítico del parámetro Arsénico en el sistema de abastecimiento. Los valores registrados en el Reservorio (P1) y la red de distribución superan la línea roja del Límite Máximo Permisible de 0.01 mg/L establecido por la normativa vigente. Este exceso confirma que el agua está contaminada por un agente químico de alta toxicidad crónica y potencial cancerígeno, representando el riesgo sanitario más grave identificado en la investigación. Este resultado coincide directamente con el antecedente local de Quispe (2024), quien en su evaluación hidrogeológica en la región Puno también mostró concentraciones de arsénico superiores al límite permitido en pozos de consumo humano, atribuyendo este fenómeno a la mineralización natural de los acuíferos volcánicos. La similitud entre ambos hallazgos sugiere fuertemente que la presencia de arsénico en la JASS Churquinuyo no es un hecho aislado, sino que responde a un problema geológico regional que afecta a diversas fuentes subterráneas en Puno, validando la hipótesis de que el agua no es apta para consumo humano directo sin la implementación de un tratamiento avanzado de remoción (filtros de adsorción o intercambio iónico).

4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL: La calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, no cumple con los parámetros del DS N° 004-2017-MINAM, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025.

H₁: La calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, no cumple con los parámetros del DS N° 004-2017-MINAM (y D.S. N° 031-2010-SA), distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025.

H₀: La calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, sí cumple con los parámetros del DS N° 004-2017-MINAM (y D.S. N° 031-2010-SA), distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025.

Resultado: En base a los resultados del Capítulo IV, se ACEPTA la Hipótesis de Investigación (H_1). La calidad del agua NO CUMPLE con la normativa, presentando valores fuera de norma en Arsénico (P1 y P3), pH (P1) y Cloro Residual Libre (P1, P2 y P3).

HIPÓTESIS ESPECIFICA N° 01: La calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_1 : La calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_0 : La calidad del agua según los parámetros físico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo sí cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

Resultado: Se ACEPTA la Hipótesis Específica 1 (H_1). Los parámetros fisicoquímicos NO CUMPLEN debido a que el pH en el reservorio (8.6) excede el LMP (6.5-8.5) y, de forma crítica, existe una ausencia total de Cloro Residual Libre en todo el sistema, incumpliendo el LMP (0.5-5.0 mg/L).

HIPÓTESIS ESPECIFICA N° 02: La calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_1 : La calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_0 : La calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo sí cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

Resultado: Se RECHAZA la Hipótesis Específica 2 (H_1) y se acepta la H_0 . Según los datos reportados por el laboratorio, los parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y Termotolerantes) SÍ CUMPLEN con la normativa, al ser <1.8 NMP/100mL. Sin embargo, se deja constancia del alto riesgo sanitario por la falta de desinfección y las observaciones del laboratorio sobre el tiempo de las muestras.

HIPÓTESIS ESPECIFICA N° 03: La calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_1 : La calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

H_0 : La calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo sí cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.

Resultado: Se ACEPTA la Hipótesis Específica 3 (H_1). Los parámetros inorgánicos NO CUMPLEN con el D.S. N° 031-2010-SA, debido a que el Arsénico (As) supera el LMP (0.01 mg/L) en el punto P1 - Reservorio (0.01098 mg/L) y en el punto P3 - Última Vivienda (0.01071 mg/L).

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua suministrada por la JASS Churquinuyo NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO, concluyendo que no cumple con los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA). Esta conclusión se basa en el incumplimiento de tres parámetros críticos: la presencia de Arsénico por encima del LMP en el reservorio y la última vivienda, un pH elevado en el reservorio, y la ausencia total de desinfección (Cloro Residual Libre) en todo el sistema.

SEGUNDA: La evaluación de los parámetros fisicoquímicos determinó que el agua NO CUMPLE con la normativa. Específicamente, el pH en el reservorio (P1) fue de 8.6, superando el LMP (6.5-8.5). Además, se constató la falta de un sistema de desinfección, ya que los valores de Cloro Residual Libre en los tres puntos fueron <0.02 mg/L y <0.015 mg/L, incumpliendo el rango legal (0.5-5.0 mg/L) y exponiendo a la población a un riesgo sanitario.

TERCERA: La evaluación de los parámetros microbiológicos concluyó que, según los resultados de laboratorio, el agua SÍ CUMPLE con la normativa, al reportarse valores <1.8 NMP/100mL para Coliformes Totales y Termotolerantes en todos los puntos. No obstante, este cumplimiento es engañoso, ya que el sistema no posee ninguna barrera de desinfección (cloro) contra eventuales contaminaciones, y los propios informes de laboratorio señalan limitaciones en la toma de muestra.

CUARTA: La evaluación de los parámetros inorgánicos determinó que el agua NO CUMPLE con los estándares de calidad. Se detectaron concentraciones de Arsénico (As) de 0.01098 mg/L en el reservorio (P1) y 0.01071 mg/L en la última vivienda (P3), valores que superan el

Límite Máximo Permisible de 0.01 mg/L. Los demás parámetros inorgánicos analizados se encontraron dentro de la norma.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A la JASS Churquinuyo y a la Municipalidad Distrital de Ayapata, implementar un sistema de desinfección por cloración en el reservorio (P1). Es mandatorio cumplir con el D.S. N° 031-2010-SA, asegurando un Cloro Residual Libre de 0.5 mg/L en todos los puntos de la red para proteger a la población de enfermedades gastrointestinales.

SEGUNDA: Dado el hallazgo de Arsénico (As) por encima del LMP, se recomienda realizar un estudio hidrogeológico para identificar la fuente de esta contaminación (natural o antropogénica). A corto plazo, se debe evaluar la instalación de un sistema de remoción de arsénico (como filtros de adsorción) y, de forma inmediata, comunicar a la población que hierva el agua antes de consumirla, aunque hervir el agua no elimina el arsénico, pero sí reduce el riesgo biológico.

TERCERA: A la JASS realizar un mantenimiento y limpieza del reservorio (P1), ya que la concentración de arsénico es alta en este punto, lo que sugiere una posible acumulación de sedimentos que contribuyen al problema.

CUARTA: Realizar un nuevo monitoreo microbiológico asegurando el cumplimiento estricto de la cadena de frío y los tiempos de análisis (máximo 8 horas), para descartar los falsos negativos y confirmar la calidad bacteriológica del agua una vez implementado el sistema de cloración.

BIBLIOGRAFÍA

- Abegaz, M. T., & Midekssa, M. J. (2021). Quality and Safety of Rural Community Drinking Water Sources in Guto Gida District, Oromia, Ethiopia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, 5568375. <https://doi.org/10.1155/2021/5568375>
- Cabrera Bocanegra, S. M., & Cabrera Sulca, G. V. (2024). *Análisis de la gestión y desarrollo de la intervención social para la sostenibilidad de los proyectos desarrollados por el Programa de Agua Potable y Saneamiento para la Amazonía Rural: El caso de los centros poblados Libertad de Huascayacu y Los Naranjos de la provincia Moyobamba, región San Martín*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/27841>
- Chumioque Delgado, M. R. (2022). *Modelo de gestión municipal en el desempeño de las juntas administradoras de saneamiento de un distrito de Chiclayo*.
- Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., Placeres Remior, A., Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021a). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(3), 60-70.
- Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., PlaceresRemior, A., Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021b). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(3), 60-70.
- Cools, C. (2020). Evaluación de la calidad y la sostenibilidad del agua de R Sistemas de Agua Naturales en la Comarca de Ng-Bugl, Panamá. *Tesis y Disertaciones de Posgrado de la USF en Tampa*. <https://digitalcommons.usf.edu/etd/8177>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., Meseguer Pallares, R., Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo

- humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Huaman Cjanahuri, L. A., & Ortega Huarsaya, J. B. (2024). *Proyecto de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y drenaje pluvial en la comunidad de Chectuyocc del distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento del Cusco – 2022*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8847>
- Huamantupa Aybar, S. R. (2024). *Evaluación de la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Chuquimaran, departamento de Huancavelica*. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/2103fdcf-0d1b-4099-bb9e-aa4d5bfe3a8e>
- Huaquisto Ramos, B. (2024). Calidad del agua de las captaciones Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani – Carabaya, 2023. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/840>
- Jiménez Zarate, Sarita Verónica. (2025). *Acceso al agua potable como derecho humano fundamental y la ejecución del proyecto integral de agua potable Cerro de Pasco 2025*. <https://repositorio.uct.edu.pe/items/b78c6698-736f-49ff-a7cd-4ca8712d335e>
- Monja Serrato, M. M. (2021). *Participación comunitaria en la gestión de agua y saneamiento del centro poblado Insculás, Olmos*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4366>
- Quispe Apaza, Y. N. (2021). Gestión de la JASS y su relación con la calidad del servicio de agua potable en la parcialidad de Sucuni – Conima – 2021. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC S.A.C./244>
- Quispe Flores, C. A. (2025a). Calidad del agua según parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial en el barrio Orkapata de la ciudad de Puno—2024. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1317>

- Quispe Flores, C. A. (2025b). Calidad del agua según parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial en el barrio Orkapata de la ciudad de Puno—2024. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1317>
- Quispe Yana, D. A. (2024). *Evaluación de la calidad de agua subterránea para consumo humano en la comunidad Carata, distrito de Coata*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21845>
- Ramirez Choquehuanca, F. E. (2020). Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC S.A.C./328>
- Ruiz Cutisaca, W. R. (2017). Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua en el Centro Poblado Kana – Ayapata. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10856>
- Saenz, W. G., Lume, L. M. A., Palacios, J. C. P., Araujo, V. G. S., Coica, F. A. Q., & Pallares, R. M. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(1), 23-31.
<https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Siesquen Carrillo, C. A. (2019). *Capacitación en administración, operación y mantenimiento de agua y saneamiento rural, desinfección, cloración y educación sanitaria del distrito de Túcume (JASS)*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8852>
- Vargas Rios de Orbe, G. D. P., & Álvarez Macedo, C. A. (2016). *Evaluación de la calidad bacteriológica del agua potable y pozos rústicos del caserío de Santa Clara de Nanay—Loreto*. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7773>
- Vásquez, J. A. S., Cierro, L. E. O., Aliaga, W. C. L., & Cierro, J. D. O. (2021). Calidad de agua y nivel de satisfacción en la comunidad universitaria de la Universidad Nacional

Agraria de la Selva, 2019. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 2(1), 02-20. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i1.27>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CHURQUINUYO, AYAPATA, CARABAYA 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es la calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros fisicoquímicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata - Carabaya 2025?</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025?</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025?</p>	<p>Evaluar la calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Evaluar la calidad del agua según los parámetros fisico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata - Carabaya 2025</p> <p>Evaluar la calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025</p> <p>Evaluar la calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo distrito de Ayapata- Carabaya 2025</p>	<p>La calidad de agua suministrada por la JASS Churquinuyo, no cumple con los parámetros del DS N° 004-2017-MINAM, distrito de Ayapata- Carabaya en el año 2025</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>La calidad del agua según los parámetros fisico químicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025</p> <p>La calidad del agua según los parámetros microbiológicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025</p> <p>La calidad del agua según los parámetros inorgánicos suministrados por la JASS Churquinuyo no cumple con los parámetros establecidos del distrito de Ayapata - Carabaya 2025.</p>	<p>VI: Parámetros físico químicos, inorgánico y microbiológicos del agua</p> <p>VD: Calidad del agua</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos:</p> <p>Parámetros inorgánicos:</p> <p>Parámetros microbiológicos</p>	<p>DS N° 004-2017-MINAM</p> <p>Categoría 1</p> <p>Subcategoría A1, A2, A3</p> <p>Laboratorio</p>	<p>Enfoque cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>No experimental de tipo descriptivo transversal</p> <p>población/muestra.</p> <p>Reservorio de agua de la JASS</p> <p>Churquinuyo</p> <p>Estadística descriptiva</p>

Anexo 02: Resultados del análisis de laboratorio de la p1- reservorio



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7520-2025 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : CLEVER RILDO ZEA PACCO

DIRECCIÓN : PUNO - CARABAYA - AYAPATA

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL - DS. 004

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente

CODIFICACIÓN / MARCA : M1 - Churquinuyo

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 23/10/2025 11:55 Procedencia: 19L 357321 8468473 Puno - Carabaya - Ayapata

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800mL aprox. Compuesta por 01 envase de vidrio de 1000mL, 01 envase de vidrio de 500mL para análisis MB y 04 envases PE de 500mL c/u, 03 envases de 100mL c/u para análisis FQ

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.6°C

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 2017-2025

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/10/2025

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.

En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).

*Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7520-2025
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL M1 - Churquinyu	UNIDADES
MB	OVL-Copéodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes totales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Recuento de Heterótrofos en Placa	03(e)	ufc/mL
FQ	Cloro Total (Cl ₂)*	<0.02	mg/L
FQ	Cloro Residual Libre*	<0.02	mg/L
FQ	Turbidez*	0.36	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	68	mg/L
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	30.27	mg/L
FQ	Conductividad	130.5	µS/cm
FQ	pH*	8.6	U de pH
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
Quistes/L	: Quistes por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
mg/L	: Miligramos por litro
Org./L	: Organismos por litro
ufc/mL	: Unidades formadoras de colonia por mililitro
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de color	: Unidades de color
Huevos/L	: Huevos por litro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro

MÉTODOS UTILIZADOS:

OVL-Copéodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.
OVL-Algas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.
Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group; Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5 / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.
Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.
Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10750 Nematological Examination, Pag. 10-98 a 10-113, 10900 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2023.

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7520-2025
PÁGINA 3 DE 4

MÉTODOS UTILIZADOS :

OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5. 24th Ed. 2023. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Cloro Total (Cl ₂)	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Cloro Residual Libre	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Turbidez	: SMEWW. APHA AWWA-WEF. 2130-B 24th Ed. 2023
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
Dureza Total (como CaCO ₃)	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada el 2019) 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4. 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Cianuro Total	: SMEWW. APHA AWWA-WEF.4500-CN-C.E 24th Ed. 2023
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Metales Totales (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M1 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Al (Aluminio)	0.0003	0.01	0.0590	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000003	0.00002	0.01098	mg/L
FQ	B (Boro)	0.0002	0.005	0.019	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.00002	0.0004	0.00745	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001	<0.00001	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.000003	0.00005	0.0001	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.00003	0.001	<0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.0002	0.01	<0.01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.00002	0.00008	N.D.	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00001	0.0002	0.0006	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.000003	0.0001	0.0223	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.001	0.02	16.68	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0.00001	0.0001	N.D.	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0.00001	0.0002	<0.0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0.000003	0.0001	0.00050	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0.00002	0.0002	<0.0002	mg/L
FQ	U (Uranio)	0.000001	0.00002	0.00112	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.0002	0.006	0.0094	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales (DS 031) : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7520-2025
PÁGINA 4 DE 4

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

(e) : Recuento estimado.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))

-Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Aniones (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M1 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Cloruros (Cl ⁻)*	0.01	0.10	2.20	mg/L
FQ	Fluoruros (F ⁻)*	0.001	0.010	0.291	mg/L
FQ	Nitratos (NO ₃ ⁻)*	0.01	0.10	0.26	mg/L
FQ	Nitritos (NO ₂ ⁻)*	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)*	0.01	0.10	12.16	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aniones (DS 031)

: EPA Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography
Revision 2.1 August 1993

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

(e) : Recuento estimado.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))

-Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 24/10/2025 al 05/11/2025

MB 24/10/2025 al 02/11/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/11/2025

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
mvaldivia@bhioslabs.com
Av. Quinones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa
Yanahuara
08/11/2025 11:53

Anexo 03: Resultados del análisis de laboratorio de la p2 - primera vivienda



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7521-2025
PÁGINA 3 DE 4

MÉTODOS UTILIZADOS :

OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5, 24th Ed. 2023. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Cloro Total (Cl ₂)	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Cloro Residual Libre	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Turbidez	: SMEWW. APHA AWWA-WEF. 2130-B 24th Ed. 2023
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
Dureza Total (como CaCO ₃)	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada el 2019) 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Cianuro Total	: SMEWW. APHA AWWA-WEF.4500-CN-C,E. 24th Ed. 2023
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Metales Totales (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M2 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Al (Aluminio)	0.0003	0.01	<0.02	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000003	0.00002	0.00176	mg/L
FQ	B (Boro)	0.0002	0.005	<0.005	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.00002	0.0004	0.0198	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001	<0.00001	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.000003	0.00005	0.00012	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.00003	0.001	<0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.0002	0.01	<0.01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.00002	0.00008	N.D.	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00001	0.0002	0.0006	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.000003	0.0001	0.0047	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.001	0.02	14.38	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0.00001	0.0001	N.D.	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0.00001	0.0002	<0.0003	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0.000003	0.0001	0.00057	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0.00002	0.0002	<0.0001	mg/L
FQ	U (Uranio)	0.000001	0.00002	0.00146	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.0002	0.006	0.00104	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales (DS 031) : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7521-2025
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DEFINICIÓN	AGUA SUPERFICIAL M2 - Churiquayo	UNIDADES
NB	OWI - Zoonosis (Cuantificación)	<1	Org./L
NB	OWI - Virus (Cuantificación)	<1	Org./L
NB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
NB	Numeración de Coliformos totales**	<1.8	NMP/100mL
NB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
NB	Cápsulas y oocistos de protozoos patógenos (Cuantificación)	<1	Quistes/L
NB	Larvas de Helmintos (Cuantificación TL)	<1	Org./L
NB	Huevos de Helmintos (Cuantificación TL)	<1	Huevos/L
NB	OWI - Nemátodos (Cuantificación)	<1	Org./L
NB	OWI - Rotíferos (Cuantificación)	<1	Org./L
NB	Reservio de Materiales en Plata	<100	µg/mL
FO	Oxígeno Disuelto (ODP)	<0.35	mg/L
FO	Cloro Residual Libre*	<0.30	mg/L
FO	Turbidez*	0.45	NTU
FO	Sólidos Totales Disueltos	0	mg/L
FO	Dureza Total (como CaCO ₃)	61.49	mg/L
FO	Conductividad	104	µS/cm
FO	pH*	6.6	Unidad pH
FO	Temperatura*	<10.01	mg/L
FO	Color*	<5	Unidad color

ABREVIATURAS:

- Jue pH : Unidades de pH
- Quistes/L : Quistes por litro
- NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
- mg/L : Miligramos por litro
- Org./L : Organismos por litro
- µg/mL : Unidades formadoras de colonias por mililitro
- NTU : Unidades nefelométricas de turbidez
- Jue color : Unidades de color
- Huevos/L : Huevos por litro
- µS/cm : Microsiemens por centímetro

MÉTODOS UTILIZADOS:

- OWI - Zoonosis (Cuantificación) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, (C90) Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.
- OWI - Virus (Cuantificación) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, (C90) Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.
- Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
- Numeración de Coliformos totales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.
- Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Method).
- Cápsulas y oocistos de protozoos patógenos (Cuantificación TL) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000, 9111 Pathogenic Protozoa Pag. 1 e 6, Part 10000, 10500 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.
- Larvas de Helmintos (Cuantificación TL) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, (C90) Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.
- Huevos de Helmintos (Cuantificación TL) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, (C90) Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.
- OWI - Nemátodos (Cuantificación) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, (C75) Nematological Examination, Pag. 10-98 e 10-113, 10300 Identification of Aquatic Organisms, 24th Ed. 2022.

Prueba realizada en el laboratorio de control de calidad de agua y saneamiento de la U.P.S.C. - Perú
Av. Quirónes B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yemahuará - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)34 273320 / 274515 Celular: 963788883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ... calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7521-2025
PÁGINA 4 DE 4

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Aniones (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M2 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Cloruros (Cl ⁻)*	0.01	0.10	0.98	mg/L
FQ	Fluoruros (F ⁻)*	0.001	0.010	0.090	mg/L
FQ	Nitratos (NO ₃ ⁻)*	0.01	0.10	2.61	mg/L
FQ	Nitritos (NO ₂ ⁻)*	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)*	0.01	0.10	17.48	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aniones (DS 031) : EPA Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography
 Revision 2.1 August 1993

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 24/10/2025 al 05/11/2025

MB 24/10/2025 al 02/11/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/11/2025

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
 mvaldivia@bhioslabs.com
 Av. Quiñones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa
 Yanahuara
 08/11/2025 11:55

Anexo 04: Resultados del análisis del laboratorio de la p3 - última vivienda

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7522-2025

PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL M3 - Churquinuyo	UNIDADES
MB	OVL-Copépodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Algas (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes totales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)*	<1	Quistes/L
MB	Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Org./L
MB	Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)*	<1	Huevos/L
MB	OVL-Nemátodos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Protozoarios (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	OVL-Rotíferos (Cuantificación)*	<1	Org./L
MB	Recuento de Heterótrofos en Placa	09(e)	ufc/mL
FQ	Cloro Total (Cl)*	<0.02	mg/L
FQ	Cloro Residual Libre*	<0.015	mg/L
FQ	Turbidez*	0.18	NTU
FQ	Sólidos Totales Disueltos	64	mg/L
FQ	Dureza Total (como CaCO ₃)	29.28	mg/L
FQ	Conductividad	129	µS/cm
FQ	pH*	8.3	U de pH
FQ	Cianuro Total*	<0.01	mg/L
FQ	Color*	<5	U de color

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
Quistes/L	: Quistes por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
mg/L	: Miligramos por litro
Org./L	: Organismos por litro
ufc/mL	: Unidades formadoras de colonia por mililitro
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de color	: Unidades de color
Huevos/L	: Huevos por litro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro

MÉTODOS UTILIZADOS :

OVL-Copépodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
OVL-Algas (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Numeración de Escherichia coli (NMP)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Numeración de Coliformes totales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, Pag. 1-8, 24th Ed. 2023. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Quistes y oocistos de protozoarios patógenos. (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000, 9711 Pathogenic Protozoa Pag. 1 a 5 / Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Larvas de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Huevos de Helmintos (Cuantificación 1L)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
OVL-Nemátodos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000, 10750 Nematological Examination. Pag. 10-98 a 10-113, 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7522-2025
PÁGINA 3 DE 4

MÉTODOS UTILIZADOS :

OVL-Protozoarios (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9711 Pathogenic Protozoa Pag.1 a 5. / Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
OVL-Rotíferos (Cuantificación)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 10000. 10900 Identification of Aquatic Organisms. 24th Ed. 2023.
Recuento de Heterótrofos en Placa	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9215-B, Pag. 1-5. 24th Ed. 2023. Heterotrophic Plate Count: Pour Plate Method.
Cloro Total (Cl ₂)	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Cloro Residual Libre	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL G, 24th Ed. 2023
Turbidez	: SMEWW. APHA AWWA-WEF. 2130-B 24th Ed. 2023
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C, 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.
Dureza Total (como CaCO ₃)	: Norma Técnica Peruana 214.018 (Revisada el 2019) 1999 Agua para consumo Humano. Determinación de la dureza. Método volumétrico con EDTA.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4. 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Cianuro Total	: SMEWW. APHA AWWA-WEF.4500-CN-C,E 24th Ed. 2023
Color	: Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Metales Totales (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M3 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Al (Aluminio)	0.0003	0.01	0.0535	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000003	0.00002	0.01071	mg/L
FQ	B (Boro)	0.0002	0.005	0.007	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.00002	0.0004	0.00670	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001	<0.00001	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.000003	0.00005	0.0001	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.00003	0.001	<0.001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.0002	0.01	<0.01	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.00002	0.00008	N.D.	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00001	0.0002	0.0003	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.000003	0.0001	0.0204	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.001	0.02	15.95	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0.00001	0.0001	N.D.	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0.00001	0.0002	<0.0005	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0.000003	0.0001	0.00082	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0.00002	0.0002	<0.0002	mg/L
FQ	U (Uranio)	0.000001	0.00002	0.00114	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.0002	0.006	0.0102	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales (DS 031) : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7522-2025
PÁGINA 4 DE 4

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

Aniones (DS 031)

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL M3 - Churquinuyo	UNIDADES
FQ	Cloruros (Cl ⁻)*	0.01	0.10	1.16	mg/L
FQ	Fluoruros (F ⁻)*	0.001	0.010	0.101	mg/L
FQ	Nitratos (NO ₃ ⁻)*	0.01	0.10	0.32	mg/L
FQ	Nitritos (NO ₂ ⁻)*	0.002	0.020	<0.020	mg/L
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)*	0.01	0.10	13.46	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Aniones (DS 031) : EPA Method 300.0 Determination of inorganic anions by Ion Chromatography
 Revision 2.1 August 1993

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 (e) : Recuento estimado.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método))
 -Coliformes Totales, Termotolerantes o Fecales, E.coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 LD: Límite de detección del método / LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 24/10/2025 al 05/11/2025

MB 24/10/2025 al 02/11/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/11/2025

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.
 mvaldivia@bhioslabs.com
 Av. Quiñones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa
 Yanahuara
 08/11/2025 11:59

Anexo 05: Panel fotográfico



Figura 22: Sacando las muestras para llevarlas al laboratorio.



Figura 23: Sacando las muestras para llevarlas al laboratorio.



Figura 24: Llenando los contenedores de cada muestra para llevarlas al laboratorio.



Figura 25: Etiquetado de los contenedores de cada muestra para llevarlas al laboratorio.