

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna
Palcash 1 mediante los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos,
en el distrito de Vicco provincia de Pasco, departamento de Pasco-
2024**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero ambiental**

Autores:

Bach. Christian Ignacio MAURICIO TORRES

Bach. Natalia Antuaneth JIMÉNEZ HERRERA

Asesor:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SÁNCHEZ

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna
Palcash 1 mediante los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos,
en el distrito de Vicco provincia de Pasco, departamento de Pasco-
2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros de jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA
MIEMBRO

Mg. Josué Hermilio DÍAZ LAZO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 264-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

"Evaluación de la calidad del Agua para consumo humano de la laguna Palcash 1 mediante los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos, en el distrito de Vicco provincia de Pasco, departamento de Pasco-2024"

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. Christian Ignacio, MAURICIO TORRES

Bach. Natalia Antuaneth, JIMÉNEZ HERRERA

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Eleuterio Andrés, ZVALETA SÁNCHEZ

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

7%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 5 de mayo del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Ruben Edgar FAU
20154805446 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.05.2025 19:11:50 -05:00

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por que siempre está conmigo y ayudarme en todo el transcurso de mi carrera. A mi querida madre, Lucía Herrera Soto, por haberme apoyado en todo momento, por sus valores, por sus consejos, por confiar en mí. Por siempre motivarme a seguir adelante. Se la dedico de todo corazón, gracias a ti estoy aquí. Dando mi último paso para culminar este camino. ¡Te amo!

A mis familiares; Les doy gracias a todos mis familiares por la ayuda brindada durante mi formación académica. Gracias por su apoyo y por siempre estar pendiente de mí Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda para el desarrollo de este proyecto.

Jiménez Herrera, Natalia Antuaneth

A mis queridos padres, Con profunda gratitud y amor, dedico este logro a ustedes, quienes han sido mi fortaleza y mi guía en cada etapa de este camino. Gracias por inculcarme valores sólidos, por su apoyo incondicional y por estar presentes en los momentos más difíciles, entendiendo mis luchas y motivándome a seguir adelante. Sus palabras de aliento, sus buenas vibras y sus sabias recomendaciones han sido el motor que me ha impulsado a convertirme en el profesional que hoy en día soy y que día a día busca un crecimiento personal y profesional mayor. A ustedes, mis padres, por tantas noches de desvelo acompañándome con su amor y confianza, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Este logro es tanto mío como suyo.

Asimismo, agradezco a Dios, quien, en su infinita sabiduría, iluminó mi camino y me dio la fortaleza para superar cada obstáculo. Sé que sus pasos guiaron los míos y que su presencia fue constante en cada decisión tomada.

Christian Ignacio, Mauricio Torres

AGRADECIMIENTO

A mi madre y familiares, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y superación y por estar siempre a mi lado, apoyándome incondicionalmente en todos mis proyectos. A mi colega Christian Ignacio Mauricio Torres, por su gran ayuda en el proyecto y apoyo personal. Por estar siempre en los días buenos y en los no tan buenos que han acompañado este largo camino. Por ser el mejor compañero de estudios que se puede tener. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por haberme recibido como parte de su comunidad estudiantil y que ha estado pendiente en nuestra formación académica para completar de manera satisfactoria la especialidad en ingeniería ambiental.

Jiménez Herrera, Natalia Antuaneth

Agradezco a todos aquellos que me han apoyado durante este proceso, especialmente a mi familia, que me han brindado su amor, motivación y orientación. Un agradecimiento especial para mis padres por estar siempre en cada decisión mía por su guía y apoyo constante. También quiero agradecer a mi colega Antuaneth N, Jiménez Herrera con quien he compartido experiencias en el desarrollo de esta investigación, pero cada vez más creyendo fielmente que lo vamos a lograr y salir adelante y los que me han ayudado en la recopilación de datos y en la realización de esta investigación. Sin su ayuda, este trabajo no hubiera sido posible.

Christian Ignacio, Mauricio Torres

RESUMEN

Esta investigación se refiere a la evaluación de la calidad del Agua para consumo humano de la laguna de Palcash 1, que abastece de agua al centro poblado de Shelby perteneciente al distrito de Vicco de la provincia de Pasco. Esta investigación aborda la evaluación de la calidad del agua para consumo humano a través de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos, cuyo objetivo es Determinar la Calidad del Agua para consumo humano por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco. La investigación es cuantitativa, no experimental descriptiva, correlacional. Para la recolección de datos se tomó muestras para los análisis en el laboratorio en frascos de polietileno de un litro para los análisis fisicoquímicos y frascos de vidrio ámbar para los análisis microbiológicos, para el procesamiento de los análisis de datos se hizo uso de tablas y gráficos de barras para el tratamiento estadístico se utilizó la estadística descriptiva y la hoja de cálculo Excel. Los resultados para los siguientes indicadores físicos, la turbiedad sobrepasó el parámetro de 5 UNT con resultados de 20,07 UNT en la entrada y de 20 UNT en la salida y del mismo modo para el color se determinó 212UCV en la entrada y 210UCV en la salida sobrepasando en ambos casos el parámetro de los límites Máximos permisibles para el agua de consumo humano de 15UCV. Del mismo modo se determinó que las bacterias heterótrofas con resultados de 55UFC/mL en la entrada y 53UFC/mL en la salida respectivamente, están dentro del parámetro normado por los LMP de 500UFC/mL, concluyéndose que el agua de la laguna Palcash 1 es apta para consumo humano.

Palabras clave: Calidad, indicadores fisicoquímicos, indicadores microbiológicos

ABSTRACT

This research focuses on evaluating the quality of drinking water from the Palcash 1 lagoon, which supplies water to the town of Shelby, situated in the Vicco district of Pasco Province. This research evaluates drinking water quality using physicochemical and microbiological indicators. The objective is to determine the quality of drinking water for human consumption using the physicochemical and microbiological indicators of the Palcash 1 lagoon in the Vicco district, Pasco province, and department. The research is quantitative, non-experimental, descriptive, and correlational. Samples were collected for laboratory analysis in one-liter polyethylene flasks for physicochemical analysis and amber glass flasks for microbiological analysis. Data were processed using tables and bar graphs for statistical analysis. Descriptive statistics and an Excel spreadsheet were used for statistical analysis. The results for the following physical indicators: turbidity exceeded the 5 NTU parameter, with results of 20.07 NTU at the inlet and 20 NTU at the outlet. Similarly, for color, 212 CFU at the inlet and 210 CFU at the outlet were determined, exceeding in both cases the maximum permissible limits for water for human consumption of 15 CFU. Similarly, heterotrophic bacteria were determined, with results of 55 CFU/mL at the inlet and 53 CFU/mL at the outlet, respectively, within the parameter regulated by the MPL of 500 CFU/mL. It was concluded that the water from Palcash 1 Lagoon is suitable for human consumption.

Keywords: Quality, physicochemical indicators, microbiological indicators

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua para consumo humano es un tema de relevancia para la salud pública, ya que su contaminación por indicadores fisicoquímicos y microbiológicos puede tener graves implicaciones para el bienestar humano.

El cumplimiento de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por normas nacionales e internacionales, como las Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), es fundamental para garantizar la seguridad del agua.

En el Perú, la calidad del agua destinada al consumo humano enfrenta desafíos significativos debido principalmente a contaminantes fisicoquímicos como el arsénico, el plomo y el mercurio, presentes en zonas afectadas por actividades mineras. Además, alteraciones en parámetros como el pH, la turbiedad y la conductividad.

En el ámbito microbiológico, la presencia de coliformes totales y termotolerantes, *Escherichia coli* y otros microorganismos patógenos es un problema recurrente, especialmente en áreas rurales y periurbanas donde el saneamiento es deficiente.

En el departamento de Pasco y en general en todo el Perú uno de los problemas más álgidos son las aguas contaminadas por metales pesado, aguas residuales industriales y domésticas, así como la presencia de contaminantes microbiológicos por lo que nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuáles es la Calidad del Agua para consumo humano determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco? Para la cual nos formulamos la siguiente hipótesis La Calidad del Agua para consumo humano de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024, es apta para consumo humano por lo que nos proponemos el objetivo de evaluar

la Calidad del Agua para consumo humano determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1.	Problema general	2
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	14
2.3.	Definición de términos básicos	17
2.4.	Formulación de hipótesis.....	20
2.4.1.	Hipótesis general	20
2.4.2.	Hipótesis específicas	20
2.5.	Identificación de variables.....	20
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	21

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	22
3.2.	Nivel de investigación	22
3.3.	Método de investigación.....	22
3.4.	Diseño de investigación.....	23
3.5.	Población y muestra	23
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	24
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	24
3.9.	Tratamiento estadístico.....	24
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	24

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.	25
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	26
4.3.	Prueba de hipótesis	59
4.4.	Discusión de resultados	60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Coordenadas de la laguna Palcash 1	26
Tabla 2. Conductividad eléctrica	26
Tabla 3. Turbiedad.....	27
Tabla 4. Color.....	27
Tabla 5. Potencial de hidrógeno	28
Tabla 6. Cloro.....	29
Tabla 7. Coliformes totales.....	30
Tabla 8. Coliformes termotolerantes	31
Tabla 9. Bacterias Heterótrofas	32
Tabla 10. Escherichia coli	33
Tabla 11. Cloruros	34
Tabla 12. Sulfatos.....	35
Tabla 13. Dureza total	36
Tabla 14. Amoníaco	37
Tabla 15. Hierro.....	38
Tabla 16. Manganeso.....	39
Tabla 17. Aluminio.....	40
Tabla 18. Cobre	41
Tabla 19. Zinc.....	42
Tabla 20. Sodio.....	43
Tabla 21. Antimonio.....	44
Tabla 22. Arsénico.....	45
Tabla 23. Bario	46
Tabla 24. Boro	47
Tabla 25. Cadmio	48
Tabla 26. Cianuro	49
Tabla 27. Clorito.....	50
Tabla 28. Cromo total.....	51
Tabla 29. Flúor	52
Tabla 30. Mercurio	53

Tabla 31. Níquel	54
Tabla 32. Plomo.....	55
Tabla 33. Selenio	56
Tabla 34. Molibdeno	57
Tabla 35. Uranio.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. Resultados de la conductividad	26
Gráfico 2. Resultados de la turbiedad.....	27
Gráfico 3. Resultados del color	28
Gráfico 4. Resultados de del potencial de hidrógeno	29
Gráfico 5. Resultados del cloro	30
Gráfico 6. Resultados de coliformes totales	31
Gráfico 7. Resultados de coliformes termotolerantes.....	32
Gráfico 8. Resultados de Bacterias Heterótrofas.....	33
Gráfico 9. Resultados de Escherichia Coli	34
Gráfico 10. Resultados de los Cloruros.....	35
Gráfico 11. Resultados de los sulfatos	36
Gráfico 12. Resultados de la dureza total.....	37
Gráfico 13. Resultados del amoniaco	38
Gráfico 14. Resultados del hierro.....	39
Gráfico 15. Resultados del manganeso	40
Gráfico 16. Resultados del aluminio	41
Gráfico 17. Resultados del cobre.....	42
Gráfico 18. Resultados del Zinc	43
Gráfico 19. Resultados del Sodio	44
Gráfico 20. Resultados del antimonio	45
Gráfico 21. Resultados del Arsénico	46
Gráfico 22. Resultados del Bario.....	47
Gráfico 23. Resultados del Boro	48
Gráfico 24. Resultados del Cadmio.....	49
Gráfico 25. Resultados del Cianuro.....	50
Gráfico 26. Resultados del Clorito	51
Gráfico 27. Resultados del cromo total	52
Gráfico 28. Resultados del Flúor.....	53
Gráfico 29. Resultados del mercurio	54
Gráfico 30. Resultados del Níquel.....	55

Gráfico 31. Resultados del plomo	56
Gráfico 32. Resultados del selenio	57
Gráfico 33. Resultados del Molibdeno	58
Gráfico 34. Resultados del Uranio	59

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El problema principal en algunos casos es la incertidumbre y la falta de información confiable sobre la calidad del agua en una determinada área geográfica, el cual es un factor crucial para la salud humana y el bienestar del ecosistema, y su evaluación precisa es esencial para garantizar un suministro seguro y sostenible de agua potable.

La contaminación del agua es uno de los problemas actuales en el mundo que son de vital importancia realizar un estudio de calidad antes de ser usadas como agua para el uso de consumo humano.

La contaminación de los recursos hídricos en América Latina es un problema ambiental significativo que afecta a la salud humana. Entre los principales contaminantes tenemos las descargas de aguas residuales domésticas e industriales discurridas a los ríos y cuerpos de agua sin un tratamiento adecuado,

otro agente es la agricultura intensiva, como el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas. La actividad minera, especialmente la minería a gran escala puede liberar metales pesados y productos químicos tóxicos en los ríos y arroyos. Esto no solo afecta directamente a la vida acuática, sino que también contamina el agua utilizada para el consumo humano y la agricultura y por último uno de los contaminantes más agresivos son los residuos sólidos que llegan hasta el mar en la mayoría de los países de América del sur.

En esta oportunidad hemos elegido hacer nuestro estudio en la laguna de Palcash 1 ubicada en el distrito de Vicco provincia de Pasco para determinar la calidad del agua para consumo humano teniendo en cuenta que se encuentra en terrenos que tienen abundante cantidad de minerales.

1.2. Delimitación de la investigación

Tema de investigación

Esta investigación está delimitada a hacer la evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco

Delimitación espacial

Departamento: Pasco

Provincia: Pasco

Distrito: Vicco

Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo durante un período de seis meses para la toma de muestras y el desarrollo el proyecto.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la Calidad del Agua para consumo humano determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco -2024?
- ¿Cuáles es la concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la Calidad del Agua para consumo humano mediante los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco -2024

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024.
- Determinar la concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024.

1.5. Justificación de la investigación

Teniendo en consideración que la mayor parte de las aguas superficiales están contaminadas desde lo antropogénico y por contaminación natural, motivo

por el cual se justifica que el estudio de la calidad del agua de la laguna Palcash 1 podría estar contaminada de forma natural por metales pesados, sales diversas y por algunos indicadores microbiológicos producto del pastoreo de ganado por sus alrededores.

Por la gran explosión demográfica se está creando la necesidad de mayor cantidad de agua, pero con la calidad que garantice la salud del ser humano en general

Esta investigación se realizó gracias a los recursos humanos y económicos y de la abundante información existente en los medios electrónicos para proceder con este trabajo.

Este estudio beneficiará a todos los sectores de los pueblos que requieran del recurso hídrico de la laguna Palcash 1.

Este estudio tendrá una gran utilidad metodológica, por que servirá de base para futuras investigaciones y ser comparadas el deterioro o mejoramiento del agua en diferentes periodos.

Este trabajo contribuirá a los diversos estudios que se realizan sobre la calidad del agua para consumo humano en todo el Perú y particularmente en Pasco donde se está realizando este estudio para mejorar la calidad a través del mejoramiento convencional o avanzado del agua si se requiere

1.6. Limitaciones de la investigación

La propuesta y planteamiento de esta investigación no ha presentado ninguna limitación, donde los recursos económicos, disposición de personal, ha sido factible oportunamente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes internacionales

Briñez et al. (2012) Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima

Este estudio analizó la calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas del Tolima y su posible relación con enfermedades como la Hepatitis A y la diarrea aguda. Usando datos oficiales del año 2010, se revisaron los reportes de salud y de calidad del agua en 47 municipios. Se encontró que más del 60% de los municipios tenían agua no apta para el consumo, y algunos fueron clasificados como de alto riesgo sanitario. Además, cerca del 28% presentaron contaminación por coliformes. Aunque no se detectó una relación directa entre la mala calidad del agua y las enfermedades, sí hubo conexión con factores como el acceso a servicios de agua y alcantarillado y el nivel educativo. El estudio

recomienda mejorar la calidad del agua, ampliar los servicios básicos y fomentar hábitos de higiene.

Ríos et al. (2017) Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano

El fortalecimiento en los sistemas de abastecimiento de agua representa una estrategia clave para abordar problemas prioritarios de Salud Pública. En este contexto, resulta esencial el diseño e implementación de modelos integrales de evaluación y gestión que aseguren la calidad del recurso hídrico. Aunque existen diversas metodologías para la detección de contaminación microbiana, su aplicación a gran escala se ve limitada por los altos costos, el tiempo requerido para el análisis y el aislamiento en cultivo de los agentes microbiológicos, lo cual restringe la evaluación efectiva de la calidad microbiológica del agua potable. El uso de microorganismos bioindicadores emerge como una alternativa costo-efectiva que permite optimizar las acciones de tratamiento, vigilancia y control de enfermedades de origen hídrico. Esta revisión tuvo como propósito identificar y describir los principales indicadores microbiológicos utilizados en el análisis del agua para consumo humano, con miras a proponer un esquema de monitoreo adaptado a las condiciones del contexto colombiano. Los hallazgos respaldan la inclusión, como bioindicadores, de diversos agentes microbianos-incluidos virus, bacterias distintas a las tradicionalmente normadas y ciertos parásitos-en los sistemas de monitoreo. Asimismo, evidencian la necesidad de establecer valores de referencia y seleccionar los microorganismos con base en análisis específicos de la carga microbiana detectada en etapas de validación, operación y verificación. Esta revisión constituye un insumo relevante para la actualización

normativa en Colombia, fundamentado en la integración de estándares internacionales y las particularidades locales.

Torres et al. (2009) Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica

La degradación de las fuentes hídricas utilizadas para abastecimiento tiene un impacto directo en el nivel de riesgo sanitario asociado, así como en la complejidad y tipo de tratamiento requerido para garantizar la potabilidad del recurso. En este contexto, la evaluación de la calidad del agua es una herramienta fundamental para orientar estrategias de control y mitigación del riesgo, asegurando así un suministro seguro para el consumo humano. Los Índices de Calidad del Agua (ICA) representan una herramienta útil para esta evaluación. En particular, los índices de tipo multiplicativo presentan mayor sensibilidad ante cambios en la calidad del agua, en comparación con los de tipo aditivo. Los índices que integran variabilidad temporal y espacial, y que permiten contrastar los resultados con los límites normativos locales —como el índice canadiense CCME-WQI o el DWQI— resultan especialmente adecuados para cuerpos de agua sometidos a fluctuaciones constantes en su calidad, como es el caso del río Cauca. En términos de uso para abastecimiento humano, valores del ICA entre 90 y 100 generalmente indican una calidad del agua que solo requiere desinfección, mientras que rangos entre 50 y 90 implican la necesidad de tratamientos convencionales, y en algunos casos, intervenciones especiales con mayores exigencias técnicas y costos operativos.

Guzmán et al (2015) La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012

La calidad del agua destinada al consumo humano se ha relacionado estrechamente con la incidencia de múltiples enfermedades transmisibles. El análisis de dicha relación permite evidenciar el impacto sanitario derivado de la exposición a agua no segura, lo que resulta fundamental para orientar estrategias de prevención y promoción en salud ambiental. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano y su asociación con indicadores de morbilidad y mortalidad en Colombia durante el periodo 2008–2012.

Para ello, se emplearon métodos de estadística descriptiva sobre la base de datos del sistema de vigilancia de calidad del agua, considerando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos clave: coliformes totales, *Escherichia coli*, turbiedad, color, pH, cloro residual libre y el índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA). Estos indicadores se correlacionaron con tasas de mortalidad infantil y morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA), enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) y hepatitis A. Adicionalmente, se elaboró una cartografía de riesgo que permitió identificar municipios con alta vulnerabilidad tanto en términos de calidad del agua como de mortalidad infantil. Los hallazgos revelaron un elevado número de municipios en los que los niveles de potabilidad no cumplían con los estándares establecidos por la normativa vigente, siendo recurrentes las deficiencias relacionadas con la presencia de *E. coli*, coliformes totales y la ausencia de cloro residual libre. Estas deficiencias fueron más pronunciadas en zonas rurales. La variable calidad del agua mostró una correlación significativa con la mortalidad infantil, lo cual subraya su relevancia como determinante en la salud de la población pediátrica. En conclusión, el estudio evidencia que la calidad del agua incide de manera importante en la

mortalidad infantil, por lo que se recomienda el fortalecimiento de las políticas públicas orientadas al mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Asimismo, se destaca la necesidad de robustecer los programas de vigilancia en salud ambiental como mecanismo esencial para la intervención efectiva en el territorio y la mejora sostenida de los indicadores sanitarios.

Antecedentes nacionales

López (2024) Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y la satisfacción del usuario en el centro poblado Chiriaco durante el año 2021, Bagua – Amazonas

La presente investigación tuvo como finalidad estimar la relación entre la vigilancia de la calidad del agua destinada al consumo humano y el nivel de satisfacción de los usuarios en el centro poblado de Chiriaco, ubicado en Bagua – Amazonas, durante el año 2021. El estudio se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo, con un diseño correlacional de tipo descriptivo. En el contexto de la gestión pública local, Chiriaco cuenta con un protocolo de monitoreo de parámetros de calidad del agua en campo, el cual guía las acciones de intervención sobre los 2,824 usuarios del sistema de abastecimiento domiciliario de agua potable. La muestra estuvo compuesta por 66 usuarios seleccionados mediante muestreo aleatorio. Para la recolección de datos, se aplicaron dos cuestionarios estructurados: uno destinado a evaluar la percepción sobre la vigilancia de la calidad del agua (15 ítems), y otro orientado a medir el nivel de satisfacción del usuario respecto al servicio de agua clorada (15 ítems). La información recopilada fue procesada mediante estadística descriptiva, representando los resultados a través de gráficos y tablas. Para la prueba de hipótesis se recurrió al análisis inferencial. Los resultados indicaron que el 22,7%

de los encuestados percibía una vigilancia deficiente, el 59,1% la calificó como regular, y solo el 18,2% la consideró buena. En relación con la satisfacción del servicio, el 45,5% manifestó un nivel medio, el 31,8% bajo y el 22,7% alto. El análisis de correlación mediante el coeficiente de Spearman arrojó un valor de 0.672 con un p-valor de 0.000 ($p < 0.01$), lo cual evidencia una correlación positiva, significativa y de magnitud alta entre la vigilancia de la calidad del agua y la satisfacción del usuario en el contexto evaluado.

Alva (2024) Calidad y factores de riesgo del agua para consumo humano en el distrito de Pacasmayo - La Libertad, Perú, 2021

El agua potable constituye un recurso esencial para la supervivencia humana y es indispensable tanto para el consumo directo como para múltiples actividades socioeconómicas. No obstante, su calidad puede verse comprometida por la introducción de contaminantes de origen físico, químico o microbiológico en los sistemas de abastecimiento, representando un riesgo significativo para la salud pública. En este contexto, se llevó a cabo una evaluación de la calidad del agua destinada al consumo humano en el distrito de Pacasmayo, región La Libertad, Perú, durante el periodo comprendido entre marzo y mayo del año 2021, con el objetivo de identificar los principales factores de riesgo asociados a su deterioro. El estudio incluyó el análisis de diversos puntos del sistema de abastecimiento: una laguna fuente, tres pozos, y los reservorios denominados Fábrica, Porvenir y Palmeras, así como un punto final en la red de distribución. La caracterización de estos puntos se realizó mediante observación directa, apoyada en registro fotográfico y anotaciones técnicas. Se efectuaron muestreos mensuales (marzo, abril y mayo), en los cuales se midieron parámetros físicos, químicos y microbiológicos conforme a protocolos establecidos. Los resultados

evidenciaron que el agua suministrada no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa sanitaria nacional, tanto en los análisis fisicoquímicos como en los microbiológicos. Se identificaron múltiples factores de riesgo que contribuyen a la disminución de la calidad del agua, entre ellos fenómenos físicos como precipitaciones intensas, arrastre de sólidos por canales de riego y desbordes de cuerpos de agua; factores biológicos como la presencia de fauna en las fuentes; y condiciones socioecológicas adversas, tales como deterioro de las infraestructuras (tuberías oxidadas y en mal estado), deficiente mantenimiento de equipos y redes, prácticas inadecuadas de disposición de residuos sólidos en canales, y la ausencia de procedimientos sistemáticos de limpieza y desinfección. Se concluye que el agua del sistema de abastecimiento del distrito de Pacasmayo presenta condiciones que la hacen no apta para el consumo humano, y que los factores de riesgo identificados están directamente vinculados a su alteración, incrementando la probabilidad de aparición de enfermedades transmitidas por agua contaminada, especialmente infecciones intestinales causadas por patógenos.

Aguilar & Navarro (2018) Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017

El presente estudio fue desarrollado en la comunidad de Llañucancha, ubicada en la ciudad de Abancay, durante el año 2017, con el objetivo de evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano mediante la determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Dentro de los parámetros físicos analizados se incluyeron conductividad eléctrica, temperatura, turbiedad y sólidos totales disueltos; mientras que los parámetros químicos comprendieron

pH, dureza total, concentración de cloruros, sulfatos y alcalinidad. Asimismo, se evaluó la calidad microbiológica a través del recuento de coliformes totales y coliformes termotolerantes. Las muestras de agua fueron recolectadas de la fuente de captación de Siracachayoc y analizadas en el laboratorio de control de calidad de agua de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) de la Dirección Regional de Salud Apurímac. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el software estadístico SPS, siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en la Norma Técnica N.º 031-DIGESA (2012) y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano del MINAM (2012). Los resultados obtenidos para los parámetros físicos y químicos mostraron valores dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa nacional. Se reportaron promedios de pH de 7.78 ± 4.0 , temperatura de 17.43 ± 8.2 °C, conductividad de 138.12 ± 4.1 µS/cm y alcalinidad de 73.68 ± 10.3 mg/L. En cuanto a los parámetros químicos, se registraron valores promedio de dureza total de 74.28 ± 13.3 mg/L, calcio de 23.35 ± 7.9 mg/L, magnesio de 4.74 ± 9.8 mg/L y cloruros de 74 ± 15.6 mg/L. Sin embargo, los resultados microbiológicos evidenciaron una significativa contaminación bacteriana en todos los puntos del sistema de abastecimiento. Los coliformes totales presentaron valores promedio de 18.67 ± 28.05 UFC/100 mL en la captación, 18.08 ± 13.51 en el reservorio y 29.08 ± 24.6 en las piletas domiciliarias. Para los coliformes termotolerantes, se registraron valores de 6.67 ± 16.83 , 1.75 ± 2.60 y 6.25 ± 16.94 UFC/100 mL, respectivamente. Estos niveles superan ampliamente el valor máximo permisible establecido por la normativa (<1 UFC/100 mL), lo cual indica una inadecuada calidad microbiológica del agua y la no aptitud del recurso hídrico para el consumo humano.

Pérez (2021) Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vitor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019

La presente investigación evaluó la calidad microbiológica del agua destinada al consumo humano en el Valle de Vitor (Arequipa), mediante la técnica del Número Más Probable (NMP) para la cuantificación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, complementada con recuentos en placa de bacterias aerobias mesófilas e identificación bioquímica de cepas bacterianas. Además, se analizaron parámetros fisicoquímicos relevantes como el cloro residual, la turbiedad, la conductividad eléctrica y el pH. El estudio contempló seis campañas de muestreo quincenales en diez puntos estratégicos de la planta de tratamiento, recolectando las muestras por triplicado. Los análisis fueron realizados siguiendo los lineamientos establecidos por los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas (APHA, AWWA), y los resultados se compararon con los estándares establecidos por la OMS y la normativa nacional sobre calidad del agua para consumo humano. Los resultados indicaron que todas las muestras evaluadas cumplían con los límites establecidos para los parámetros fisicoquímicos. Sin embargo, se detectaron niveles elevados de contaminación microbiológica. El punto M4 (decantador) presentó la concentración más alta de coliformes totales (135,95 NMP/100 ml), mientras que el punto M2 (sedimentador) mostró la mayor carga de coliformes termotolerantes (53,60 NMP/100 ml). En cuanto a *E. coli*, se evidenció presencia en todos los puntos muestreados, superando los límites normativos, con una concentración máxima también en M2. Solo los puntos M7 (reservorio secundario derecho) y M8 (conexión domiciliaria derecha) no excedieron los valores permitidos para esta bacteria. Se identificaron seis géneros bacterianos en la planta de tratamiento:

Citrobacter sp., *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter aerogenes*, *Providencia* sp. y *Escherichia coli*, siendo más prevalentes en los puntos M1 (captación) y M2 (sedimentador). En cuanto a bacterias aerobias mesófilas, el punto M8 mostró conteos de 1×10^{-2} UFC y 8×10^{-2} UFC en la segunda y quinta campaña, respectivamente. En conclusión, aunque el agua cumplió con los parámetros fisicoquímicos, los hallazgos microbiológicos revelan incumplimiento de las normativas vigentes, lo que representa un riesgo para la salud pública. Se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo y riguroso de las fuentes de abastecimiento y distribución del agua en la zona.

2.2. Bases teóricas – científicas

1. **Calidad del Agua Potable:** La calidad del agua potable es fundamental para garantizar la salud humana. Las bases científicas de la contaminación del agua para consumo humano se centran en la presencia de contaminantes que pueden afectar directa o indirectamente la salud de las personas. Estos contaminantes incluyen microorganismos patógenos, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, metales pesados, y otros compuestos perjudiciales.
2. **Microbiología del Agua:** La presencia de microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, en el agua puede causar enfermedades transmitidas por el agua, como la cólera, la fiebre tifoidea y la giardiasis. La microbiología del agua se basa en la detección y eliminación de estos microorganismos para garantizar la seguridad del agua potable.
3. **Normas de Calidad del Agua:** Las organizaciones de salud y ambientales establecen normas y límites para los diferentes contaminantes presentes en el agua potable. Estas normas se basan en investigaciones científicas que determinan los niveles seguros para la ingestión humana. Por ejemplo, la

Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en Estados Unidos establecen directrices y estándares para la calidad del agua.

4. **Toxicología del Agua:** La toxicología del agua se ocupa de los efectos tóxicos de los contaminantes en la salud humana. Los estudios toxicológicos evalúan la dosis y la exposición a diferentes sustancias químicas presentes en el agua, identificando posibles efectos agudos y crónicos.
5. **Ciclo Hidrológico y Contaminación:** Comprender el ciclo hidrológico es esencial para abordar la contaminación del agua destinada al consumo humano. Las actividades humanas, como la agricultura, la industria y el vertido de desechos, pueden introducir contaminantes en fuentes de agua potable. La gestión adecuada del agua debe considerar este ciclo y minimizar la entrada de contaminantes.
6. **Infraestructura de Tratamiento de Agua:** Las bases teóricas también incluyen la tecnología y la ingeniería detrás de las plantas de tratamiento de agua. Procesos como la filtración, la desinfección y la purificación son fundamentales para eliminar o reducir la presencia de contaminantes y garantizar que el agua sea segura para el consumo humano.
7. **Impacto en la Salud Pública:** La contaminación del agua para consumo humano tiene implicaciones directas en la salud pública. Los estudios epidemiológicos analizan la relación entre la exposición a contaminantes del agua y la prevalencia de enfermedades en comunidades afectadas.
8. **Ciclo del agua:** El ciclo del agua es un proceso natural en el que el agua se mueve a través de la atmósfera, la tierra y los cuerpos de agua. La

contaminación del agua altera este ciclo al introducir sustancias químicas y contaminantes que no forman parte de los procesos naturales.

9. **Principio del desarrollo sostenible:** El desarrollo sostenible implica la gestión responsable de los recursos naturales para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La contaminación del agua va en contra de los principios del desarrollo sostenible al agotar y degradar los recursos hídricos.
10. **Bioacumulación:** Muchos contaminantes del agua, como los metales pesados y los productos químicos tóxicos, pueden acumularse en los organismos acuáticos a través de un proceso llamado bioacumulación. Esto puede afectar a toda la cadena alimentaria, ya que los organismos más grandes que consumen a los más pequeños pueden acumular concentraciones más altas de contaminantes.
11. **Impacto en la biodiversidad:** La contaminación del agua puede tener efectos negativos significativos en la biodiversidad acuática. Los contaminantes pueden dañar o destruir hábitats, afectar la reproducción y supervivencia de especies acuáticas, y causar cambios en la composición de las comunidades biológicas.
12. **Eutrofización:** La eutrofización es un fenómeno causado por el exceso de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, en el agua. Estos nutrientes pueden provenir de actividades humanas, como la agricultura y el vertido de aguas residuales. La eutrofización conduce al crecimiento excesivo de algas, lo que agota el oxígeno en el agua y puede provocar la muerte de organismos acuáticos.

13. **Contaminantes comunes:** Los contaminantes del agua incluyen una amplia variedad de sustancias, como metales pesados, pesticidas, herbicidas, productos químicos industriales, desechos orgánicos y productos farmacéuticos. La presencia de estos contaminantes puede tener impactos graves en la calidad del agua y en la salud humana.
14. **Normativas y regulaciones:** Las normativas y regulaciones ambientales establecen límites y estándares para la descarga de contaminantes en los cuerpos de agua. La no conformidad con estas normativas contribuye a la contaminación del agua y puede resultar en sanciones legales.

2.3. Definición de términos básicos

1. **Contaminación del agua:** La contaminación del agua se refiere a la introducción de sustancias o agentes contaminantes en cuerpos de agua, como ríos, lagos, acuíferos o fuentes subterráneas, que alteran su calidad y pueden representar riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
2. **Contaminantes del agua:** Son sustancias o elementos presentes en el agua en concentraciones superiores a los niveles naturales, que pueden tener efectos adversos en la salud humana, la vida acuática y el entorno. Los contaminantes pueden ser de origen biológico, químico o físico.
3. **Microorganismos patógenos:** Son organismos pequeños, como bacterias, virus y parásitos, que pueden causar enfermedades en los seres humanos cuando se ingieren a través del agua contaminada. La presencia de microorganismos patógenos es una preocupación principal en la contaminación del agua potable.
4. **Normas de calidad del agua:** Son criterios y límites establecidos por autoridades sanitarias y ambientales para garantizar la calidad del agua

destinada al consumo humano. Estas normas especifican los niveles aceptables de diferentes contaminantes y parámetros, asegurando la seguridad para la salud pública.

5. **Tratamiento de agua:** Es el proceso mediante el cual el agua cruda se trata para eliminar, reducir o neutralizar los contaminantes presentes. Los métodos de tratamiento pueden incluir filtración, desinfección (como cloración o ozonización), sedimentación y procesos químicos para garantizar la potabilidad del agua.
6. **Ciclo hidrológico:** Es el proceso natural en el cual el agua se mueve continuamente entre la atmósfera, la tierra y los cuerpos de agua. Comprender el ciclo hidrológico es esencial para abordar la contaminación del agua, ya que las actividades humanas pueden afectar diferentes etapas de este ciclo.
7. **Eutrofización:** Es un proceso en el que cuerpos de agua como lagos o embalses acumulan exceso de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, a menudo debido a la escorrentía de fertilizantes agrícolas. Este enriquecimiento nutricional puede provocar un crecimiento descontrolado de algas, afectando negativamente la calidad del agua y la vida acuática.
8. **Infiltración:** Es el proceso mediante el cual el agua se mueve desde la superficie del suelo hacia las capas subterráneas. La infiltración puede transportar contaminantes desde la superficie hasta los acuíferos, afectando la calidad del agua subterránea.
9. **Desinfección:** Es el proceso de eliminación o inactivación de microorganismos patógenos en el agua para prevenir enfermedades

transmitidas por el agua. Métodos comunes incluyen el uso de cloro, ozono, radiación ultravioleta, entre otros.

10. **Desarrollo sostenible:** Se refiere a la utilización responsable de los recursos naturales para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La contaminación del agua puede ser incompatible con los principios de desarrollo sostenible al agotar y dañar los recursos hídricos.
11. **Plomo (Pb):** El plomo es conocido por ser perjudicial para la salud, especialmente en el desarrollo cognitivo de los niños. La exposición prolongada al plomo a través del agua potable contaminada puede tener efectos graves.
12. **Mercurio (Hg):** El mercurio puede existir en formas orgánicas e inorgánicas. La forma orgánica, el metilmercurio, es particularmente peligroso y puede acumularse en los tejidos de los organismos acuáticos. El consumo de agua o alimentos contaminados con mercurio puede causar daño neurológico.
13. **Cadmio (Cd):** El cadmio es un metal tóxico que puede estar presente en el agua como resultado de la actividad industrial. La exposición crónica al cadmio se ha asociado con problemas renales y otros efectos adversos para la salud.
14. **Arsénico (As):** El arsénico es un metaloide que puede contaminar las fuentes de agua potable, especialmente en ciertas áreas geográficas. La exposición a largo plazo al arsénico en el agua puede estar relacionada con problemas de salud, como cáncer de piel, vejiga y pulmón.
15. El **Decreto Supremo N.º 031-2010-SA (LMP):** aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, el cual establece los

lineamientos normativos para la gestión integral de la calidad del recurso hídrico destinado al consumo humano. Este reglamento regula la vigilancia sanitaria, el control operativo y la supervisión técnica de la calidad del agua, así como las funciones de fiscalización, los procedimientos de autorización, registro y aprobación sanitaria de los sistemas de abastecimiento. Asimismo, define los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y parasitológicos que debe cumplir el agua potable, y dispone mecanismos para la divulgación y acceso público a la información relativa a su calidad.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

“La calidad del agua para consumo humano de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024, es apta para consumo humano

2.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024 cumple con los estándares de calidad de agua para consumo humano.
- La concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna de Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco-2024 cumple con los estándares de calidad de agua para consumo humano.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos

Variable dependiente

Calidad del agua para consumo humano

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
Independiente Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos	Se llevará a cabo un examen de las muestras recolectadas tanto en la entrada como en la salida de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	Análisis fisicoquímicos	Dureza	ppm
			Temperatura	°C
			OD	ppm
			DQO	ppm
			DBO ₅	ppm
			Potencial de Hidrogeno	pH
			Conductividad	μS / cm
			Sulfatos	ppm
			Arsénico	ppm
			Cromo	ppm
			Plomo	ppm
			Cadmio	ppm
			Talio	ppm
			Zinc	ppm
		Análisis microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml
			Coliformes totales	NMP/100ml
Dependiente Calidad del agua para consumo humano	Se evaluará los resultados de los análisis para determinar el nivel de contaminación del agua	Parámetros analizados Para la calidad del agua usada por piscigranja.	Parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos	- ECA Decreto Supremo N°012-2017-MINAM - LMP Decreto Supremo 003-2010-MINAM

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es cuantitativa porque se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a través de mediciones objetivas de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; descriptiva, porque el propósito es caracterizar el estado actual de la calidad del agua para consumo humano en función de indicadores previamente definidos (Hernande y otros, 2014).

3.2. Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel descriptivo, porque permite identificar y describir las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua y correlacional porque permite evaluar la relación entre la contaminación fisicoquímica, microbiológica y la ubicación de fuentes que generan la contaminación.

3.3. Método de investigación

Es descriptivo, porque me permitió describir los resultados obtenidos en el laboratorio y comparativo por que se comparó con los estándares de calidad ambiental de los LMP del Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

3.4. Diseño de investigación

La investigación es no experimental, Porque no se manipulan variables, descriptivo, Porque se pretende caracterizar la calidad del agua a partir de sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, proporcionando un panorama detallado de su estado sin establecer relaciones causales. transversal, Porque la recolección de datos se realiza en un único momento o en un periodo específico, con el fin de obtener el estado de la calidad del agua en ese momento particular.

3.5. Población y muestra

Población

Está constituida por la laguna Palcash 1, es una laguna artificial, formada por escorrentía pluvial y represada, con la finalidad de abastecer de agua para consumo humano al centro poblado de Shelby con un área superficial de $111,615\text{m}^2$ y con una profundidad promedio de 6,5m con un volumen estimado de $725,498\text{m}^3$

Muestra

Se tomó una muestra dentro de la laguna y otra en la salida de la misma.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Seleccionado el punto de monitoreo se tomó muestras para los análisis en el laboratorio usando frascos de 1000 ml a una profundidad de 30cm en forma opuesta al movimiento del agua. Se usó como instrumentos un multiparámetro para la toma de datos in situ de los parámetros fisicoquímicos; botellas de polietileno de un litro esterilizados y etiquetados, indicando el tipo de muestra a

analizar y frascos de vidrio de color ámbar de 500ml para la toma de muestras para los análisis microbiológicos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se seleccionó frascos estériles de plástico porque permiten conservar las característica físico-químicas y microbiológicas del agua sin alteraciones. Se etiquetaron adecuadamente para garantizar trazabilidad, fecha, hora, lugar de muestreo y tipo de análisis a realizar. La validación se hizo a través de un personal capacitado en muestreo de la empresa L&M (Laboratorio Loaysa Murakami S.A.C). Es confiable por que se tomaron las muestras de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad del agua propuesta por el ANA.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se hizo uso de tablas y gráficos de barras, donde se mostrarán las proporciones de cada elemento analizado, como se observa en el capítulo IV

3.9. Tratamiento estadístico

Como solo se tomó una muestra por punto, no es posible aplicar una prueba estadística formal; solo se puede hacer una comparación descriptiva. No se hizo replicación

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La orientación ética se llevó a cabo de manera responsable, respetando los principios éticos y los derechos de todas las partes involucradas, respetando la dignidad, la integridad científica con responsabilidad social.

CÁPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.

Figura 1. Descripción y puntos de monitoreo de la laguna Palcash 1



Tabla 1. Coordenadas de la laguna Palcash 1

Punto	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)
PM1	10°47' 47.80" S	76°12' 08.86" O	4302
PM2	10° 47' 50.62" S	76° 12' 17.68" O	4296

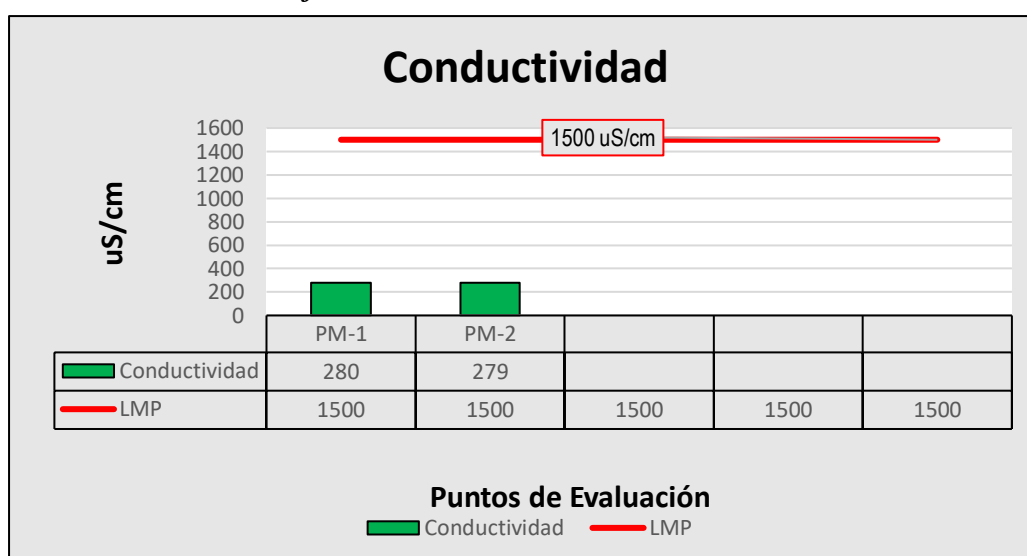
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos

Tabla 2. Conductividad eléctrica

Punto de monitoreo	Conductividad	LMP	Unidades
PM-1	280	1500	μS/cm
PM-2	279	1500	

Gráfico 1. Resultados de la conductividad

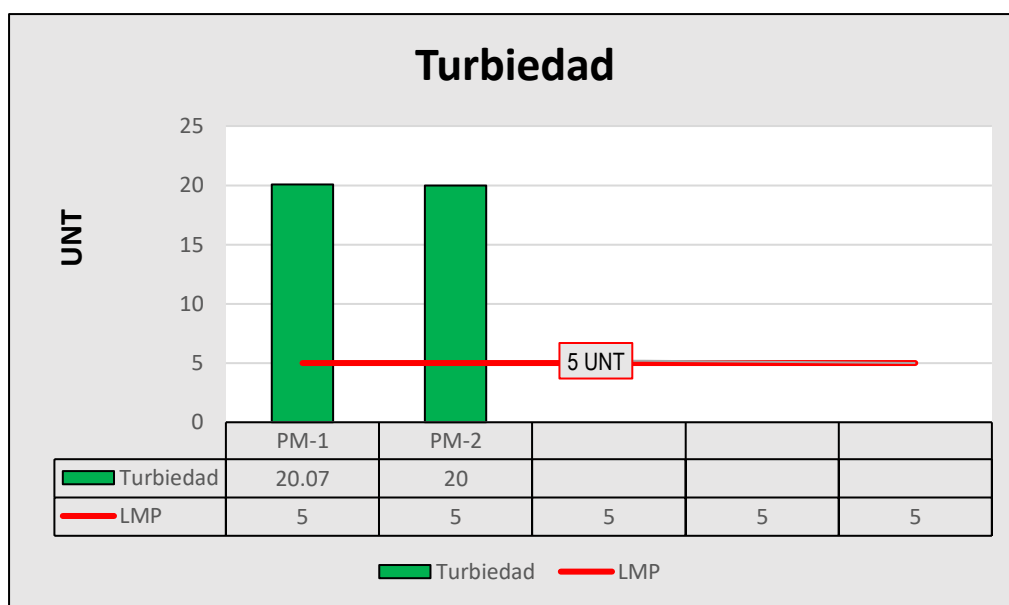


Interpretación. – Un valor de 280 μS/cm como se muestra en el gráfico 1 se encuentra dentro de un rango considerado bajo a moderado en términos de salinidad. Indica que el agua probablemente tiene una baja concentración de sales disueltas y, por lo tanto, es adecuada para consumo humano desde el punto de vista de conductividad, salvo que otros indicadores (como nitratos o metales pesados) presenten valores elevados. Este nivel sugiere que el agua tiene una buena calidad fisicoquímica de conductividad, especialmente si no está asociada a otras fuentes de contaminación.

Tabla 3. Turbiedad

Punto de monitoreo	Turbiedad	LMP	Unidades
PM-1	20,07	5	UNT
PM-2	20	5	

Gráfico 2. Resultados de la turbiedad

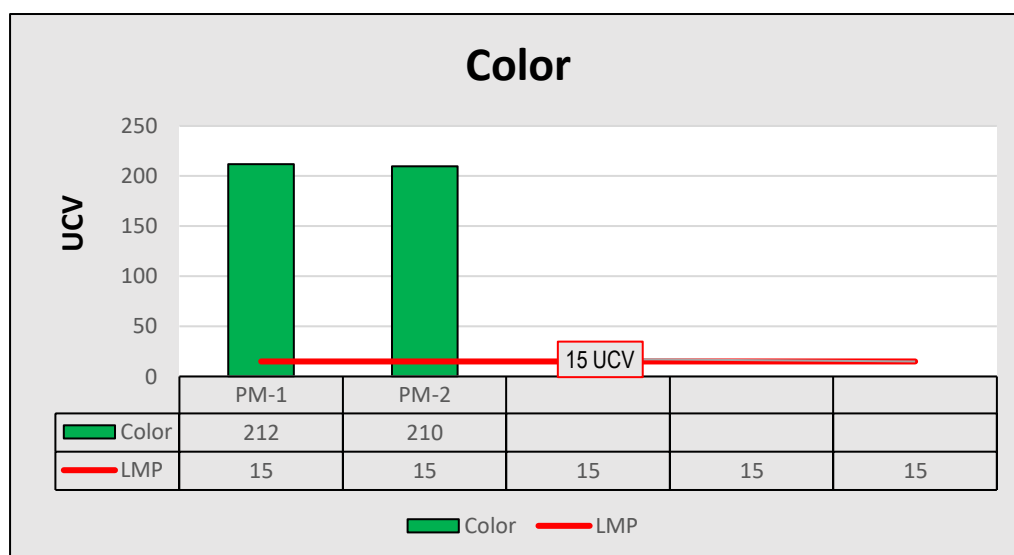


Interpretación. – El valor de **20.07 UNT** excede el parámetro establecido de **5 UNT**, lo que indica que el agua no cumple con los estándares de calidad para consumo humano. Es necesario implementar procesos de tratamiento, como coagulación, floculación, filtración y desinfección, para reducir la turbiedad y garantizar su potabilidad.

Tabla 4. Color

Punto de monitoreo	Color	LMP	Unidades
PM-1	212	15	UCV
PM-2	210	15	

Gráfico 3. Resultados del color

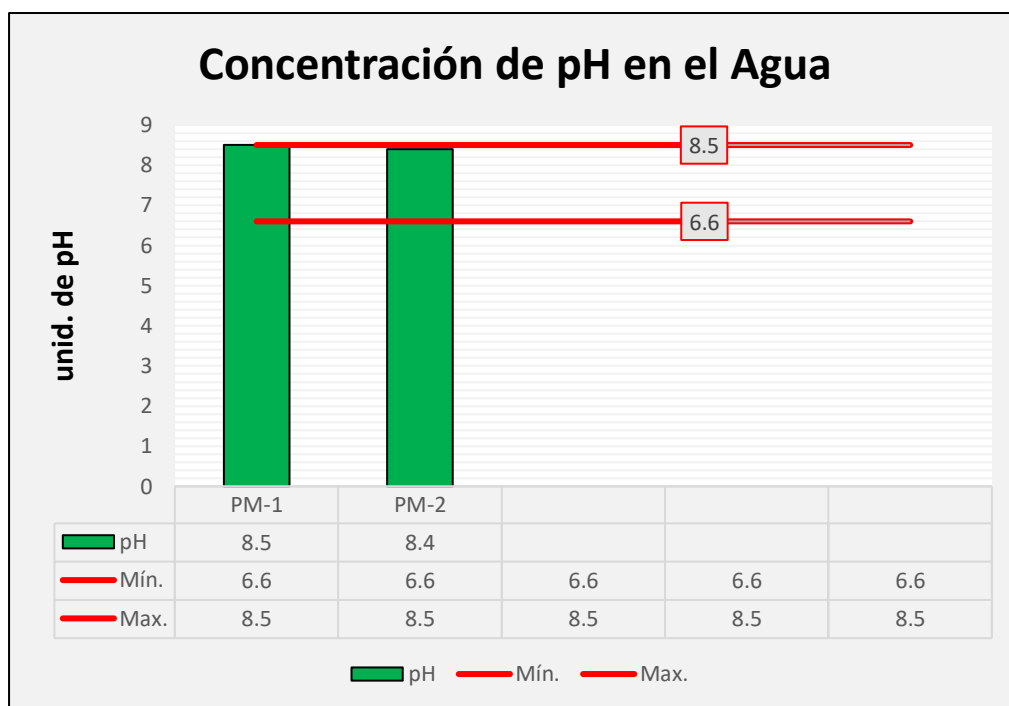


Interpretación. – Según las normas internacionales, como las Directrices de la OMS, y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano del Perú (DS N° 031-2010-SA), el límite máximo permisible de color en agua potable es de 15 UCV. Un valor de 212 UCV excede ampliamente el límite permitido, esto indica una concentración elevada de materiales que pueden provenir de Materia orgánica en descomposición, presencia de metales pesados como hierro y manganeso. El agua con un color de 212 UCV será visiblemente inaceptable para los consumidores, mostrando probablemente un tono amarillo, marrón, o rojizo. Aunque el color en sí no es directamente perjudicial, su elevada magnitud puede ser un indicador de otros problemas como de compuestos orgánicos o señal de contaminación microbiológica.

Tabla 5. Potencial de hidrógeno

Punto de monitoreo	pH	LMP	Unidades
PM-1	8,5	6,6-8,5	pH
PM-2	8,4	6,6-8,5	

Gráfico 4. Resultados de del potencial de hidrógeno

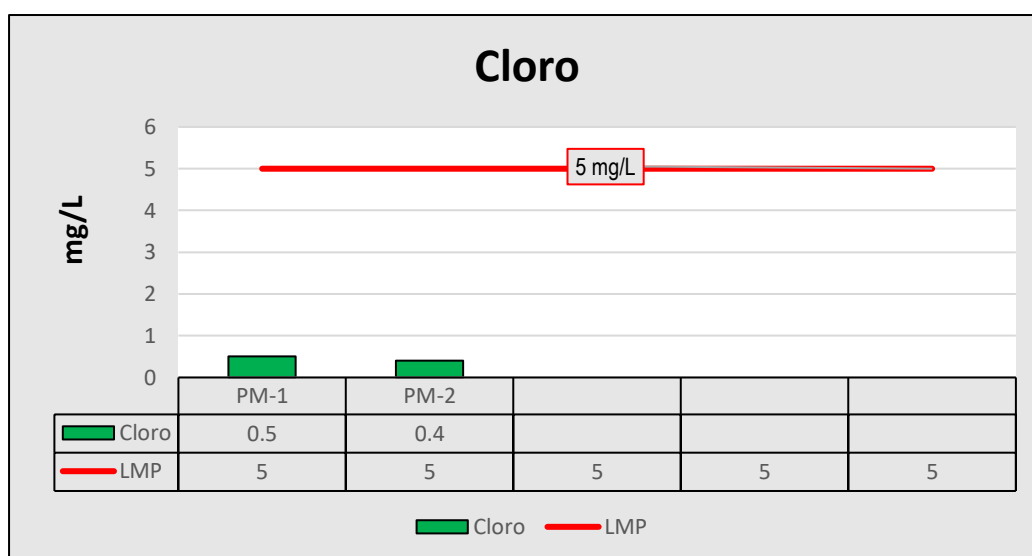


Interpretación. – El valor de 8.5 en la entrada está justo en el límite superior del rango permitido, mientras que el valor de 8.4 en la salida permanece dentro del rango. Esto indica que el agua es ligeramente alcalina, pero cumple con los estándares de calidad establecidos para consumo humano. Un pH cercano al límite superior podría contribuir a depósitos minerales (como carbonato de calcio) en tuberías y sistemas de distribución.

Tabla 6. Cloro

Punto de monitoreo	Cloro	LMP	Unidades
PM-1	0,5	5	mg/L
PM-2	0,4	5	

Gráfico 5. Resultados del cloro

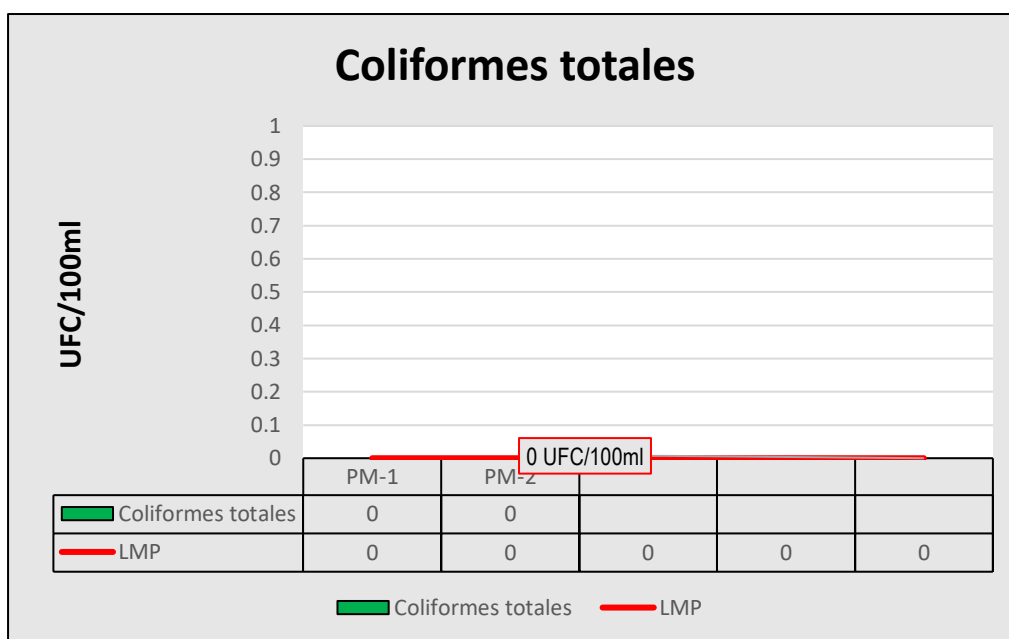


Interpretación. – Según la OMS y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano del Perú (DS N° 031-2010-SA), el límite máximo permitido para cloro residual libre en agua potable es de 5 mg/L. Sin embargo, para garantizar la desinfección efectiva, se recomienda que el cloro residual libre se mantenga entre 0,2 y 0,5 mg/L en el punto de consumo. Para las aguas de la laguna de Palcash 1 el cloro en la entrada (0,5 mg/L) está en el rango óptimo recomendado, lo que indica que tiene una adecuada dosificación del desinfectante. En valor en la salida es de 0,4 mg/L, el cual se mantiene dentro del rango ideal, asegurando que el agua distribuida contiene suficiente cloro residual para la protección contra contaminaciones posteriores en la red de distribución.

Tabla 7. Coliformes totales

Punto de monitoreo	Coliformes totales	LMP	Unidades
PM-1	0	0	UFC/100ml
PM-2	0	0	

Gráfico 6. Resultados de coliformes totales

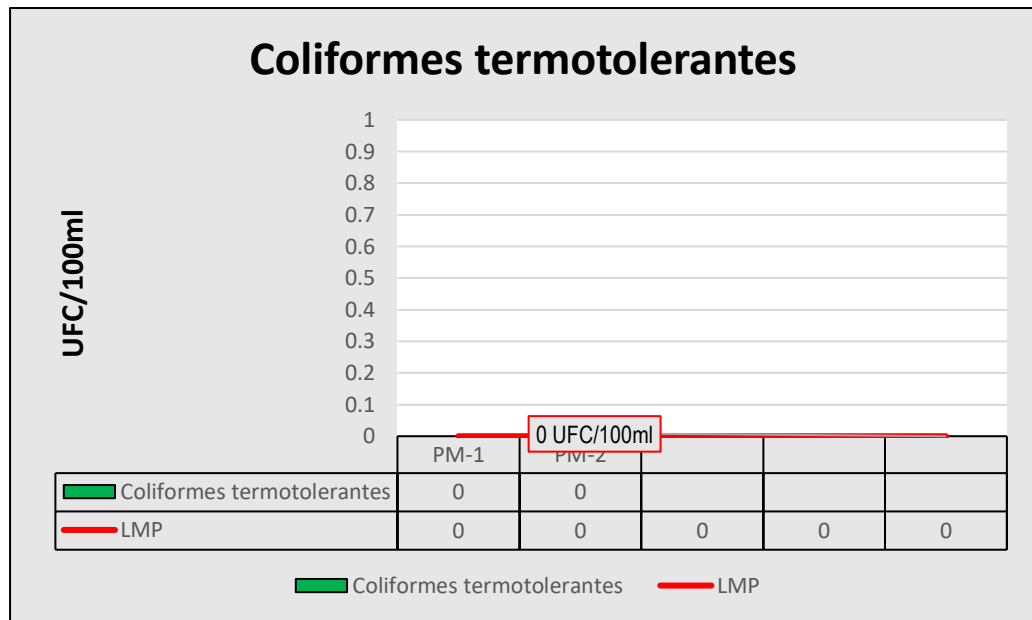


Interpretación. – Tanto en la entrada como en la salida, los valores de 0 UFC/100mL indican que no se detectaron coliformes totales en el agua analizada. Esto es un indicativo de que el agua no está contaminada microbiológicamente en la fuente (entrada) y que el proceso de tratamiento es efectivo para mantenerla libre de estos indicadores. La ausencia de coliformes totales demuestra que el sistema de desinfección, generalmente a base de cloro u otros agentes, está funcionando correctamente. La ausencia de estos indicadores en la salida confirma que el agua entregada a los consumidores es segura desde el punto de vista microbiológico.

Tabla 8. Coliformes termotolerantes

Punto de monitoreo	Coliformes termotolerantes	LMP	Unidades
PM-1	0	0	UFC/100ml
PM-2	0	0	

Gráfico 7. Resultados de coliformes termotolerantes

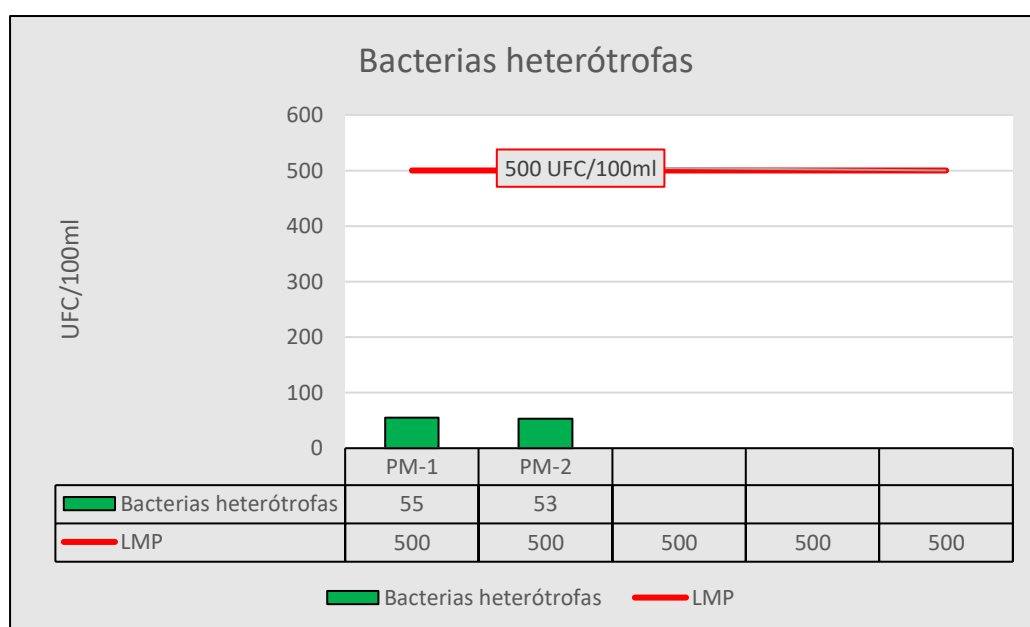


Interpretación. – Los análisis mostrados en el gráfico 7 tanto en la entrada como en la salida, los valores de 0 UFC/100 mL indican la ausencia total de coliformes termotolerantes. Esto sugiere que el agua de la fuente (entrada) no presenta contaminación fecal significativa y que el tratamiento implementado es efectivo para prevenir la contaminación microbiológica en la salida. La ausencia de coliformes termotolerantes demuestra que los procesos de desinfección (como la cloración u otros métodos) están funcionando de manera adecuada. Por lo tanto, la ausencia de este tipo de microorganismos confirma que el agua no representa un riesgo de transmisión de enfermedades de origen hídrico, como diarreas, fiebre tifoidea o cólera.

Tabla 9. Bacterias Heterótrofas

Punto de monitoreo	Bacterias heterótrofas	LMP	Unidades
PM-1	55	5	UFC/100ml
PM-2	53	5	

Gráfico 8. Resultados de Bacterias Heterótrofas

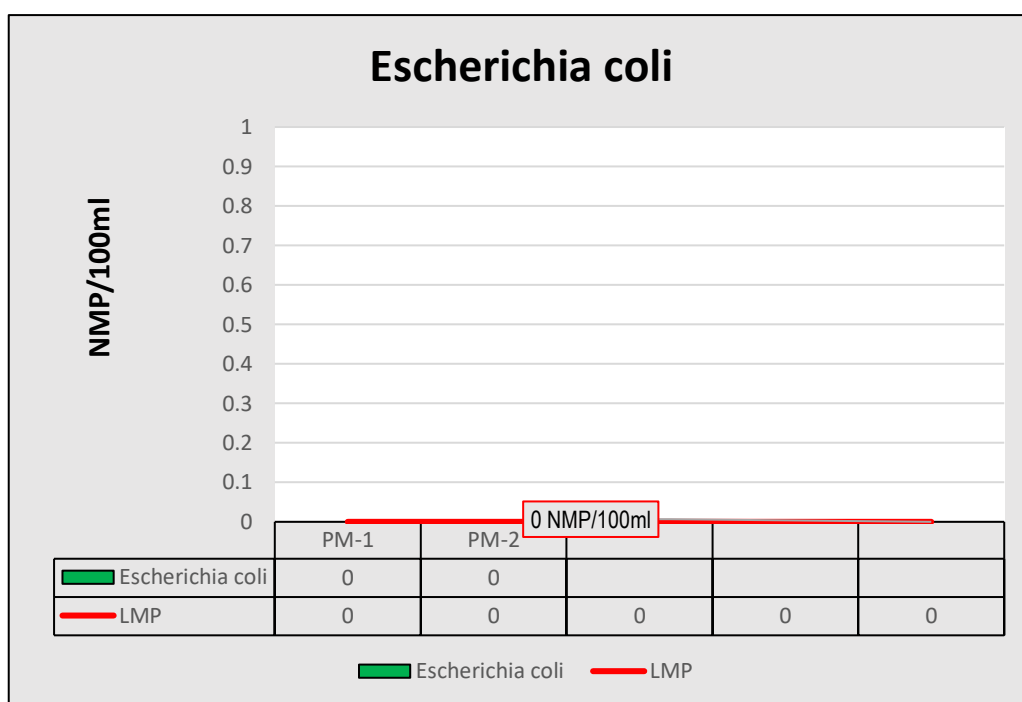


Interpretación. – En la entrada 55 UFC/100mL, el valor indica una moderada presencia de bacterias heterótrofas, posiblemente provenientes de la fuente natural o de contaminación ambiental. En la salida 53 UFC/100mL, el valor permanece prácticamente igual, lo que sugiere que el proceso de tratamiento no eliminó significativamente estas bacterias. Aunque las bacterias heterótrofas no suelen ser patógenas, su presencia puede facilitar el crecimiento de microorganismos más peligrosos o formar biofilms en las tuberías, afectando la calidad microbiológica del agua a largo plazo. Estos valores nos indican que el agua es apta para el consumo humano.

Tabla 10. Escherichia coli

Punto de monitoreo	Escherichia coli	LMP	Unidades
PM-1	0	0	NMP/100ml
PM-2	0	0	

Gráfico 9. Resultados de Escherichia Coli

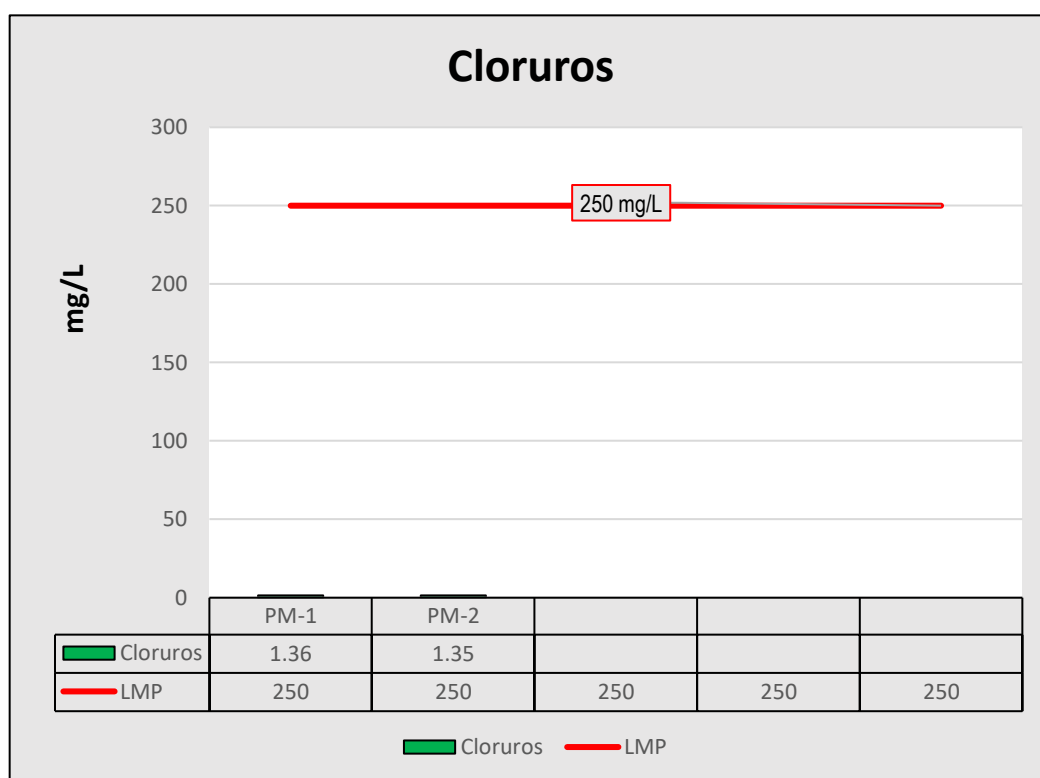


Interpretación. – En la entrada (0 UFC/100 mL), el resultado indica que el agua en su fuente no presenta contaminación fecal significativa. En la salida (0 UFC/100 mL), la ausencia de *E. coli* confirma que el sistema de tratamiento es eficaz para prevenir o eliminar cualquier posible contaminación fecal. La ausencia de *E. coli* indica que el agua no tiene contaminación fecal, lo que reduce significativamente el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, como diarrea, disentería o fiebre tifoidea.

Tabla 11. Cloruros

Punto de monitoreo	Cloruros	LMP	Unidades
PM-1	1,36	250	mg/L
PM-2	1,35	250	

Gráfico 10. Resultados de los Cloruros

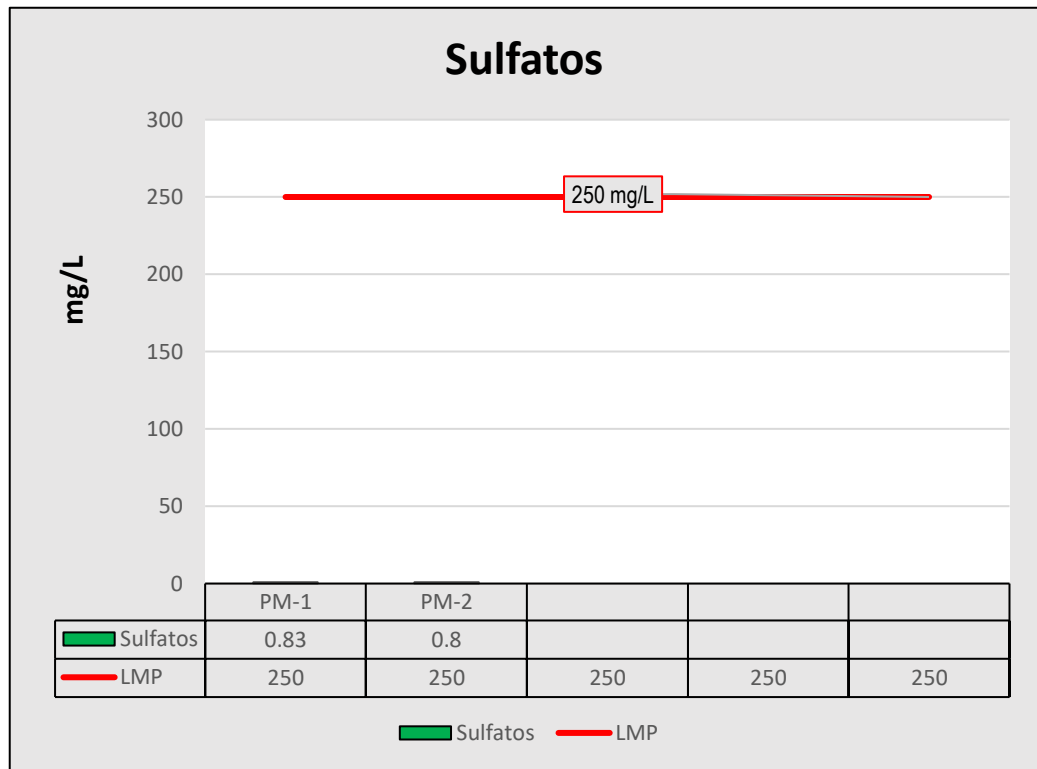


Interpretación. – El valor de 1.36 mg/L en la entrada y 1.35 mg/L en la salida es extremadamente bajo en comparación con el límite establecido de 250 mg/L. Los valores son prácticamente idénticos en la entrada y salida, lo que sugiere que no hubo una adición significativa o eliminación de cloruros durante el proceso de tratamiento, y que estos están presentes en niveles naturales muy bajos. Los niveles de cloruros observados son muy inferiores al límite máximo permitido, por lo que no representan un riesgo para la salud humana.

Tabla 12. Sulfatos

Punto de monitoreo	Sulfatos	LMP	Unidades
PM-1	0,83	250	mg/L
PM-2	0,8	250	

Gráfico 11. Resultados de los sulfatos

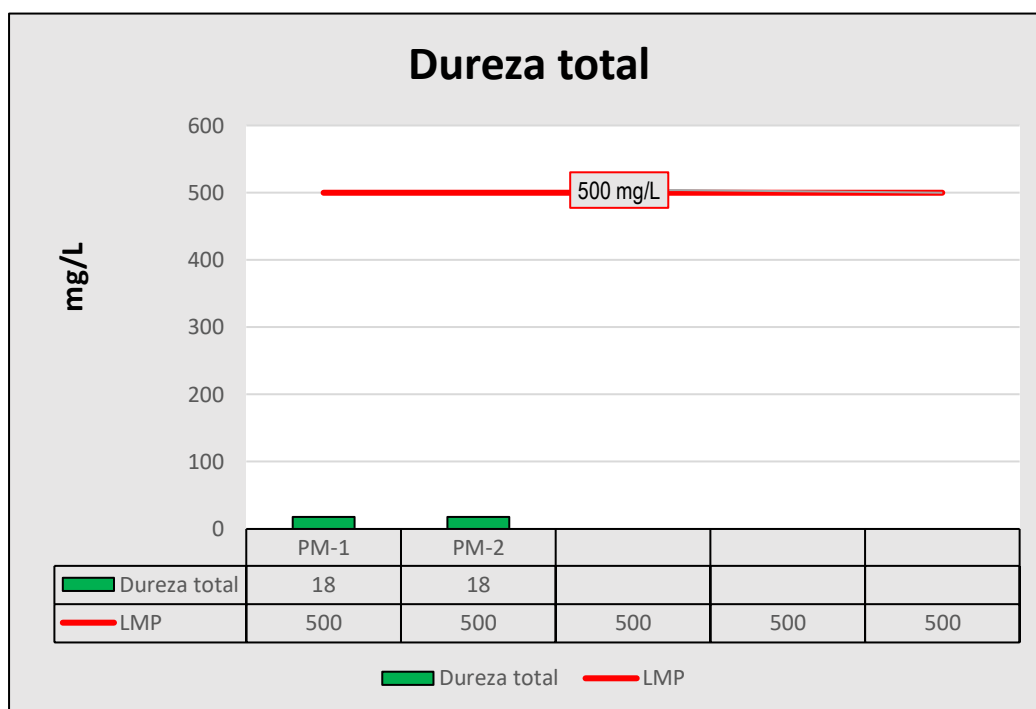


Interpretación. – Los valores de 0.83 mg/L en la entrada y 0.80 mg/L en la salida son extremadamente bajos en comparación con el límite establecido de 250 mg/L. La diferencia mínima entre los valores de entrada y salida indica que no hubo una alteración significativa de los niveles de cloruros durante el proceso de tratamiento, y que los cloruros presentes en el agua son en concentraciones naturales muy bajas. Los valores de cloruros están muy por debajo del límite permitido de 250 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano desde el punto de vista de los cloruros.

Tabla 13. Dureza total

Punto de monitoreo	Dureza total	LMP	Unidades
PM-1	18,00	500	mg/L
PM-2	18,00	500	

Gráfico 12. Resultados de la dureza total

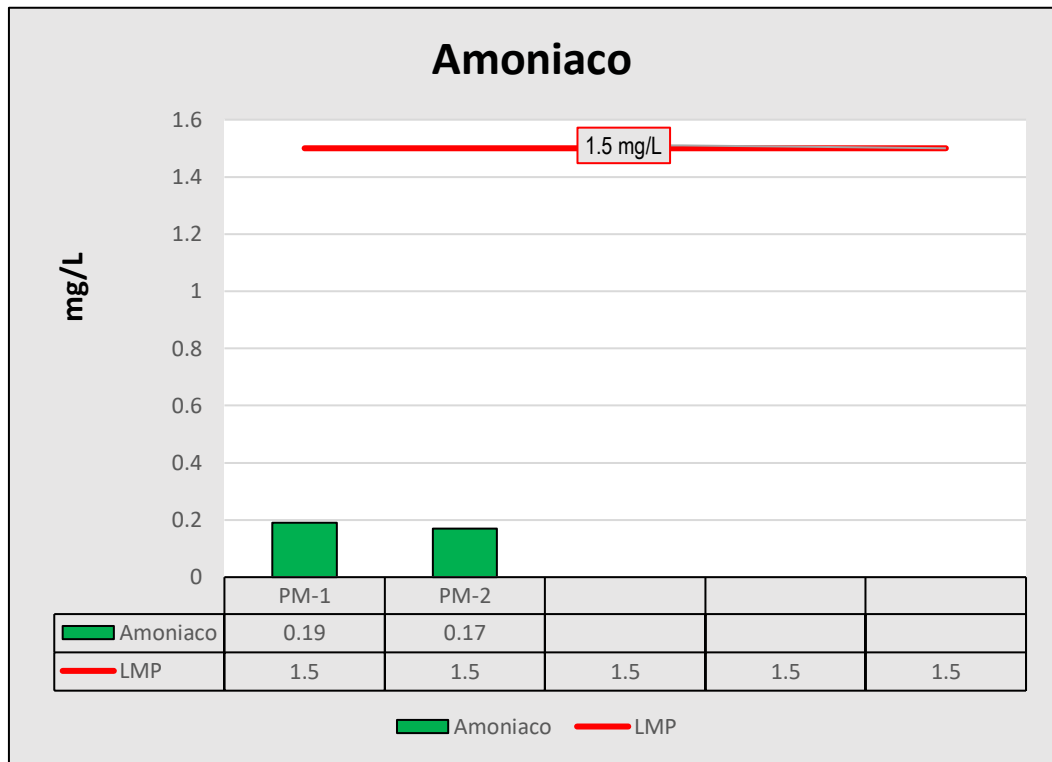


Interpretación. – En la entrada se presenta un valor de 18 mg/L, lo que indica que el agua de la fuente tiene una dureza baja. En la salida, el valor es de 18 mg/L, lo que sugiere que el proceso de tratamiento no ha alterado la dureza del agua y que la dureza permanece constante durante el proceso de purificación. Los valores de 18 mg/L son muy inferiores al límite máximo de 500 mg/L, por lo que el agua es completamente segura para el consumo humano desde el punto de vista de la dureza.

Tabla 14. Amoniac

Punto de monitoreo	Amoniac	LMP	Unidades
PM-1	0,19	1,5	mg/L
PM-2	0,17	1,5	

Gráfico 13. Resultados del amoníaco

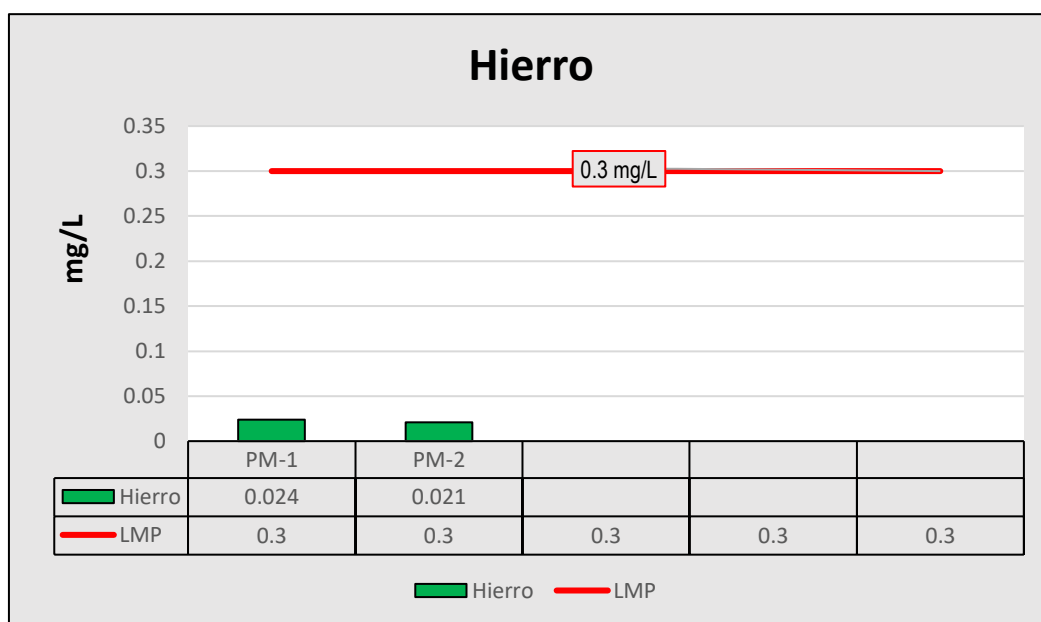


Interpretación. – En la entrada, el valor es de 0,19 mg/L, lo que indica una concentración baja de amoníaco en la fuente de agua. En la salida, el valor es de 0,17 mg/L, lo que sugiere que el proceso de tratamiento ha reducido ligeramente la concentración de amoníaco, aunque la disminución es pequeña. Ambos valores (0,19 mg/L y 0,17 mg/L) están muy por debajo del límite de 1,5 mg/L, lo que indica que el agua no presenta un riesgo para la salud relacionado con el amoníaco. Dado que los valores están muy por debajo del límite de 1,5 mg/L, el agua es segura para el consumo humano desde el punto de vista del amoníaco.

Tabla 15. Hierro

Punto de monitoreo	Hierro	LMP	Unidades
PM-1	0,024	0,3	mg/L
PM-2	0,021	0,3	

Gráfico 14. Resultados del hierro

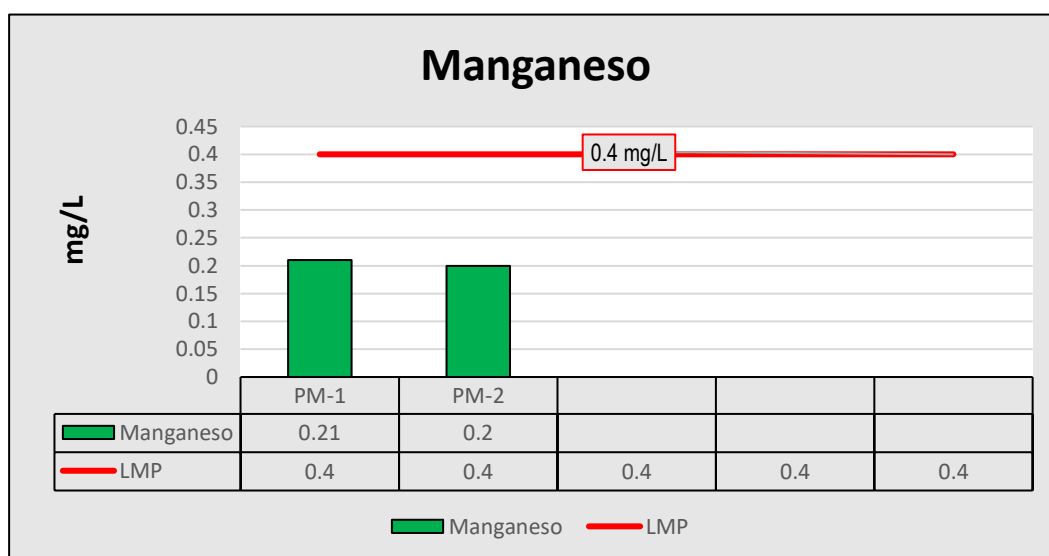


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0.24 mg/L es una concentración moderada de hierro, que, aunque está dentro del límite permitido, puede empezar a afectar la calidad estética del agua (color o sabor metálico). En la salida, el valor es de 0.021 mg/L, lo que representa una reducción significativa en la concentración de hierro durante el proceso de tratamiento del agua. Esto indica que el proceso de tratamiento ha sido eficaz para eliminar la mayor parte del hierro presente en el agua. Ambos valores, 0.24 mg/L en la entrada y 0.021 mg/L en la salida, están por debajo del límite de 0.3 mg/L, por lo que no representan un riesgo para la salud. Los valores de hierro en ambos puntos (entrada y salida) están dentro de los límites permitidos de 0.3 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano en cuanto al hierro.

Tabla 16. Manganeso

Punto de monitoreo	Manganeso	LMP	Unidades
PM-1	0,21	0,4	mg/L
PM-2	0,20	0,4	

Gráfico 15. Resultados del manganeso

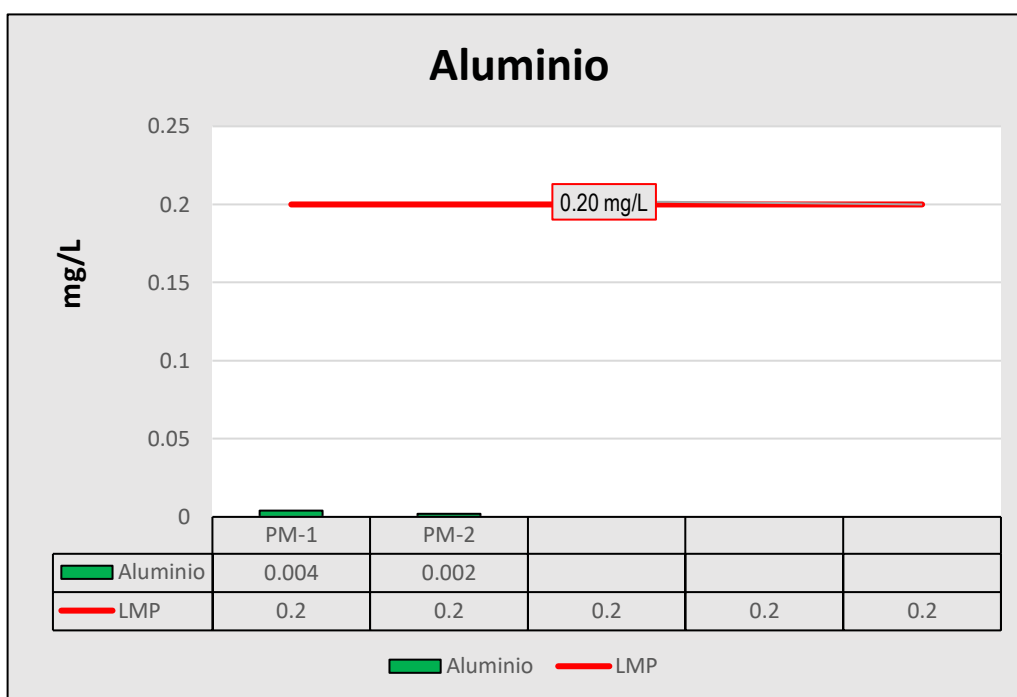


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0.21 mg/L muestra una concentración moderada de manganeso, que está por debajo del límite de 0.4 mg/L, pero que podría afectar estéticamente el agua si los niveles son más altos. En la salida, el valor es de 0.2 mg/L, lo que indica que ha habido una ligera reducción en la concentración de manganeso durante el proceso de tratamiento del agua. Ambos valores (0.21 mg/L en la entrada y 0.2 mg/L en la salida) están por debajo del límite máximo permitido de 0.4 mg/L, lo que indica que el agua es segura para el consumo humano en cuanto al contenido de manganeso. Los valores de manganeso están muy por debajo del límite de 0.4 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano y no presenta riesgos relacionados con la ingestión de manganeso.

Tabla 17. Aluminio

Punto de monitoreo	Aluminio	LMP	Unidades
PM-1	0,004	0,20	mg/L
PM-2	0,002	0,20	

Gráfico 16. Resultados del aluminio

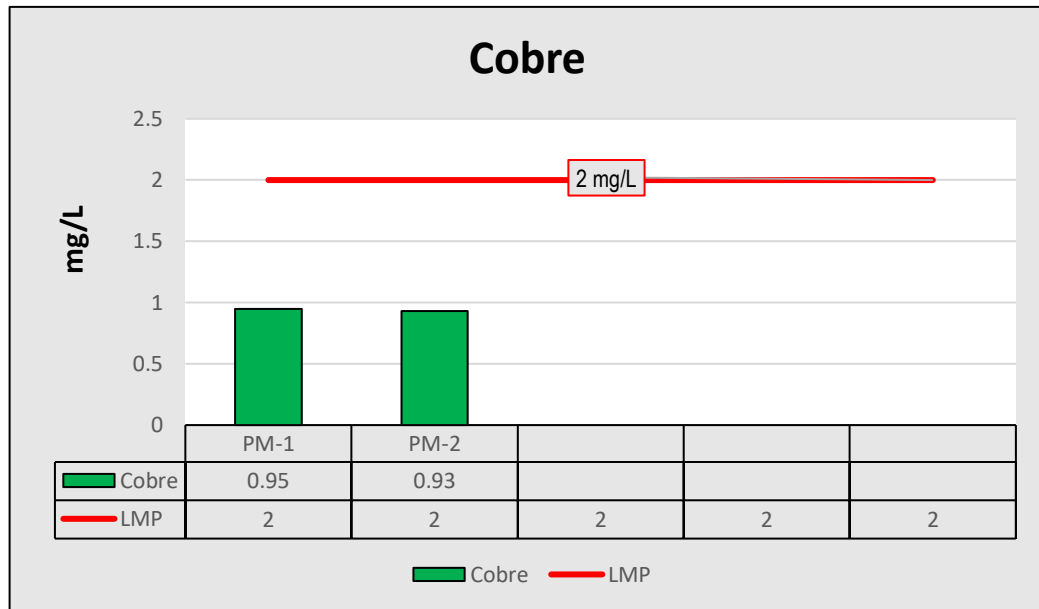


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0,004 mg/L indica una concentración baja de aluminio, que está muy por debajo del límite de 0,2 mg/L. En la salida, el valor de 0,002 mg/L muestra una ligera reducción en la concentración de aluminio durante el proceso de tratamiento del agua. Aunque la reducción es pequeña, el valor sigue siendo muy bajo y adecuado para el consumo humano. Ambos valores (0.004 mg/L en la entrada y 0.002 mg/L en la salida) están muy por debajo del límite de 0.2 mg/L, lo que significa que no hay ningún riesgo asociado con el contenido de aluminio en el agua tratada. Los valores de aluminio en la entrada y salida están muy por debajo del límite permitido de 0.2 mg/L, lo que indica que el agua es segura para el consumo humano.

Tabla 18. Cobre

Punto de monitoreo	Cobre	LMP	Unidades
PM-1	0,95	2,00	mg/L
PM-2	0,93	2,00	

Gráfico 17. Resultados del cobre

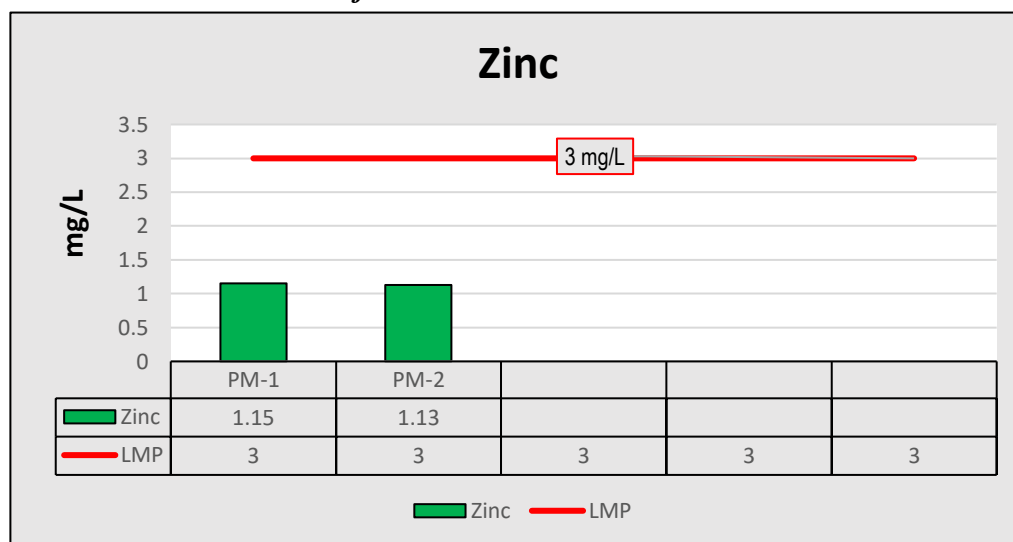


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0,95 mg/L es una concentración moderada de cobre, que está por debajo del límite máximo permitido de 2 mg/L, lo que significa que no representa un riesgo inmediato para la salud. En la salida, el valor de 0,93 mg/L muestra una ligera reducción en la concentración de cobre durante el proceso de tratamiento. La diferencia es pequeña, pero aun así es relevante que el tratamiento haya logrado una leve disminución. Ambos valores (0.95 mg/L en la entrada y 0.93 mg/L en la salida) están por debajo del límite de 2 mg/L, lo que significa que el agua cumple con los estándares de calidad para el consumo humano en cuanto al contenido de cobre. Los valores de cobre en la entrada y salida están bien por debajo del límite de 2 mg/L, lo que indica que el agua es segura para el consumo humano y no presenta riesgos inmediatos de toxicidad debido al cobre.

Tabla 19. Zinc

Punto de monitoreo	Zinc	LMP	Unidades
PM-1	1,15	3,00	mg/L
PM-2	1,13	3,00	

Gráfico 18. Resultados del Zinc



Interpretación. – En la entrada, el valor de 1.15 mg/L es una concentración moderada de zinc, que está por debajo del límite de 3 mg/L. Este valor no representa un riesgo inmediato para la salud, pero podría causar problemas estéticos (por ejemplo, sabor metálico) a concentraciones más altas. En la salida, el valor de 1.13 mg/L muestra una ligera reducción en la concentración de zinc durante el proceso de tratamiento. La diferencia entre la entrada y la salida es pequeña, pero indica que el proceso de tratamiento ha logrado una leve disminución en los niveles de zinc. Ambos valores (1.15 mg/L en la entrada y 1.13 mg/L en la salida) están por debajo del límite máximo permitido de 3 mg/L, lo que significa que el agua cumple con los estándares de calidad para consumo humano en cuanto al contenido de zinc. Los valores de zinc en la entrada y salida están bien por debajo del límite de 3 mg/L, lo que indica que el agua es segura para el consumo humano en cuanto a la concentración de zinc. No se presentan riesgos de toxicidad a corto plazo.

Tabla 20. Sodio

Punto de monitoreo	Sodio	LMP	Unidades
PM-1	36,77	200	mg/L
PM-2	36,74	200	

Interpretación. – Como se puede ver en la tabla 20, Ambos valores (36.77 mg/L en la entrada y 36.74 mg/L en la salida) están muy por debajo del límite de 200 mg/L, lo que significa que el agua está muy por debajo del umbral de preocupación en cuanto al contenido de sodio. Los valores de 36.77 mg/L en la entrada y 36.74 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 200 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano en cuanto al contenido de sodio. No representa un riesgo para la salud en términos de sodio.

Gráfico 19. Resultados del Sodio

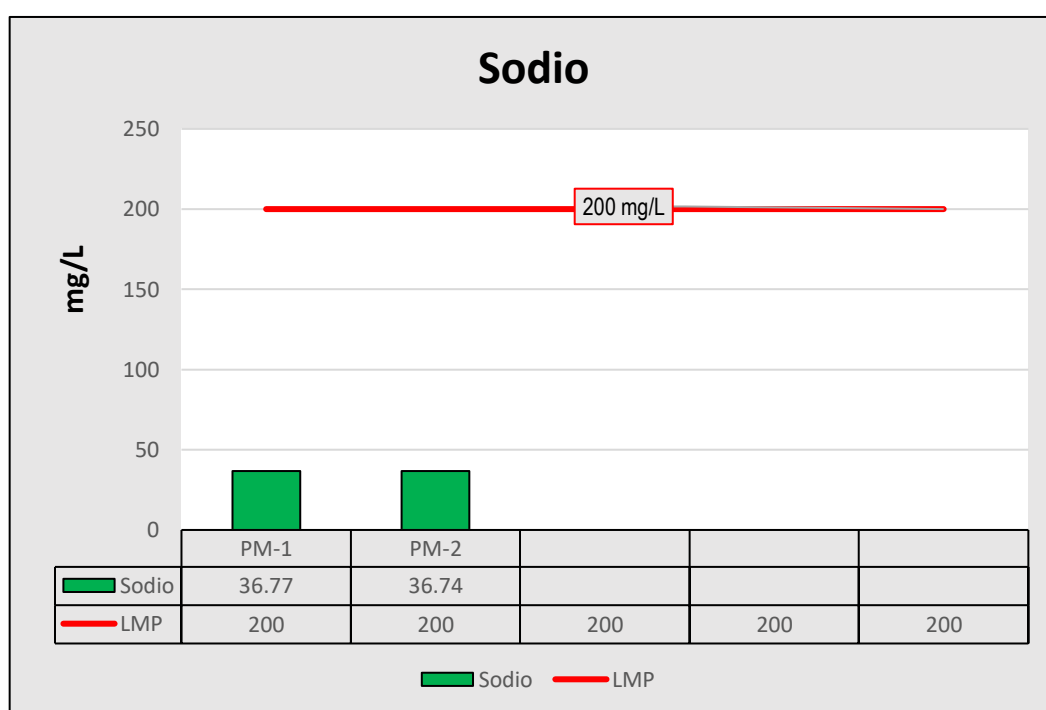
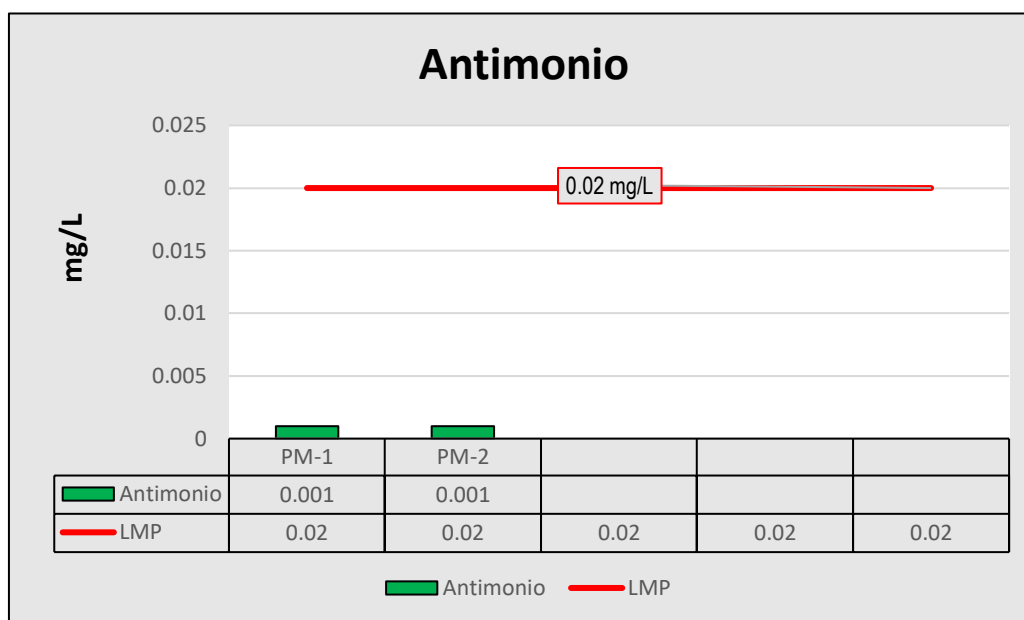


Tabla 21. Antimonio

Punto de monitoreo	Antimonio	LMP	Unidades
PM-1	0,001	0,02	mg/L
PM-2	0,001	0,02	

Gráfico 20. Resultados del antimonio

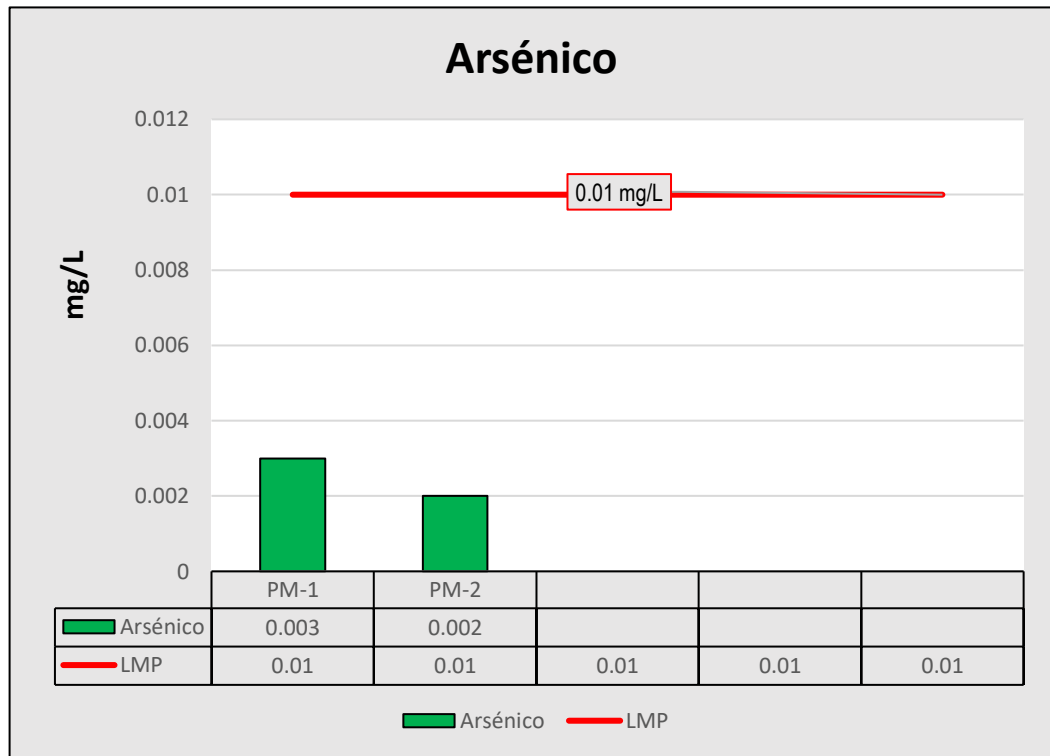


Interpretación. – Ambos valores 0,001 mg/L en la entrada y 0,001 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,2 mg/L, lo que significa que el agua está segura para el consumo humano con respecto al contenido de antimonio. Los valores de 0,001 mg/L en la entrada y 0, 001mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,2 mg/L, lo que significa que el agua no presenta ningún riesgo para la salud humana relacionado con el contenido de antimonio. La concentración es tan baja que es prácticamente irrelevante desde una perspectiva de seguridad.

Tabla 22. Arsénico

Punto de monitoreo	Arsénico	LMP	Unidades
PM-1	0,003	0,01	mg/L
PM-2	0,002	0,01	

Gráfico 21. Resultados del Arsénico

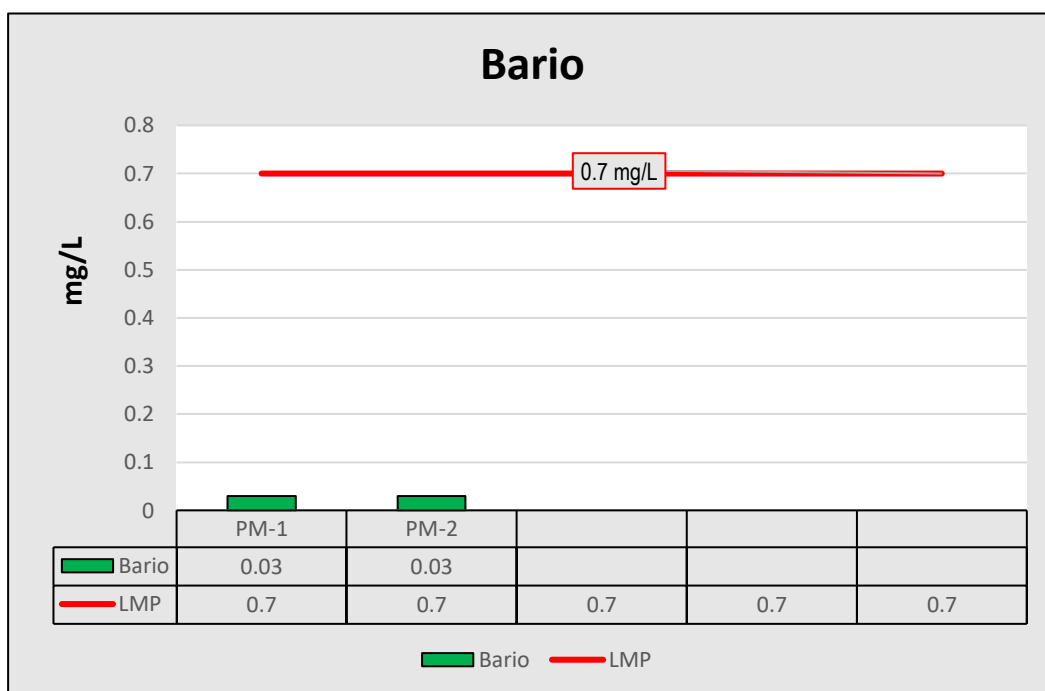


Interpretación. – Ambos valores 0,003 mg/L en la entrada y 0,002 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,01 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano con respecto al contenido de arsénico. Los valores de 0,003 mg/L en la entrada y 0,002 mg/L en la salida están bien por debajo del límite de 0,01 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano. No hay riesgo de intoxicación o efectos tóxicos relacionados con el arsénico a estas concentraciones.

Tabla 23. Bario

Punto de monitoreo	Bario	LMP	Unidades
PM-1	0,03	0,70	mg/L
PM-2	0,03	0,70	

Gráfico 22. Resultados del Bario

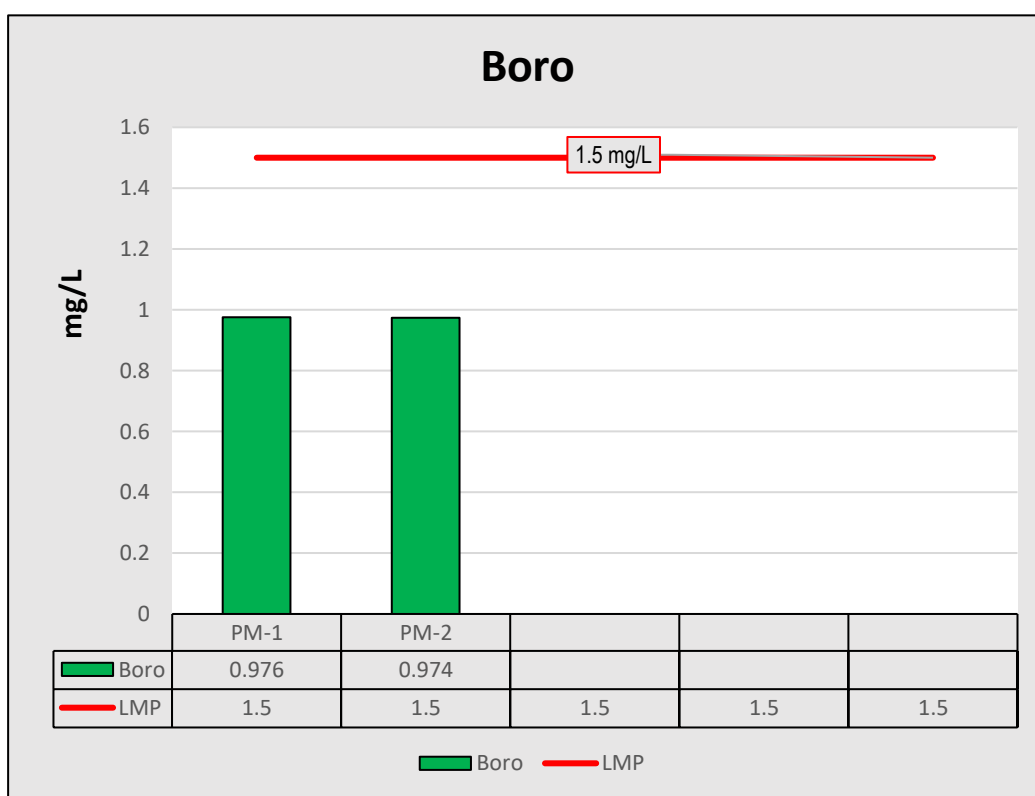


Interpretación. – Ambos valores 0.03 mg/L en la entrada y 0.03 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0.7 mg/L, lo que significa que el agua está segura para el consumo humano con respecto al contenido de bario. Los valores de 0.03 mg/L en la entrada y 0.03 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0.7 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano en cuanto al contenido de bario. No representa un riesgo para la salud relacionado con el Bario.

Tabla 24. Boro

Punto de monitoreo	Boro	LMP	Unidades
PM-1	0,976	1,50	mg/L
PM-2	0,974	1,50	

Gráfico 23. Resultados del Boro

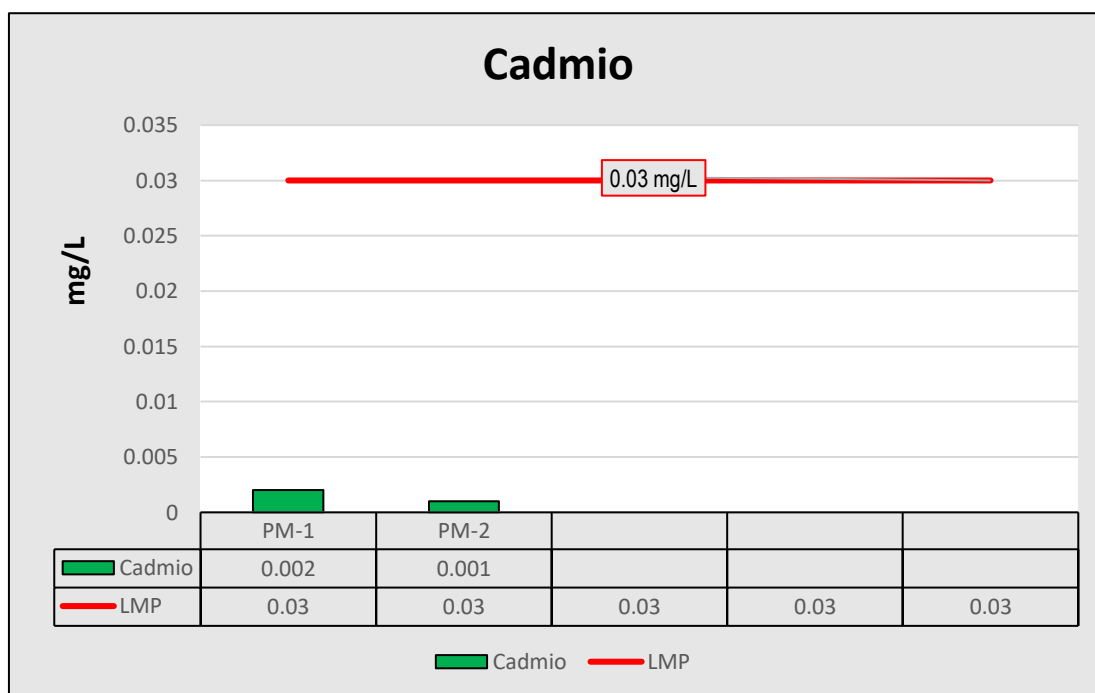


Interpretación. – Ambos valores 0,976 mg/L en la entrada y 0,974 mg/L en la salida están por debajo del límite de 1,5 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano con respecto al contenido de boro. Los valores de 0,976 mg/L en la entrada y 0,974 mg/L en la salida **son** muy inferiores al límite de 1,5 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano en relación con el contenido de boro. No representa un riesgo para la salud.

Tabla 25. Cadmio

Punto de monitoreo	Cadmio	LMP	Unidades
PM-1	0,002	0,03	mg/L
PM-2	0,001	0.03	

Gráfico 24. Resultados del Cadmio

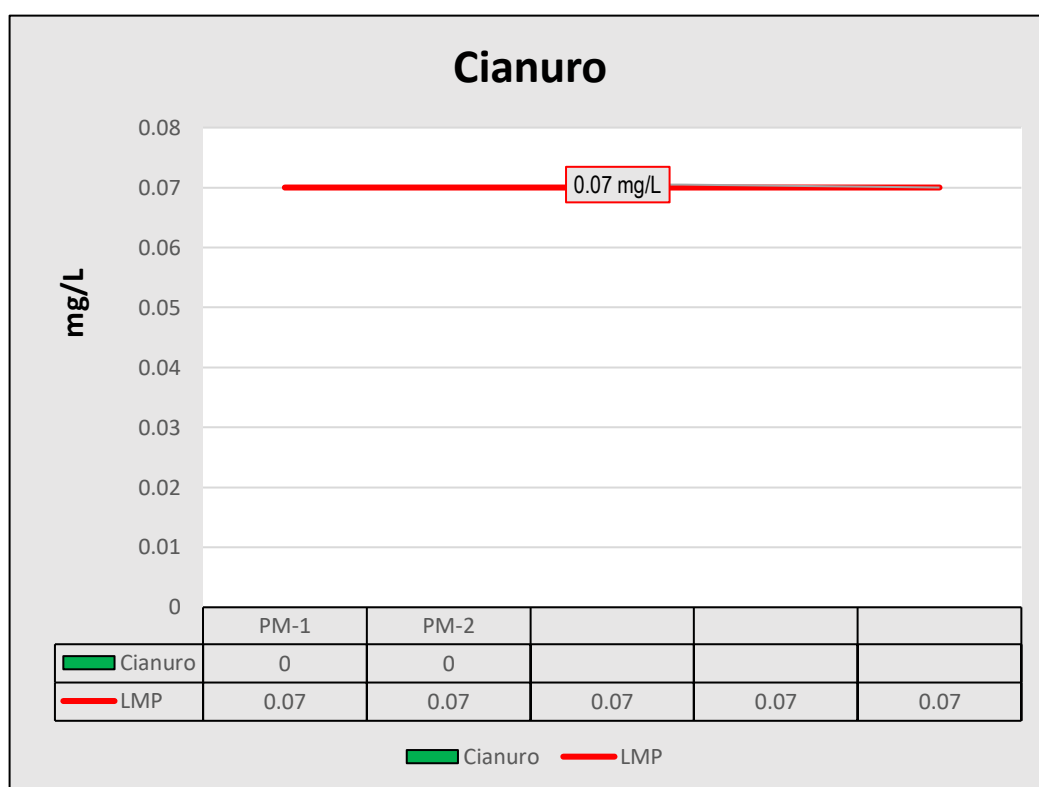


Interpretación. – Ambos valores 0,002 mg/L en la entrada y 0,001 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,3 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano con respecto al contenido de cadmio. Los valores de 0,002 mg/L en la entrada y 0,001 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,3 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano en relación con el cadmio. No representa un riesgo para la salud a estas concentraciones.

Tabla 26. Cianuro

Punto de monitoreo	Cianuro	LMP	Unidades
PM-1	0,00	0,07	mg/L
PM-2	0,00	0,07	

Gráfico 25. Resultados del Cianuro

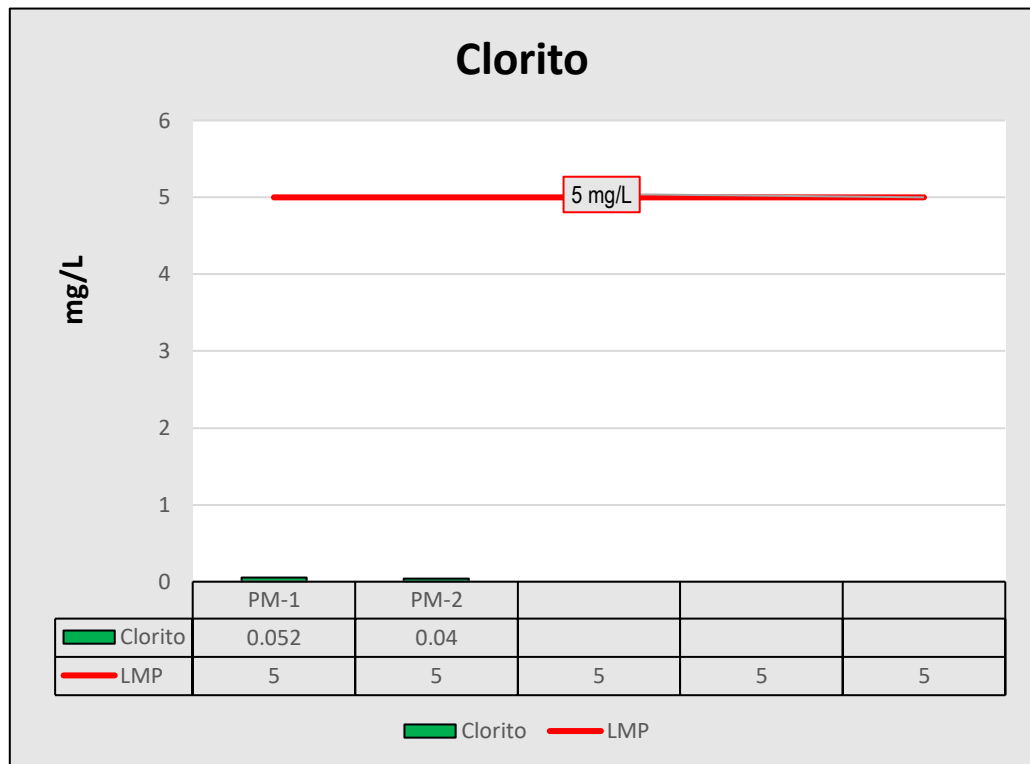


Interpretación. – Ambos valores del Cianuro 0 mg/L en la entrada y 0 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,07 mg/L, lo que significa que el agua es totalmente segura para el consumo humano con respecto al cianuro. Los valores de 0 mg/L en la entrada y 0 mg/L en la salida indican que el agua no contiene cianuro, lo que significa que no representa ningún riesgo para la salud relacionado con este contaminante. La calidad del agua en términos de cianuro cumple completamente con los estándares establecidos.

Tabla 27. Clorito

Punto de monitoreo	Clorito	LMP	Unidades
PM-1	0,052	5,00	mg/L
PM-2	0,04	5,00	

Gráfico 26. Resultados del Clorito

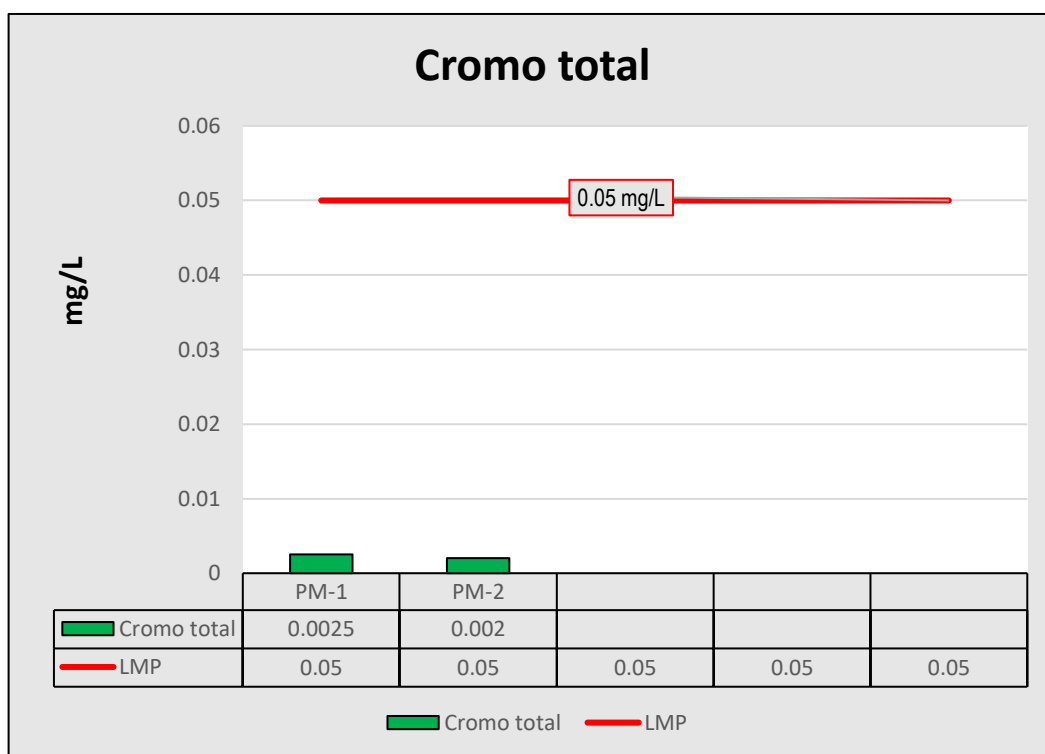


Interpretación. - Los valores 0,052 mg/L en la entrada y 0,04 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 5 mg/L, lo que significa que el agua es segura para el consumo humano en cuanto a la presencia de clorito. Los valores de 0,052 mg/L en la entrada y 0,04 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 5 mg/L, lo que significa que el agua es completamente segura para el consumo humano con respecto al contenido de clorito. No representa ningún riesgo para la salud humana en estas concentraciones.

Tabla 28. Cromo total

Punto de monitoreo	Cromo total	LMP	Unidades
PM-1	0,0025	0,05	mg/L
PM-2	0,002	0,05	

Gráfico 27. Resultados del cromo total

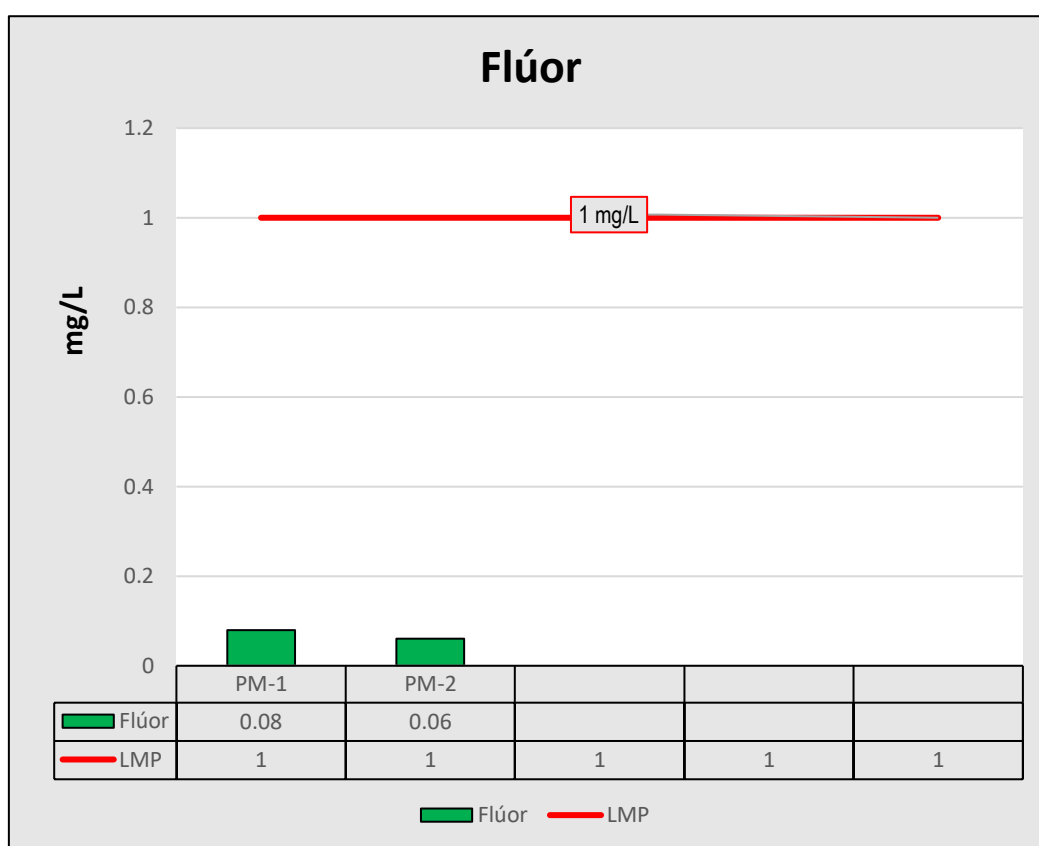


Interpretación. – Como podemos ver en el gráfico 27 los valores 0,0025 mg/L en la entrada y 0,002 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 0,05 mg/L, lo que significa que el agua es totalmente segura para el consumo humano en cuanto a la concentración de cloro total. Los valores de 0,0025 mg/L en la entrada y 0,002 mg/L en la salida **están** muy por debajo del límite de 0,05 mg/L, lo que significa que el agua **es** completamente segura para el consumo humano en relación con el contenido de cloro total. No representa ningún riesgo para la salud humana a estas concentraciones.

Tabla 29. Flúor

Punto de monitoreo	Flúor	LMP	Unidades
PM-1	0,08	1,00	mg/L
PM-2	0,06	1,00	

Gráfico 28. Resultados del Flúor

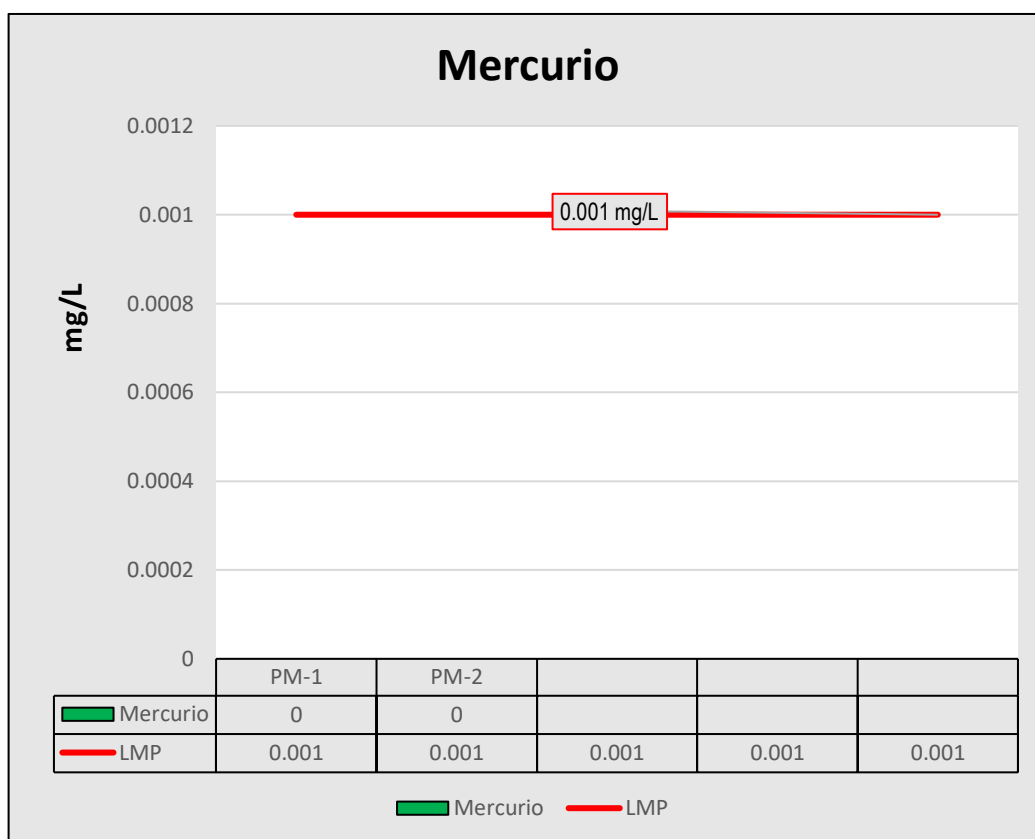


Interpretación. – según los resultados observados en el gráfico 28 los valores Flúor dados son 0,08 mg/L en la entrada y 0,06 mg/L en la salida están muy por debajo del límite de 1 mg/L, lo que significa que el agua es totalmente segura para el consumo humano en relación con el contenido de flúor. Los valores de flúor en el agua están en un rango muy seguro, sin riesgo de efectos adversos como fluorosis dental o ósea. Sin embargo, estos niveles de flúor son tan bajos que no proporcionan un beneficio significativo en la prevención de caries.

Tabla 30. Mercurio

Punto de monitoreo	Mercurio	LMP	Unidades
PM-1	0,00	0,001	mg/L
PM-2	0,00	0,001	

Gráfico 29. Resultados del mercurio

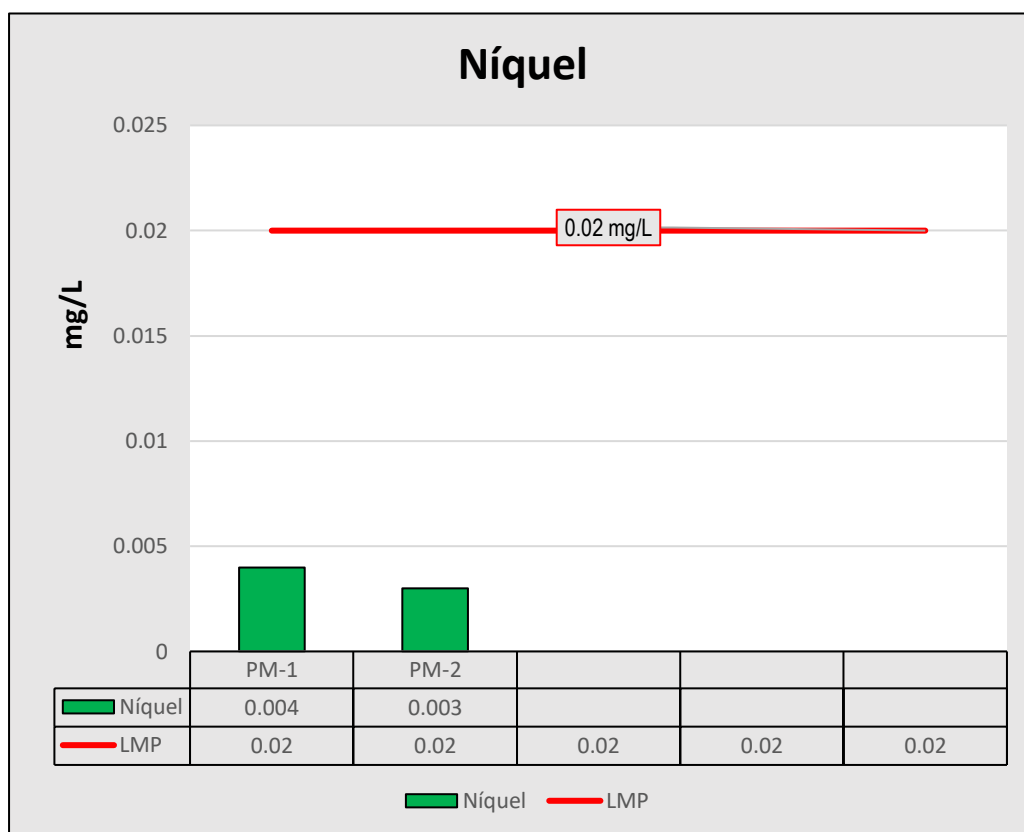


Interpretación. – Ambos valores están muy por debajo del límite máximo permitido de 0,001 mg/L, lo que significa que el agua está completamente libre de mercurio y es segura para el consumo humano. La ausencia de mercurio en el agua (0 mg/L) garantiza que no hay riesgo de toxicidad relacionada con este metal, cumpliendo ampliamente con los estándares de calidad.

Tabla 31. Níquel

Punto de monitoreo	Níquel	LMP	Unidades
PM-1	0,004	0,02	mg/L
PM-2	0,003	0,02	

Gráfico 30. Resultados del Níquel

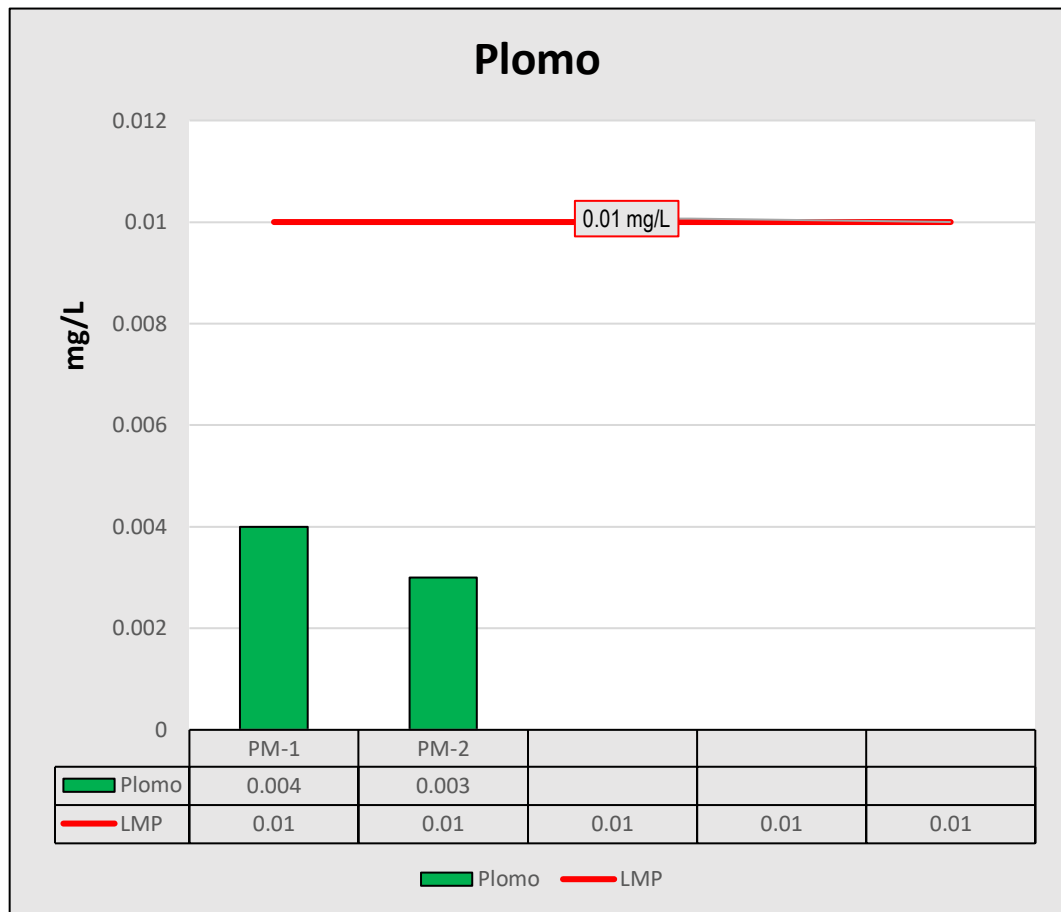


Interpretación. – Ambos valores 0,004 mg/L en la entrada y 0,003 mg/L en la salida están significativamente por debajo del límite, indicando que el agua cumple con los estándares de calidad en cuanto a níquel. Los valores detectados son muy bajos, lo que asegura que el agua es segura para el consumo y no presenta riesgo de toxicidad por níquel.

Tabla 32. Plomo

Punto de monitoreo	Plomo	LMP	Unidades
PM-1	0,004	0,01	mg/L
PM-2	0,003	0,01	

Gráfico 31. Resultados del plomo

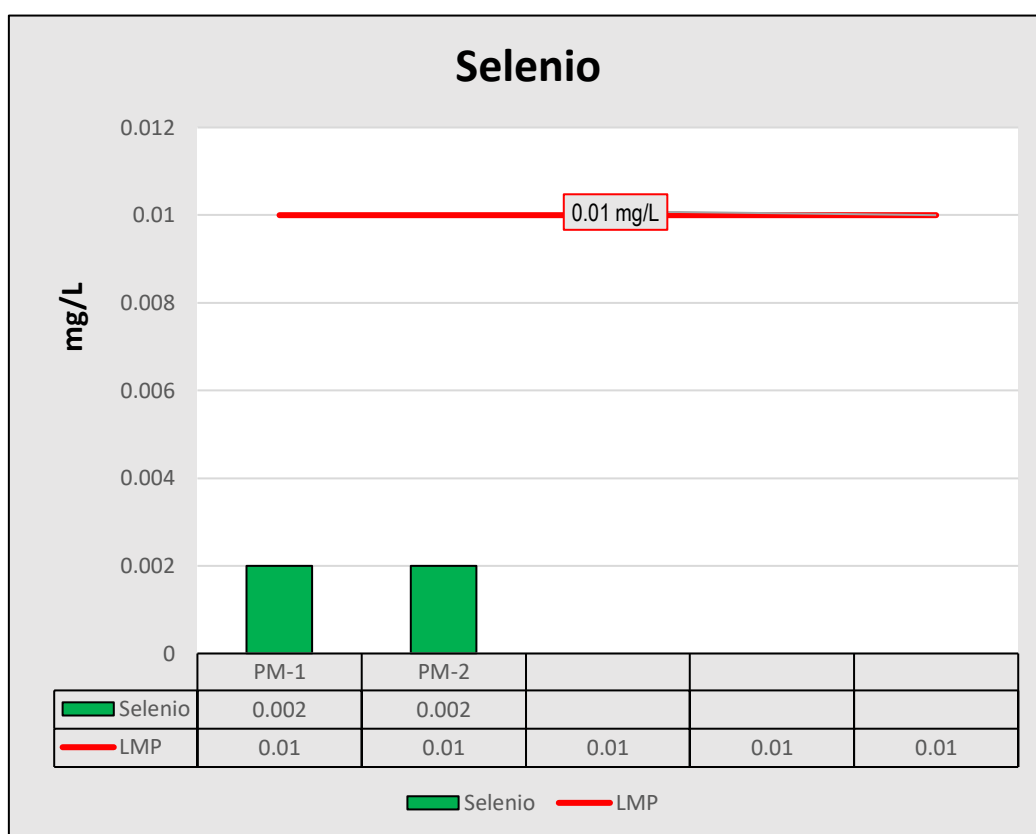


Interpretación. – Los valores 0,004 mg/L en la entrada y 0,003 mg/L en la salida están dentro de los límites permitidos, cumpliendo con los estándares de calidad del agua para consumo humano. Los valores detectados son muy bajos, asegurando que el agua es segura para el consumo humano y no presenta riesgos asociados con la exposición al plomo.

Tabla 33. Selenio

Punto de monitoreo	Selenio	LMP	Unidades
PM-1	0,002	0,01	mg/L
PM-2	0,002	0,01	

Gráfico 32. Resultados del selenio

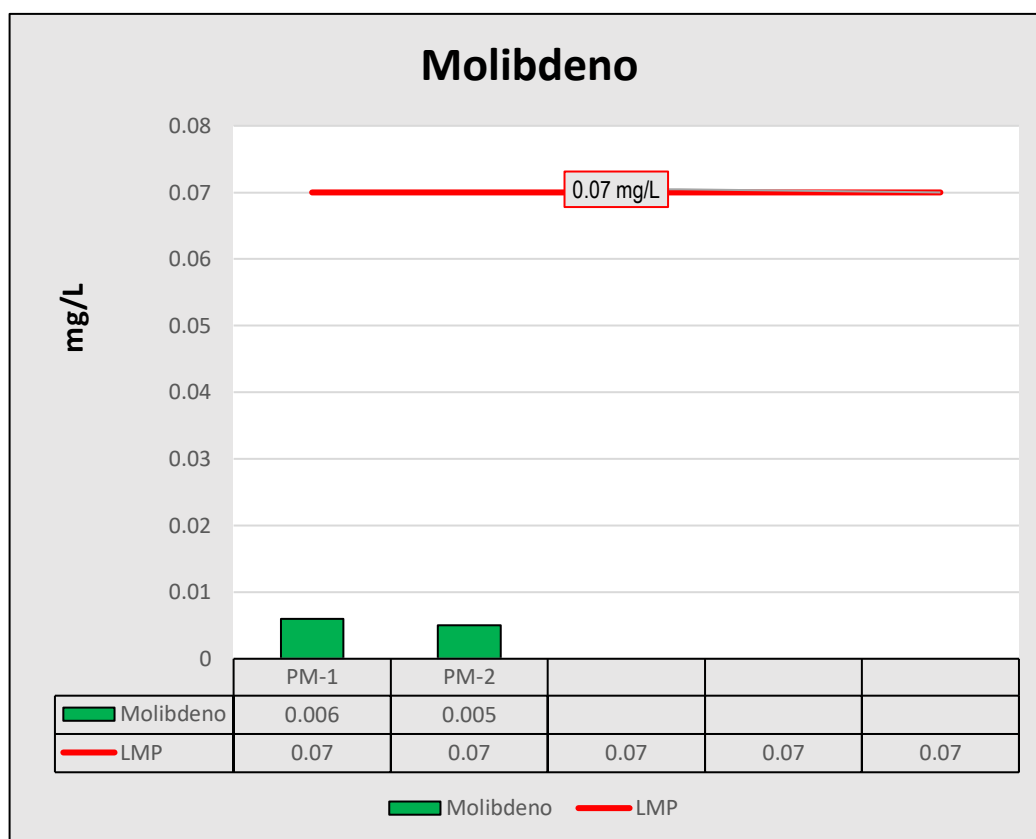


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0,002 mg/L está muy por debajo del límite máximo permitido de 0,01 mg/L, indicando que la concentración de selenio en la fuente de agua es segura para el consumo humano. En la salida, el valor de 0,002 mg/L se mantiene igual al de la entrada, mostrando que el tratamiento del agua no ha afectado la concentración de selenio. Las concentraciones de selenio detectadas son muy bajas y no representan ningún riesgo para la salud. Esto demuestra que el agua es segura para el consumo humano en relación con este parámetro.

Tabla 34. Molibdeno

Punto de monitoreo	Molibdeno	LMP	Unidades
PM-1	0,006	0,07	mg/L
PM-2	0,005	0,07	

Gráfico 33. Resultados del Molibdeno

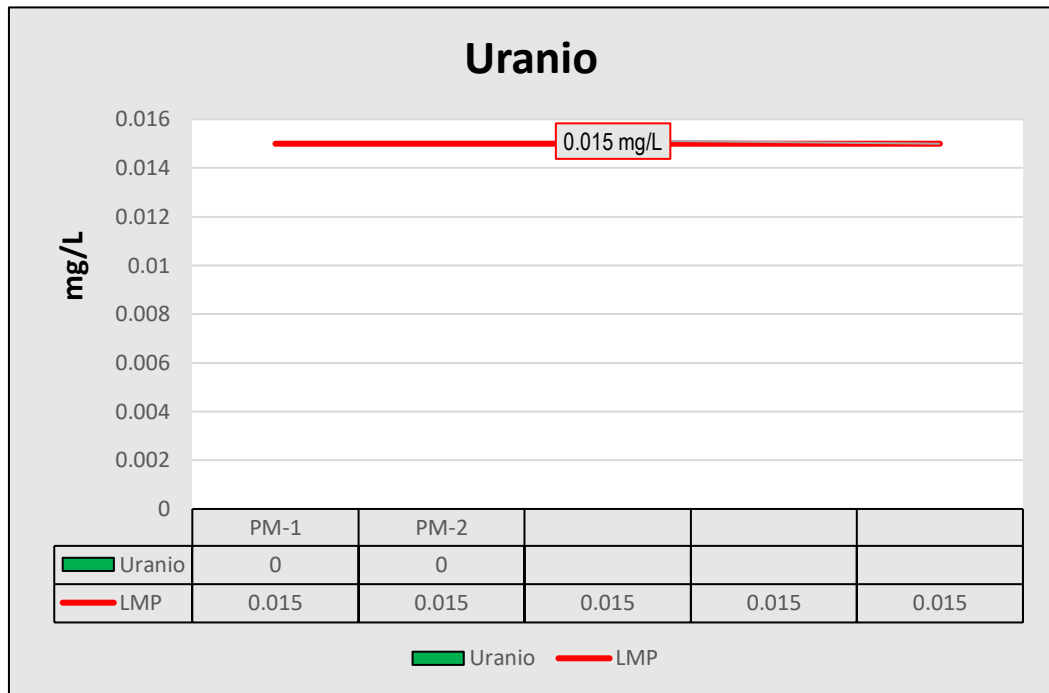


Interpretación. – En la entrada, el valor de 0,006 mg/L está muy por debajo del límite máximo permitido de 0,07 mg/L, lo que indica que la concentración inicial de molibdeno en la fuente de agua no representa ningún riesgo para la salud. En la salida, el valor de 0,005 mg/L muestra una ligera reducción en la concentración de molibdeno después del tratamiento, reflejando la efectividad del sistema de purificación. Los niveles detectados son considerablemente bajos, asegurando que el agua es segura para el consumo humano en relación con el contenido de molibdeno.

Tabla 35. Uranio

Punto de monitoreo	Uranio	LMP	Unidades
PM-1	0,00	0,015	mg/L
PM-2	0,00	0,015	

Gráfico 34. Resultados del Uranio



Interpretación. – En la entrada, el valor de 0 mg/L indica que el uranio no está presente en la fuente de agua utilizada. En la salida, el valor de 0 mg/L confirma que el proceso de tratamiento del agua no introdujo uranio, y que este permanece ausente en el agua final destinada al consumo humano. La ausencia de uranio en la entrada y la salida del sistema de tratamiento asegura que el agua es completamente segura para el consumo humano con respecto a este elemento.

4.3. Prueba de hipótesis

Prueba de la hipótesis general

H_1 : La Calidad del Agua determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de Pasco -2024, es apta para consumo humano

H_0 : La Calidad del Agua determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de pasco-2024, no es apta para consumo humano

De acuerdo con los análisis determinados en el laboratorio se obtuvo los siguientes resultados para los siguientes indicadores físicos donde la turbiedad sobrepasó el parámetro de 5 UNT con resultados de 20,07 UNTs en la entrada y de 20UNTs en la salida y del mismo modo para el color se determinó 212UCV en la entrada y 210UCV en la salida sobrepasando en ambos casos el parámetro de los límites Máximos permisibles para el agua de consumo humano de 15UCV. Del mismo modo se determinó que para el resultado del indicador de las bacterias heterótrofas los resultados con valores de 55UFC/100mL en la entrada y 53UFC/100mL en la salida respectivamente no sobrepasan al parámetro normado de 500UFC/100mL, por lo que las **bacterias heterótrofas** en el agua no implica un riesgo para la salud humana y que la turbiedad y el color no son causas relevantes para asegurar que el agua no es apta para consumo humano se acepta la hipótesis alternativa “La Calidad del Agua determinada por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Palcash 1 en el distrito de Vicco, provincia y departamento de pasco-2024, es apta para consumo humano”.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados físicos como los Altos niveles de turbiedad pueden ser estéticamente desagradables y pueden representar un riesgo sanitario si el agua no es debidamente desinfectada, por otro lado, si la turbiedad está asociada con contaminación microbiológica, se incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, que no es el caso para este indicador, ya que los análisis microbiológicos cumplen con los LMP Decreto Supremo 003-2010-MIN. El color es consecuencia de la turbiedad. El análisis microbiológico del agua evidenció que el recuento de bacterias heterótrofas se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N.º 031-2010-

SA, que estipula un valor de referencia de 500 UFC/mL para este parámetro. Este resultado es indicativo de un sistema de abastecimiento de agua que, en el momento del muestreo, no presenta condiciones favorables para el crecimiento excesivo de microorganismos mesófilos no patógenos.

CONCLUSIONES

- El resultado para los indicadores físicos como la turbiedad El valor de 20.07 UNT en la entrada y de 20UNT en la salida excede el parámetro establecido de 5 UNT, lo que indica que el agua no cumple con los estándares de calidad para consumo humano. Es necesario implementar procesos de tratamiento, como coagulación, floculación, filtración y desinfección, para reducir la turbiedad y garantizar su potabilidad.
- El color el valor de 212UCV en la entrada y 210UCV en la salida está muy por encima del límite de 15 UCV, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano para este parámetro. Esto sugiere una fuente de contaminación significativa que requiere tratamiento exhaustivo para garantizar la potabilidad del agua. De acuerdo a los análisis de los resultados de los metales pesados y los indicadores microbiológicos que están relacionados con las aguas turbias que discurren a la laguna Palcash 1, estos cumplen con la normativa del Decreto Supremo 003-2010-MINAM; por tal motivo la turbiedad se considera que no afecta a la calidad de consumo del agua, presentando si un color no agradable, que es causa del periodo de lluvias.
- Del mismo modo para las bacterias heterótrofas Los valores de 55 UFC/mL en la entrada y 53 UFC/mL en la salida no superan el parámetro establecido de 500UFC/mL, indicando que el agua evaluada presenta una adecuada calidad sanitaria desde el punto de vista microbiológico, específicamente en cuanto a la presencia de microorganismos heterótrofos. La ausencia de niveles elevados de estas bacterias sugiere que no existen condiciones que favorezcan la proliferación de flora bacteriana no patógena que, en concentraciones elevadas, podrían reflejar deterioro en los sistemas de tratamiento o contaminación postratamiento. En este contexto, se

concluye que el agua analizada es **apta para el consumo humano**, al menos en lo que respecta a este parámetro microbiológico.

RECOMENDACIONES

- 1.- Monitoreo continuo de calidad del agua, estableciendo un programa de vigilancia periódica de los indicadores críticos como la turbiedad, color y metales pesados, para detectar posibles fluctuaciones, especialmente en épocas de lluvias, que han demostrado aumentar el color del agua.
- 2.- Protección de la fuente hídrica (laguna Palcash 1), Implementando acciones de manejo de cuenca que reduzcan la entrada de sedimentos, materia orgánica o contaminantes durante la temporada de lluvias, mediante reforestación de zonas ribereñas, control de erosión, manejo de residuos sólidos.
- 3.- Realizar un estudio hidroclimático estacional para prever y mitigar la carga de materiales en suspensión que afectan turbiedad y color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017[Tesis de título profesional, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional, Abancay.
- Alva, B. (2024). Calidad y factores de riesgo del agua para consumo humano en el distrito de Pacasmayo - La Libertad, Perú, 2021. Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14414/20557>
- Briñez, K., Guarnizo, J., & Arias, S. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. SciELO, 30(2), 175-182. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X20120002000006&script=sci_arttext
- Guzmán, B., Gerardo Nava, G., & Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. SciELO Analytics, 35(s.n.), s.p. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- Hernandez, R., Fernandez, C., Baptista, & Pilar. (2014). Metodología de la Investigación. <https://doi.org/https://acortar.link/I03so>
- López, L. (2024). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y la satisfacción del usuario en el centro poblado Chiriaco durante el año 2021, Bagua -Amazonas. Lambayeque. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/12479>
- Pérez, M. (2021). Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vitor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019 [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2e6e9749-c690-490a-a49e-c11f5e0f1a59/content>
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. 35(2), 236-247. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Torres, P., Hernán, C., & Janeth, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *SciELO Analytics*, 8(15).

ANEXOS

Análisis en el laboratorio de microbiología del agua

Escaneado con CamScanner



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

REG. 045 - 2024-LMAA-LRPS-HCO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

MAURICIO TORRES - CRISTIAN IGNACIO - JIMENEZ HERRERA - NATALIA ANTUANETH
VICCO
PASCO
PASCO

FECHA DE MUESTREO: 03-06-24 HORA 08:30 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 03-06-24 HORA: 03:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO

SI () NO (X)

RESULTADOS

MICROORGANISMOS Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS					ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS				
				Cond. (umholcm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T. UFC/100ml	Coli. Term. UFC/100ml	Bact. Helicob. UFC/ml	E. coli NMP/100ml
EL PORVENIR - SHELLWING	EMP 1	SUPERFICIAL LAGUNA PASCASH 1	056	279	140	20	210	8.4	0.5	0	0	54	0
MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS				1500	1000	5	15	6.5-8.5	0.5	0	0	500	

OFICINA REGIONAL DE SALUD PASCO
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estándarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Aerobios mesófilos	Método de placa fluida APHA AWWA WEF. Part. 9215 B. 21th Ed. 2005.

Huánuco, 11 de junio 2024

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

INFORME DE ENSAYO N° 314-102024

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL/USUARIO : Mauricio Torres, Christian Ignacio, y
Jiménez Herrera, Natalia Antuaneth

DIRECCIÓN : Pasco - Vicco - Shelby

CONTACTO : Mauricio Torres, Christian Ignacio, y
Jiménez Herrera, Natalia Antuaneth

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

SOLICITADOS : Fisiológicos

ITEM(S) DE ENSAYOS(S) : Agua superficial

PRODUCTO DECLARADO POR EL
CLIENTE : Agua superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE
ENSAYO : Frascos de polietileno esterilizados (2)

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Cumple con los requisitos de volumen y preservación

INFORMACIÓN DEL MUESTREO

RESPONDABLE DEL MUESTREO : Muestreado por el cliente

LUGAR DE MUESTREO : Laguna Pacash-1, distrito Vicco, provincia de Pasco

PLAN DE TOMA DE MUESTRA : No Aplica

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

COTIZACIÓN : N° 617-101224

FECHA/HORA DE RECEPCIÓN : 25/09/2024 09:30:00

FECHA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES : 25/09/2024

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio Loayza Murakami SAC

EMISIÓN DEL INFORME : Trujillo, 26 de octubre del 2024

AUTORIZA LA EMISIÓN

CARGO : Responsable de la Calidad

NOMBRE : Gicelly Mendoza Saldaña

COLEGIATURA : C.B.P. 9923

FIRMA :




INFORME DE ENSAYO N° 314-102024

Código de laboratorio		0923-072024-1
Código de cliente		Punto unico
Item de ensayo		Laguna Pacash 1
Fecha de muestreo		14/09/2024
Hora de muestreo		08:10:00
ENSAYOS		FISICOQUIMICOS
Parámetro	Unidad	Resultados
Cloruros	mg/L	1.35
Sulfatos	mg/L	0.80
Dureza total	mg/L	18.00
Amoníaco	mg/L	0.17
Hierro	mg/L	0.001
Manganeso	mg/L	0.20
Aluminio	mg/L	0.002
Cobre	mg/L	0.53
Zinc	mg/L	1.13
Sodio	mg/L	36.74
Antimonio	mg/L	0.001
Arsénico	mg/L	0.002
Bario	mg/L	0.03
Boro	mg/L	0.974
Cadmio	mg/L	0.001
Cianuro	mg/L	0.000
Cromo	mg/L	1.200
Clorito	mg/L	0.04
Cromo total	mg/L	0.002
Fluor	mg/L	0.060
Mercurio	mg/L	0.000
Níquel	mg/L	0.001
Plomo	mg/L	0.003
Selenio	mg/L	0.002
Molibdeno	mg/L	0.005
Uranio	mg/L	0.000



Leyenda
LDM: Límite de Detección de Método.
LCM: Límite de Cuantificación de Método.
Valor <LCM o <LDM significa que la concentración de analito es mínima (trazas).

Toma de muestras en la entrada de la laguna Palcash 1



Foto N° 1 Preparandose para la toma de muestra en la entrada De la laguna Palcash 1



Foto N° 2 Tomando la muestra en la entrada de la laguna Palcash 1



Foto N° 3 introduciendo la muestra en el cooler

Toma de muestras en la salida de la laguna Palcash 1



Foto N°4 preparandose para la toma de muestra en la salida de la laguna Palcash 1



FotoNº5 sellando el frasco de muestra en la salida de la laguna Palcash 1