

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna
tres corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el
distrito de Ninacaca, Pasco - 2024**

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

Autor:

Bach. Kary Jhojara ARANDA CRISTOBAL

Asesor:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO

Cerro de Pasco - Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna
Tres Corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el
distrito de Ninacaca, Pasco - 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
PRESIDENTE

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 055-2026-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:

Presentado por:

Bach. Kary Jhojara ARANDA CRISTOBAL

Escuela de Formación Profesional:

Ingeniería Ambiental

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo:

Determinación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024

Asesor

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO

Índice de Similitud

5 %

Calificativo:

APROBADO

Se adjunta el informe y el reporte de evaluación del software Turnitin Similarity.

Cerro de Pasco, 7 de agosto del 2026



Firmado digitalmente por DR. ROMMEL LUIS LOPEZ ALVARADO
20154605045 web
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.08.2026 10:30:43 -05:00

DEDICATORIA

A mi hija por ser el motivo para seguir adelante, A mis padres, por ser mi sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, por creer en mí cuando yo dudaba y por acompañarme con paciencia y amor. Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso. Esta tesis es fruto de sus enseñanzas, su ejemplo y su fe constante. No hay palabras suficientes para agradecer todo lo que han hecho por mí. Siempre llevaré conmigo y con mucho orgullo todo lo que me dieron: valores, fuerza y corazón.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de esta tesis . A mis profesores y asesores, por su guía constante, paciencia y valiosos comentarios. A mi familia, por su apoyo incondicional y motivación diaria. Su colaboración y confianza han sido fundamentales en este proceso, y siempre llevaré conmigo las enseñanzas y el respaldo que me brindaron.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones, ubicada en el distrito de Ninacaca, provincia de Pasco, durante el año 2024, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La evaluación de este recurso hídrico resulta fundamental debido a su importancia para la salud pública y el abastecimiento de la población local. El estudio se desarrolló con un enfoque descriptivo, realizando la toma de muestras de agua y su posterior análisis en laboratorio, siguiendo métodos estandarizados y comparando los resultados con los límites establecidos por la normativa vigente para agua destinada al consumo humano. Entre los parámetros fisicoquímicos evaluados se consideraron diversos metales y características generales del agua, mientras que el análisis microbiológico incluyó coliformes totales y coliformes termotolerantes. Los resultados evidenciaron que los parámetros fisicoquímicos analizados se encontraron dentro de los valores permisibles, lo que indica una adecuada calidad química del agua, sin presencia de concentraciones que representen riesgo para la salud humana. Asimismo, los análisis microbiológicos mostraron la ausencia de coliformes totales y termotolerantes, lo que refleja condiciones sanitarias favorables y un bajo riesgo de contaminación fecal. Se concluye que el agua de la laguna Tres Corazones cumple con los estándares de calidad establecidos y es apta para consumo humano.

Palabras clave: calidad del agua, consumo humano, parámetros fisicoquímicos, análisis microbiológico, laguna Tres Corazones.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the quality of water for human consumption from the Tres Corazones Lagoon, located in the district of Ninacaca, Pasco Province, during the year 2024, through the analysis of physicochemical and microbiological parameters. The assessment of this water resource is essential due to its importance for public health and the water supply of the local population. The study was conducted using a descriptive approach, involving water sampling and subsequent laboratory analysis, following standardized methods and comparing the results with the limits established by current regulations for water intended for human consumption. The physicochemical parameters evaluated included various metals and general water characteristics, while the microbiological analysis considered total coliforms and thermotolerant coliforms. The results showed that all analyzed physicochemical parameters were within the permissible limits, indicating adequate chemical water quality without concentrations that pose a risk to human health. Likewise, the microbiological analyses revealed the absence of total and thermotolerant coliforms, reflecting favorable sanitary conditions and a low risk of fecal contamination. It is concluded that the water from the Tres Corazones Lagoon meets the established quality standards and is suitable for human consumption.

Keywords: water quality, human consumption, physicochemical parameters, microbiological analysis, Tres Corazones Lagoon.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de recursos hídricos aptos para el consumo representa un factor crítico para salvaguardar el bienestar colectivo, al igual que para impulsar el progreso continuo de las sociedades. Con respecto a esto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) advierte que la ingesta de fluidos contaminados actúa como el vehículo primario en la propagación de afecciones transmisibles por vía acuática; fundamentalmente dentro de aquellas poblaciones que se sustentan de depósitos naturales sin regulaciones higiénicas óptimas (OMS, 2017). Por consiguiente, la fiscalización continua de los componentes del agua orientada al uso poblacional deviene en obligatoria: sólo así es factible mitigar peligros biológicos y afianzar un entorno de vida digno. Bajo esta misma línea, en el territorio peruano, múltiples reservorios lacustres y corrientes expuestas juegan un papel determinante en el aprovisionamiento de las áreas campesinas y geográficamente elevadas. A pesar de su valor, estos espacios sufren constantes presiones derivadas tanto de fenómenos geológicos como de la intervención del hombre, elementos que modifican negativamente sus propiedades físicas y químicas; un ejemplo de ello son los flujos pluviales, las operaciones extractivas, el pastoreo masivo, el desecho incorrecto de desperdicios y las variaciones meteorológicas globales (MINAM, 2020). Tales tensiones consiguen provocar variaciones en las propiedades químicas del recurso; consecuentemente, ellas propician el desarrollo de bacterias dañinas que ponen en riesgo la potabilidad del líquido para la población. Ante este panorama, el estado real del fluido se mide a través de un examen conjunto de variables físicas y biológicas: las iniciales sirven para detectar metales u otros elementos cuya abundancia causa graves daños orgánicos; en contraposición, los medidores biológicos —como los grupos coliformes en sus variantes completas y termo-resistentes— se emplean con el fin de calcular el nivel de impurezas fecales junto a la higiene del acuífero (APHA et al., 2017), a causa de esto, la total inexistencia de tales gérmenes constituye una regla obligatoria para declarar que un elemento hídrico resulta apto

para los ciudadanos. Bajo este marco legal, el Gobierno de la nación peruana fijó topes obligatorios y reglas de protección para los recursos de uso poblacional; lógicamente, dichas pautas funcionan hoy en día como la guía principal durante la fiscalización de las fuentes naturales (Ministerio de Salud [MINSA], 2011). El respeto de tales lineamientos permite certificar si un depósito hídrico puede aprovecharse sin acarrear peligros considerables hacia la comunidad. Con respecto a esto, la laguna Tres Corazones, emplazada en la jurisdicción de Ninacaca, provincia de Pasco, representa un recurso de gran valor regional: no obstante, los reportes científicos acerca de sus condiciones reales resultan escasos. Dicho escenario demuestra la urgencia de ejecutar proyectos orientados a diagnosticar su situación contemporánea: del mismo modo, es imperativo comprobar su viabilidad para el abastecimiento poblacional, atendiendo a los rasgos geográficos propios del entorno de la alta montaña. Por esta razón, el presente estudio planteó como interrogante principal el siguiente cuestionamiento: ¿cuál es la condición del recurso hídrico para el uso de la población en la laguna Tres Corazones a través de exámenes fisicoquímicos y biológicos en la localidad de Ninacaca, Pasco durante el periodo 2024? Consiguientemente, la meta trazada consistió en evaluar el estado del agua destinada a los ciudadanos en el citado acuífero mediante la medición de variables físicas, químicas y microbiológicas a lo largo del año 2024; por añadidura, los datos recolectados pretenden ofrecer evidencia técnica segura: de esta manera, se busca cimentar las futuras acciones vinculadas a la administración de las fuentes naturales y al cuidado sanitario de los habitantes en este sector andino.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	5
1.3.	Formulación del problema	6
1.3.1.	Problema general	6
1.3.2.	Problemas específicos	6
1.4.	Formulación de objetivos.....	6
1.4.1.	Objetivo general.....	6
1.4.2.	Objetivos específicos	6
1.5.	Justificación de la investigación	6
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	9
2.2.	Bases teóricas – científicas	17
2.3.	Definición de términos básicos	33
2.4.	Formulación de hipótesis	34
2.4.1.	Hipótesis general.....	34
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	34
2.5.	Identificación de variables	34
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	36
3.2.	Nivel de investigación.....	36
3.3.	Métodos de investigación	36
3.4.	Diseño de investigación	37
3.5.	Población y muestra.....	37
	3.5.1. Población.....	37
	3.5.2. Muestra	37
3.6.	Técnicas e instrumento recolección de datos.....	37
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	38
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	38
3.9.	Tratamiento estadístico	39
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	40
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	42
4.3.	Prueba de hipótesis	64
4.4.	Discusión de resultados.....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

ÍNDICE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Resultado del pH.....	42
Tabla 2. Resultado de la Conductividad	43
Tabla 3. Resultado de los Cloruros	43
Tabla 4. Resultado de la Turbiedad.....	44
Tabla 5. Resultado del Aluminio.....	45
Tabla 6. Resultado del Arsénico.....	46
Tabla 7. Resultado del Boro.....	47
Tabla 8. Resultado del Bario	48
Tabla 9. Resultado del Berilio.....	49
Tabla 10. Resultado del cobre.....	50
Tabla 11. Resultado del Hierro.....	51
Tabla 12. Resultado del Manganeseo	52
Tabla 13. Resultado del Molibdeno	53
Tabla 14. Resultado del Níquel.....	54
Tabla 15. Resultado del Cadmio	55
Tabla 16. Resultado del Plomo	56
Tabla 17. Resultado del Antimonio.....	57
Tabla 18. Resultado del Selenio.....	58
Tabla 19. Resultado del Uranio.....	59
Tabla 20. Resultado del Mercurio	60
Tabla 21. Resultado del Zinc	61
Tabla 22. Resultado de los Coliformes Totales.....	62
Tabla 23. Resultados de los Coliformes Termotolerantes.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. Resultado del Potencial de Hidrógeno.....	42
Gráfico 2. Resultado de la Conductividad	43
Gráfico 3. Resultados de los Cloruros	44
Gráfico 4. Resultado de la Turbiedad	45
Gráfico 5. Resultado del Aluminio	46
Gráfico 6. Resultado del Arsénico	47
Gráfico 7. Resultado del Boro	48
Gráfico 8. Resultado del Bario.....	49
Gráfico 9. Resultado del Berilio	50
Gráfico 10. Resultados del cobre	51
Gráfico 11. Resultado del Hierro	52
Gráfico 12. Resultado del Manganeseo	53
Gráfico 13. Resultado Molibdeno.....	54
Gráfico 14. Resultado del Níquel.....	55
Gráfico 15. Resultado del Cadmio.....	56
Gráfico 16. Resultado del Plomo	57
Gráfico 17. Resultado del Antimonio	58
Gráfico 18. Resultado del Selenio	59
Gráfico 19. Resultado del Uranio	60
Gráfico 20. Resultado del mercurio	61
Gráfico 21. Resultado del Zinc	62
Gráfico 22. Resultado de los coliformes totales	63
Gráfico 23. Resultados de los Coliformes Termotolerantes	64

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La provisión de recursos hídricos aptos constituye una exigencia crítica para asegurar la vida junto a la estabilidad social; a pesar de ello, en numerosos puntos del planeta, la condición del elemento apto para los ciudadanos sufre fuertes amenazas por dinámicas ecológicas y humanas.

Con respecto a esto, entre los peligros mayores destacan las alteraciones de origen químico —tales como elementos metálicos, agroquímicos o sales—, las biológicas —organismos patógenos— y las físicas —partículas flotantes más desechos sintéticos—: ciertamente, dichas alteraciones surgen a raíz de labores agrarias, fabriles y de las ciudades; de igual manera, influye la carencia de redes óptimas para la purificación y conducción del fluido.

Por consiguiente, el aprovechamiento de reservorios desprotegidos o con deficiente control origina patologías de transmisión acuática como síndromes diarreicos, afecciones coléricas e infecciones hepáticas; por añadidura, esto golpea con fuerza a sectores desprotegidos, incluidos infantes y pobladores de entornos campesinos

o de escasos bienes financieros. En paralelo, este daño ambiental deteriora los hábitats biológicos del entorno líquido: de este modo, se disminuye su potencial natural de recuperación y el sostenimiento de sus funciones vitales.

La disponibilidad de recursos hídricos aptos y protegidos constituye un desafío central a nivel global durante la época contemporánea; sobre todo porque la carencia de este elemento restringe el bienestar colectivo. Con respecto a esto, el reporte coordinado por la Organización Mundial de la Salud junto con UNICEF señala que, para el periodo 2023, cerca de dos millardos de individuos sufrían la falta de prestaciones esenciales de fluido bebible: en adición a ello, una cifra superior a los mil doscientos millones de habitantes ingería líquido con presencia de impurezas, un factor que eleva la vulnerabilidad biológica de la sociedad (UNICEF y OMS, 2023).

En virtud de tal escenario, surge una interrogante crucial referente a los mecanismos viables para asegurar la provisión general y justa de caudales limpios para los ciudadanos; especialmente al encarar dificultades ligadas a las alteraciones ambientales, las disparidades socioeconómicas y las variaciones meteorológicas globales (UNICEF y OMS, 2023).

A pesar de que el entorno latinoamericano posee abundantes reservas fluviales y lacustres, la zona experimenta severas complicaciones respecto a las condiciones del recurso destinado al uso de la población: si bien los índices de distribución domiciliaria registraron incrementos, todavía subsisten marcadas distancias en el aspecto cualitativo, marcadamente dentro de los asentamientos campesinos y periféricos. Bajo esta perspectiva, se calcula que un porcentaje mayor al 70% de los fluidos servidos es vertido en la naturaleza careciendo de un proceso de purificación apto: por consiguiente, esta acción deteriora los acuíferos tanto superficiales como subterráneos.

Aunado a lo anterior, el crecimiento de las labores agrarias de alta producción

junto con las explotaciones metalúrgicas masivas propicia la acumulación de agroquímicos, abonos y elementos pesados tales como el azogue o el metaloide gris; de ahí que este panorama incremente las afecciones transmitidas por vía acuática, propiciando secuelas críticas en los infantes y frenando el progreso continuo de los sectores desprotegidos (Banco Mundial, 2022).

Dentro del territorio peruano, las condiciones del recurso destinado al uso poblacional exhiben dificultades de gran envergadura; esto ocurre a pesar de las políticas orientadas a extender la red de distribución domiciliaria. Al respecto, el Instituto Nacional de Estadística e Informática sostiene que una porción importante de los habitantes —con mayor énfasis en los entornos campesinos— carece de un suministro debidamente protegido; asimismo, los caudales repartidos en las ciudades incumplen frecuentemente los requisitos sanitarios vigentes: esta deficiencia responde directamente a la falta de plantas de purificación idóneas y al deterioro de las cuencas de captación (INEI, 2021).

En consonancia con este panorama, el estado higiénico del acuífero para los ciudadanos en la laguna Tres Corazones se medirá a través de variables físicas, químicas y biológicas en la jurisdicción de Ninacaca, Pasco.

Por otra parte, subsiste a nivel global el reto de lograr una provisión general y justa de líquido limpio para las sociedades, mitigando simultáneamente las presiones derivadas de las impurezas, las diferencias socioeconómicas y las alteraciones meteorológicas globales (UNICEF y OMS, 2023).

De igual modo, el entorno latinoamericano experimenta severas complicaciones respecto a las propiedades del elemento dirigido al consumo de las personas, aun cuando posee un volumen hídrico sobresaliente: si bien los índices de cobertura habitacional mostraron mejorías, todavía persisten distancias cualitativas críticas,

marcadamente en los asentamientos rurales y periféricos. Bajo esta perspectiva, se calcula que una cifra superior al setenta por ciento de los residuos líquidos es vertida en la naturaleza careciendo de un procesamiento apto; por consiguiente, esta práctica altera negativamente las fuentes de agua tanto superficiales como subterráneas.

Por añadidura, el crecimiento de las labores del campo de alta producción junto con las explotaciones metalúrgicas de gran envergadura aportan de forma notable al deterioro de los acuíferos por medio de agroquímicos, abonos y elementos pesados tales como el azogue y el metaloide gris; a causa de esto, dicho panorama produce un incremento de las patologías de transmisión acuática con secuelas críticas en el bienestar corporal, marcadamente en los infantes, a la par que frena el progreso continuo de los sectores más desprotegidos (Banco Mundial, 2022).

En consonancia con lo anterior, dentro del territorio peruano las condiciones del recurso dirigido al uso de la población exhiben dificultades de gran consideración, aun cuando existen políticas orientadas a extender la red de distribución domiciliaria; en efecto, una porción importante de los habitantes —con mayor énfasis en los entornos campesinos— carece de un suministro debidamente protegido (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). De igual modo, los caudales repartidos en las ciudades incumplen frecuentemente los requisitos sanitarios obligatorios: esta deficiencia responde directamente a la falta de plantas de purificación idóneas y al daño sufrido en las cuencas de captación (INEI, 2021).

Bajo esta perspectiva, el estado higiénico del agua en la laguna Tres Corazones se medirá a través de variables físicas, químicas y biológicas; lógicamente, este examen se llevará a cabo en la jurisdicción de Ninacaca, Pasco.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

El presente estudio se limita al ámbito geográfico de la laguna Tres Corazones, emplazada dentro de la jurisdicción de Ninacaca, en la provincia y departamento de Pasco, Perú; consecuentemente, las labores analíticas se concentran en este depósito natural específico, excluyendo el reconocimiento a cualquier otro tipo de vertientes, corrientes fluviales o presas artificiales localizadas en las inmediaciones: de este modo, se asegura un enfoque único sobre el mencionado recurso hídrico.

Delimitación temporal

El proyecto de investigación cubre el lapso fijado desde el 1 de noviembre de 2024 hasta el 30 de septiembre de 2025: fase durante la cual se ejecutaron las tareas de organización, toma de muestras y pruebas analíticas; seguidamente, se procedió con la organización de la información recabada y la elaboración del documento final.

Delimitación de contenido

El estudio se orienta a determinar la condición del fluido para el uso poblacional: procedimiento ejecutado a partir del examen de indicadores físicos, químicos y microbiológicos, sumando componentes como factores parasitológicos y elementos metálicos pesados.

Delimitación poblacional

El conjunto bajo examen comprende el volumen líquido albergado en la laguna Tres Corazones; por consiguiente, la fracción de ensayo equivale al elemento extraído desde un sector clave de este depósito natural: dicha porción resultó procesada en el centro analítico con la meta de medirla frente a los criterios higiénicos fijados por el reglamento del país (Decreto Supremo N.º 031-2010-SA) y las pautas directivas emitidas a través de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010).

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto es la concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024?
- ¿Cuánto es la concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024
- Determinar la concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024

1.5. Justificación de la investigación

El recurso hídrico representa un elemento vital junto con una facultad humana esencial; consiguientemente, su pureza condiciona el bienestar físico, la evolución de la sociedad y el progreso monetario de los pueblos. En cuanto el elemento hídrico orientado a la población contiene agentes microbiológicos dañinos, elementos químicos

perjudiciales o residuos físicos; entonces se transforma en un peligro latente hacia la estabilidad corporal: de hecho, posee el potencial de desencadenar padecimientos como infecciones gastrointestinales, infecciones coléricas, inflamaciones hepáticas e inclusive cuadros tóxicos prolongados motivados por minerales densos o agroquímicos.

El carácter urgente sobre las condiciones del líquido destinado a la gente reside en el progresivo deterioro de los yacimientos naturales; cuyo fenómeno pone en riesgo tanto la presencia como la protección del fluido tratable. Igualmente, dinámicas como el incremento demográfico, el crecimiento urbano, la expansión fabril y las faenas del campo de rendimiento elevado han intensificado la concentración de elementos nocivos —como bacterias, partículas víricas y compuestos sintéticos (abarcando elementos metálicos densos junto a plaguicidas)— dentro de las masas hídricas.

El trabajo presente dispone del personal, la inversión económica y una amplia base documental vinculada a la materia para ejecutar el estudio: en consecuencia, la labor cuenta con la viabilidad requerida.

Por su parte, el examen sobre la condición de la masa hídrica orientada a las personas —afectada por componentes de naturaleza física, química o microbiológica— favorece a diversos grupos sociales; concretamente a los habitantes de sectores del campo o periferias que frecuentemente poseen un ingreso restringido a redes potables tratadas y permanecen expuestos a yacimientos alterados; por ende, tal condición los coloca ante un grave peligro de sufrir padecimientos transmisibles. Así pues, analizar y perfeccionar la pureza de este recurso ayuda directamente a dichas comunidades al aminorar las amenazas sanitarias.

Debido a lo expuesto, cobra total validez la revisión del fluido en la laguna Tres Corazones: esto con el propósito de comprobar su aptitud para la ingesta poblacional, en beneficio directo de los pobladores vecinos de la zona.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se cuenta con los recurso humanos y económicos, los cuales serán asumidos por mi persona, en cuanto a la disponibilidad de la laguna, los lugareños nos prestaron todas las facilidades parar determinar los puntos de monitoreo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes Nacionales

Alcca (2023) **Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata- Totorpujo, Plaza, Estadio y Jjaquejihuata distrito de Platería – Puno – 2022**

La presente indagación transcurrió en la jurisdicción de Platería, perteneciente a Puno, buscando sopesar la presencia de componentes de índole física, química y microbiológica en el agua orientada a la población: dicha labor contempló afloramientos situados en los sectores de Quipata - Totorpujo, Jjaquejihuata, la Plaza de Armas y el recinto deportivo local. Igualmente, se fijaron cuatro puntos de recolección según el protocolo técnico para posterior envío al laboratorio; allí se examinaron cuarenta y tres elementos, divididos en treinta y ocho físico-químicos y cinco microbiológicos. Al cotejar los hallazgos contra los Estándares de Calidad Ambiental (ECA - DS N° 004-2017-MINAM), únicamente un punto acató las exigencias químicas, en tanto ningún lugar satisfizo los requisitos microbiológicos:

concretamente, la vertiente de Quipata - Totorpujo vulneró tres indicadores, a saber: oxígeno disuelto (1.90 mg/L), coliformes totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml). Por otra parte, la fuente de la Plaza de Armas desobedeció cinco métricas: oxígeno disuelto (4.47 mg/L), fósforo total (0.30 mg/L), potencial de hidrógeno (8.57), coliformes totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100 ml). Asimismo, el manantial del recinto deportivo infringió diez parámetros: temperatura (15.6 °C), oxígeno disuelto (1.20 mg/L), fósforo total (1.15 mg/L), amoníaco-N (9.61 mg/L), arsénico (0.0181 mg/L), hierro (0.806 mg/L), manganeso (0.40652 mg/L), demanda química de oxígeno (78.3 mg/L), coliformes totales (1300 NMP/100 ml) y Escherichia coli (2 NMP/100 ml). Finalmente, la naciente de Jjaquejihuata falló en dos aspectos: arsénico (0.0012 mg/L) y Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml).

Chavarría et al. (2024) **Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la ciudad de Pampas - Tayacaja, 2023**

La investigación presente transcurrió dentro de la ciudad de Pampas, erigida sobre los 3276 metros de altitud hacia el suroeste geográfico perteneciente a la provincia de Tayacaja, región Huancavelica, a lo largo del periodo comprendido desde abril hasta diciembre del 2022: dicha labor buscó evaluar las condiciones del agua dirigida a los pobladores mediante componentes químicos, físicos y biológicos dentro de tal localidad. Igualmente, este proyecto perteneció al tipo aplicado con una hondura descriptiva y de diseño transversal; consiguientemente, la tarea supuso una medición directa de la escena natural, es decir, sin alterar las variables. A través de seis puntos de recolección se analizaron las propiedades físicas, químicas y microbiológicas: para ello se emplearon como guía el reglamento sanitario nacional (Decreto Supremo N.º 031-

2010-SA) emitido por el Ministerio de Salud junto con los Estándares Ambientales para Agua (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM) en su apartado inicial. Puesto que los reportes finales prueban que los indicadores analizados no rebasaron las métricas permitidas por la norma ambiental de categoría 1, se deduce que el líquido de Pampas resulta seguro para el uso de las personas; no obstante, conviene ejecutar revisiones continuas a fin de proteger la salubridad del recurso: máxime cuando existen variaciones en la recolección hídrica y un suministro restringido a pocas horas diarias.

Leon & Pretell (2023) Nivel de satisfacción de la calidad de agua para consumo humano en la Localidad de Santiago de Cao, 2023

El trabajo científico actual buscó medir el grado de conformidad vecinal junto al estado del recurso hídrico para consumo en el poblado de Santiago de Cao: dicho estudio siguió un método cuantitativo, fuera de laboratorios, con recolección directa en un solo tiempo y alcance de correlación. De manera paralela, respecto a la revisión del fluido hídrico, se aplicó la medición ambiental sobre tres zonas fijadas; concretamente, Pozo La Noria (AS-01), Puquio (AP-01) y Vivienda (CA-01), lugares donde se midió acidez, conducción eléctrica, rigidez, cloruros, sulfatos, flúor, sales disueltas, agentes biológicos y arsénico; a continuación, se calculó la condición hídrica mediante la fórmula GWQI, apoyada en los mandatos peruanos D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA; por añadidura, el cloro sobrante no se revisó debido a que la red pública no incluye limpieza técnica. Asimismo, en cuanto al grado de conformidad de los residentes, se usó la consulta directa mediante preguntas, validada por tres expertos y con valor Alfa de Cronbach de 0.803 sobre 106 habitantes; por ende, el nivel de agrado fue calculado usando la tasa ISNt. Los hallazgos demostraron que el suministro hídrico recibido en las casas, Vivienda (CA-01), resulta inadecuado para la ingesta poblacional; puesto que registró 34 UFC/100 ml de bacterias coliformes. Igualmente,

las reservas de provisión pública y particular —Pozo La Noria junto con Puquio— tampoco resultan aptas para los ciudadanos salvo que atravesen una desinfección previa: aun cuando ambas fuentes posean un estado óptimo para la producción de recursos potables. En adición, ciertos indicadores excedieron ambas reglamentaciones; a saber: conducción eléctrica 2140 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza 1020 mg/L, sulfatos 749.6 mg/L más sólidos disueltos totales 1695 mg/L en el punto estatal, Pozo La Noria; al igual que arsénico 0.024 mg/L en el sector privado, Puquio: factores que suponen un peligro para el bienestar comunitario. Por otra parte, la tasa ISNt alcanzó un puntaje de -0.16; de ahí que reflejara un agrado poblacional inadmisible frente a la pureza del caudal domiciliario. Para terminar, los residentes rechazan el líquido impropio para la ingesta: detalle que confirma un vínculo lineal entre las dos variables, validando la suposición planteada en el estudio.

Huamán (2023) Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 – 2022

La recolección de muestras durante dos épocas distintas, pero desde un sitio idéntico, siguió las pautas oficiales del manual técnico; por lo tanto, esta labor facilitó la comparación directa con los límites normativos. En consecuencia, los reportes demostraron que los indicadores biológicos del recurso para los habitantes —como gérmenes coliformes, bacterias variadas, formas libres, además de huevos, larvas, quistes o estructuras microscópicas perjudiciales— superan los valores máximos fijados por el reglamento nacional (Ministerio de Salud [MINSA], 2010); de igual modo, sobrepasan las reglas ambientales vigentes (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017). Por otro lado, la prestación del recurso en la jurisdicción de Ninacaca resulta insuficiente: esta falla ocurre debido al crecimiento de residentes durante los últimos

tiempos. En efecto, el depósito actual aporta apenas un flujo de 1.25 l/s; es decir, esta cantidad no cubre la demanda total del poblado. Por esta razón, la indagación posee un carácter descriptivo, una lógica de contraste y un planteamiento numérico: de hecho, la meta principal busco medir el estado hídrico de la laguna Lulicocha para ampliar la red comunal. Igualmente, dentro de la revisión se examinaron los componentes biológicos y químicos de la fuente; concretamente, bajo el marco de la división A1 para recursos tratables mediante limpieza simple (MINAM, 2017). A causa de esto, los datos revelaron excesos en agentes como *Escherichia coli*, formas libres, al igual que gérmenes o parásitos; en cambio, los valores químicos acataron la ley. Para terminar, se determina que el fluido de la laguna Lulicocha será seguro: siempre que el líquido reciba una limpieza biológica sumada a un proceso de potabilización clásico.

Lachos (2024) Calidad de agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento seda Huánuco zona Castillo Grande y centro poblado Picuroyacu distrito Castillo Grande, Leoncio Prado

El trabajo se sostiene en la red de provisión líquida para consumo vecinal dirigida por Seda Huánuco dentro del área de Castillo Grande junto al caserío Picuroyacu, ambos situados en la jurisdicción de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; de igual forma, la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento (JASS) interviene de modo directo durante la distribución de este recurso. A causa de esto, la revisión de los factores biológicos, sensoriales, mecánicos y químicos del caudal entregado evidencia que la condición hídrica resulta idónea en su mayoría: es decir, se ubica dentro de los topes tolerables que exige la norma sanitaria nacional (Ministerio de Salud [MINSA], 2010). Igualmente, los niveles de coloración (5 UCV) sumados a la opacidad (1,52 UNT) muestran que el líquido posee un aspecto favorable; mientras que el índice de acidez situado en 7,74 permanece dentro del rango

aconsejado (6,5-8,5). Por añadidura, la capacidad de conducción de electricidad fijada en 503,28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dista del valor máximo fijado en 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$: este detalle confirma una presencia correcta de sales integradas; en cambio, la rigidez general de 281,20 mg CaCO_3/L indica una mezcla con firmeza media. En lo que atañe a las métricas químicas, el nivel de cloro restante (1,09 mg/L), los depósitos de sal (40,74 mg/L), los compuestos sulfatados (34,50 mg/L), las trazas de hierro (0,03 mg/L), el elemento manganeso (0,31 mg/L), las dosis de aluminio (0,06 mg/L), los trozos de cobre (0,16 mg/L), la presencia de zinc (0,18 mg/L), el veneno de arsénico (0,0001 mg/L) y las concentraciones de nitratos (1,15 mg/L) acatan los reglamentos legales: por lo tanto, esta fuente respeta las pautas higiénicas en esta área. Con todo, la medición de gérmenes —tales como organismos coliformes globales (34,50 UFC/100 mL a 35 °C), gérmenes resistentes al calor (20,83 UFC/100 mL a 44,5 °C), colonias variadas (223,67 UFC/100 mL a 35 °C) y la bacteria *Escherichia coli* (0,17 UFC/100 mL a 44,5 °C)—, a pesar de acatar casi en su totalidad las reglas, exige un proceso de desinfección continuo: de este modo, se busca asegurar la protección hídrica a lo largo de todos los sectores analizados.

Antecedentes internacionales

Castillo (2024) Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el sector banco fomento, Ciudad de Milagro-Guayas

El diagnóstico de la pureza hídrica constituye un procedimiento enfocado en caracterizar los rasgos físicos, químicos y biológicos del recurso; por tanto, resulta indispensable que este proceso transcurra según la reglamentación aplicable. Con esta premisa, surgió un estudio orientado a fines específicos: cotejar ensayos en tomas recolectadas en el área Banco Fomento; medir la opinión de los vecinos frente al estado del suministro repartido; además de plantear acciones de prevención dirigidas a cuidar y usar el líquido con prudencia. En consecuencia, la labor empleó las exigencias de

aptitud del Acuerdo Ministerial 097-A junto a un sondeo de análisis: mediante esta combinación, se contrataron los datos de las tomas revisando la turbiedad, la tonalidad, el nivel de acidez, las trazas de arsénico, la exigencia química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno. Paralelamente, los datos surgidos de las consultas revelan que la población de la zona siente insatisfacción ante el estado del recurso recibido. De ahí que se valide la conjetura inicial: el caudal entregado a los residentes del sector Banco Fomento, dentro de la urbe de Milagro, vulnera las normas de aptitud vigentes.

Díaz et al. (2024) Calidad del agua para consumo humano y producción hidropónica en Bases Antárticas Conjuntas de Argentina

Durante el periodo comprendido entre los años 2022 y 2023 arrancó el cultivo de hortalizas mediante módulos hidropónicos montados dentro de las Bases Antárticas Conjuntas argentinas Marambio y Esperanza; por lo tanto, esta medida buscó asegurar el suministro constante de insumos frescos para su dotación. Bajo esta premisa, la producción agrícola de este tipo y la ingesta poblacional demandan una supervisión rigurosa de las propiedades hídricas; conque a lo largo del invierno de 2022 se midieron las propiedades del líquido recolectado en las fuentes naturales y las redes de reparto pertenecientes a ambas instalaciones. Igualmente, se examinaron variables clave orientadas a determinar la pureza para uso de las personas, así como la preparación de fórmulas con nutrientes; consecuentemente, las dos estaciones poseen una provisión del fluido con rasgos favorables en general, salvo contadas métricas fuera de los límites legales. Puesto que las etapas de limpieza implementadas reducen las amenazas relativas a la preparación de comidas y la bebida: en la Base Esperanza no surgieron trabas para el sistema de siembra, pues su recurso ostenta una escasa carga de minerales, reducida dureza, poca alcalinidad, baja conducción de electricidad y un pH idóneo. Por el contrario, en la Base Marambio hizo falta sumar un sistema de filtrado molecular

para reducir valores elevados en ciertos minerales: los cuales, aun sin suponer peligro alguno frente al uso de la población, trababan la formulación de mezclas aptas destinadas al cultivo de los vegetales.

Nolasco (2023) **Calidad del agua para consumo humano en dispensadores de agua del municipio de Álamo Temapache, Veracruz.**

El trabajo expuesto persiguió examinar las condiciones del recurso proveniente del circuito público distribuido a través de diversos sectores en la localidad de Álamo Temapache, Veracruz; para tal fin, se midieron factores químicos, físicos y biológicos —tales como la temperatura, la acidez, el cloro residual, los organismos fecales y la bacteria *Escherichia coli*— respetando las pautas legales mexicanas actuales. A lo largo del proceso investigativo, se analizó la pureza del caudal correspondiente a diecisiete módulos repartidos por zona: en este sentido, la recolección de las muestras se sujetó al estándar NOM-014-SSA1-1993 relativo al resguardo, preservación y traslado de las dosis, abarcando las exigencias bacteriológicas junto con los aspectos físico-químicos contemplados en las guías de salubridad para el manejo de fuentes potables (Secretaría de Salud [SSA], 1993). Por su parte, la revisión de las fracciones hídricas ocurrió en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache; de igual manera, los insumos se trasladaron de forma adecuada empleando recipientes Falcon de 15 ml estériles para evitar cualquier contaminación, cumpliendo las pautas normativas. A través de la técnica con placas Petrifilm 3M, se logró una medición nítida respecto al brote de unidades formadoras de colonias (UFC): en consecuencia, se notó la aparición de agrupaciones de bacterias fecales junto con la especie *E. coli*. De este modo, la formación de gérmenes fecales figuró en la totalidad de las fuentes, salvo en el dispensador 2; mientras que *E. coli* destacó en las estaciones 6, 9 y 15; por su parte, *Pseudomonas* surgió únicamente en los módulos 4, 5 y 6. Finalmente, el procedimiento

estadístico ANOVA reveló diferencias marcadas en el punto 11 frente al dispensador 2.

Gomis (2024) Valoración toxicológica de la calidad de aguas de consumo humano en municipios de la provincia de Alicante

El recurso hídrico dulce constituye un elemento limitado e imprescindible: posee una función relevante para el desarrollo de todo organismo con vida. Sin embargo, en el escenario presente hallamos severos inconvenientes vinculados a este elemento sustancial; en consecuencia, surgen dificultades a causa de aspectos diversos como la polución o la falta de este elemento. Por consiguiente, resulta imperativo ejecutar una correcta administración y verificación sobre tales fuentes: asegurando de esta forma la llegada y el estado óptimo del recurso. En esta propuesta de titulación se evalúan los antecedentes existentes referidos al examen de las fuentes dirigidas a las personas dentro de distintas localidades de Alicante; por añadidura, se establece la certeza sanitaria de estas atendiendo a factores mecánicos y químicos. En tal sentido, dicha labor se concreta mediante el marco regulatorio fijado por el Real Decreto 3/2023 sobre recursos de consumo: resaltando ciertos indicadores inéditos de supervisión que figuran en las métricas aportadas desde el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC). Puesto que las cifras conseguidas dentro de esta revisión revelan regularidad en las estaciones de comprobación, acatando el mandato legal: de ahí que se pruebe que el caudal consumido en dichas entidades posee condiciones óptimas junto a una seguridad absoluta hacia la población.

2.2. Bases teóricas – científicas

Parámetros físicos: Como el color, olor, sabor, turbidez y temperatura, que afectan la aceptabilidad del agua y pueden indicar la presencia de contaminantes. La turbidez, por ejemplo, puede interferir con la efectividad de la desinfección.

Parámetros químicos: Incluyen metales pesados (como plomo, mercurio, arsénico y cadmio), nitratos, cloruros y otras sustancias tóxicas que, en concentraciones elevadas, resultan peligrosas para la salud. Estos elementos se evalúan con base en estudios toxicológicos que determinan las concentraciones máximas seguras para el consumo humano.

Parámetros biológicos: La presencia de bacterias, virus, parásitos y otros patógenos es crítica. Específicamente, se evalúan coliformes fecales y totales, que indican contaminación fecal y la posible presencia de otros organismos patógenos.

Efectos del plomo en la salud humana

1. Efectos en el sistema nervioso

Niños: Este grupo presenta una fragilidad superior debido a que el plomo logra superar el filtro sanguíneo cerebral para asentarse dentro del tejido nervioso; en consecuencia, genera alteraciones de tipo neurológico. Los perjuicios conllevan una merma respecto al rendimiento intelectual junto a tropiezos durante la enseñanza: además de alterar la conducta y mellar las capacidades del ámbito mental o motriz.

Adultos: Pese a que el tejido nervioso maduro demuestra mayor firmeza: la intoxicación con dosis altas genera pérdidas de memoria y alteraciones emocionales; paralelamente, en escenarios graves provoca neuropatías periféricas, manifestadas como rigidez y molestias en las extremidades.

2. Efectos en el sistema hematológico

El plomo altera la formación del hemo, un componente clave dentro de la creación de hemoglobina: por consiguiente, este fenómeno suele desencadenar cuadros de anemia. Dicho efecto resulta sumamente grave hacia niños junto con gestantes; puesto que la falta de esta proteína influye sobre la maduración del feto, afectando

paralelamente el bienestar global.

3. Efectos en el sistema renal

La exposición crónica al plomo puede perjudicar los riñones, ya que el plomo se acumula en ellos y afecta la filtración y la excreción de toxinas. Esto puede llevar a enfermedades renales crónicas y, en casos graves, a insuficiencia renal.

4. Efectos en el sistema cardiovascular

Estudios han vinculado la exposición al plomo con hipertensión arterial y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, como ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares. Este efecto es más evidente en adultos que han estado expuestos durante largos períodos.

5. Efectos en el sistema reproductivo

En mujeres: La exposición al plomo puede afectar la fertilidad, causar abortos espontáneos y problemas en el desarrollo fetal. Además, el plomo puede transferirse al feto durante el embarazo, afectando su desarrollo cerebral.

En hombres: Puede reducir la producción de espermatozoides y afectar su motilidad, disminuyendo la fertilidad.

6. Impacto en el sistema inmunológico

El plomo logra alterar la respuesta del sistema de defensas: debido a ello, crece la vulnerabilidad frente a los contagios; paralelamente, decae la destreza del organismo para combatir de forma adecuada los riesgos biológicos.

7. Exposición crónica y acumulación

El plomo se acumula en el cuerpo, especialmente en los huesos y dientes, donde puede permanecer durante décadas. En momentos de estrés físico o embarazo, el plomo almacenado puede liberarse al torrente sanguíneo y reactivar sus efectos tóxicos.

8. Impacto en el desarrollo infantil y población vulnerable

Los infantes de corta edad junto con las gestantes sufren la mayor fragilidad ante los estragos del metal pesado: dado que, en la niñez, la intoxicación aun mediante concentraciones reducidas proyecta secuelas permanentes sobre el crecimiento físico y psíquico. En concordancia con ello, para el caso de las gestantes, el contacto tóxico altera la formación cerebral del embrión; por consiguiente, este fenómeno suele ocasionar una masa corporal deficiente al momento del parto o nacimientos antes del término previsto.

9. Fuentes de exposición

Las principales fuentes de exposición al plomo son el agua contaminada, pinturas a base de plomo, tierra contaminada, alimentos (por absorción de plantas de suelos contaminados), y en lugares donde persisten prácticas industriales que involucran el plomo.

Efectos del cadmio en la salud humana

1. Efectos en el sistema renal

El cadmio se concentra en los riñones, órganos principales encargados de su eliminación; en consecuencia, su presencia puede ocasionar una falla progresiva en dichos tejidos. Por lo tanto, esta alteración merma la destreza renal para filtrar residuos y procesar proteínas: desencadenando, con el tiempo, un mal renal persistente. Asimismo, el contacto prolongado con la sustancia ocasiona la pérdida de la capacidad para conservar proteínas junto con electrolitos; condición nombrada como proteinuria.

2. Efectos en los huesos

El cadmio interfiere en el metabolismo de Ca y vitamina D, elementos vitales para la salud de los huesos. Esto puede llevar a condiciones como osteoporosis (debilitamiento de los huesos) y osteomalacia (ablandamiento de los huesos).

En personas con alta exposición a cadmio, como trabajadores de ciertas industrias o personas que viven en áreas contaminadas, se han observado fracturas óseas y deformidades debido al debilitamiento de la estructura ósea.

3. Efectos en el sistema respiratorio

Inhalar esta sustancia química (como ocurre dentro de entornos fabriles o mediante el hábito del tabaco) logra generar lesiones en la vía respiratoria; por ende, el contacto severo ante concentraciones elevadas suele desencadenar inflamaciones pulmonares de origen químico conjuntamente con la retención de fluidos dentro de los alvéolos. De manera paralela, la contaminación prolongada en el tiempo guarda relación frente al desarrollo de cuadros obstructivos severos: así como el riesgo de padecer neoplasias en el órgano respiratorio.

4. Efectos en el sistema cardiovascular

El contacto con el cadmio guarda relación frente a la presión alta, sumado a un peligro superior respecto a las fallas del corazón; dado que esta sustancia química origina un proceso inflamatorio dentro del organismo, destruyendo progresivamente los conductos de la sangre.

5. Efectos en el sistema reproductivo

El contacto con el cadmio logra alterar la capacidad reproductiva en ambos sexos: en la población masculina tiende a disminuir la síntesis de testosterona, afectando directamente las propiedades de los espermatozoides; mientras tanto, en las mujeres causa interferencias respecto al trabajo de las glándulas ováricas, elevando los peligros de sufrir problemas durante la gestación. Consecuentemente, el metal consigue traspasar la barrera placentaria y dañar la formación embrionaria: propiciando, de tal modo, un aumento relevante en las posibilidades de masa corporal reducida tras el parto junto a fallas en el crecimiento del infante.

6. Efectos cancerígenos

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer sitúa a dicho elemento dentro del grupo de agentes cancerígenos hacia las personas (IARC, s. f.); en consecuencia, la exposición habitual al químico guarda una estrecha relación frente a la aparición de neoplasias en los pulmones, la próstata o las vías renales: sobre todo en aquellos individuos que manejan dicho compuesto debido a sus labores cotidianas.

7. Sistema inmunológico y efectos endocrinos

El contacto continuo con el cadmio puede alterar el desempeño de la respuesta inmune; consecuentemente, este fenómeno reduce las defensas del organismo para luchar frente a las enfermedades. Asimismo, dicha sustancia logra modificar la actividad propia de los centros endocrinos: cambiando, de este modo, el control metabólico en el cuerpo.

8. Fuentes de exposición al cadmio

Las vías centrales de contaminación por dicho metal en las personas abarcan el consumo de tabaco, las comidas —sobre todo vegetales nacidos en tierras alteradas, productos marinos e insumos de grano—, además de la alteración del aire y de las fuentes hídricas en zonas próximas a plantas metalúrgicas o explotaciones mineras; puesto que la sustancia también logra hallarse dentro de artículos cotidianos, tales como acumuladores de níquel-cadmio, polímeros y ciertos abonos: de tal modo que estas piezas suman hacia la concentración del elemento sobre los suelos junto a los caudales.

Efectos del Arsénico en la salud humana

1. Efectos a nivel de la piel

La intoxicación continua por arsénico induce alteraciones dermatológicas:

fenómeno denominado dermatosis arsenical. Tales anomalías comprenden tanto el oscurecimiento epidérmico mediante hiperpigmentación como la formación de zonas claras a causa de la hipopigmentación; asimismo, este cuadro produce queratosis, traducida en la dureza de la piel asentada primordialmente sobre palmas y plantas, la cual genera dolor e imposibilita el libre movimiento.

2. Efectos en el sistema nervioso

El contacto prolongado frente al arsénico genera neuropatía periférica: padecimiento causante de debilidad, adormecimiento junto con dolores en las extremidades. De esta manera, tal alteración deteriora la coordinación motora; además, representa una condición compleja de sanar tras manifestarse. Por otro lado, la asimilación del químico durante la infancia interfiere contra la evolución neurológica: propiciando trabas en la formación educativa, reducción intelectual e inconsistencias conductuales.

3. Efectos en el sistema cardiovascular

El arsénico logra dañar el aparato circulatorio al propiciar la tensión alta, acelerando la aparición de fallas cardíacas conjuntamente con derrames en el cerebro; debido a que dicha sustancia química guarda relación frente a la arteriosclerosis, fenómeno que vuelve rígidos los vasos sanguíneos, dificultando el paso de la sangre: lo cual eleva el peligro ante accidentes coronarios severos.

4. Efectos en el sistema renal y hepático

Este metal se junta dentro de las vías renales y la glándula hepática: espacio en donde logra generar fallas con el paso del tiempo. Por consiguiente, dicha situación deriva hacia una pérdida de la capacidad para filtrar desechos; asimismo, eleva las probabilidades de sufrir problemas en el hígado, tales como la cirrosis o, ante cuadros graves, la detención total de sus funciones.

5. Efectos en el sistema respiratorio

Respirar este compuesto, habitual dentro de ciertas tareas fabriles, logra alterar la función de la vía respiratoria conjuntamente con los pulmones: por consiguiente, este fenómeno eleva las probabilidades de padecer bronquitis persistente o broncopatías crónicas. De manera paralela, dicha exposición guarda relación frente a un peligro superior de sufrir neoplasias pulmonares; especialmente sobre individuos sometidos al elemento en su jornada laboral o expuestos ante elevadas concentraciones en el ambiente.

6. Efectos cancerígenos

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer clasifica este elemento dentro del grupo de agentes cancerígenos para el ser humano (IARC, s. f.); por este motivo, la asimilación constante del compuesto guarda relación con el desarrollo de neoplasias en la piel, la vejiga, las vías renales, el tejido hepático y la zona pulmonar. Ciertamente, esta propiedad tumoral ocurre debido a que dicho compuesto ocasiona alteraciones en el código genético: debilitando los procesos de restauración de la célula y acelerando, al mismo tiempo, el crecimiento anómalo de las unidades biológicas.

7. Efectos en el sistema reproductivo y desarrollo fetal

El contacto con este elemento en gestantes logra alterar la formación del embrión: acontecimiento ligado frente a un volumen corporal reducido al parto, nacimientos antes del término previsto junto con la pérdida de vida en la niñez. Paralelamente, dicho fenómeno influye de forma negativa sobre la capacidad reproductiva, elevando las posibilidades de sufrir inconvenientes en el periodo de gestación; tales como la preeclampsia.

8. Efectos endocrinos y metabolismo

Esta sustancia altera el trabajo de las glándulas endocrinas, perjudicando el procesamiento de los azúcares en la sangre; en consecuencia, tal anomalía acrecienta el riesgo de sufrir diabetes tipo 2. En ese mismo sentido, dicho elemento logra trastornar la actividad de la tiroides: modificando, por consiguiente, el gasto energético corporal junto al balance hormonal.

9. Fuentes de exposición al arsénico

Las vías centrales de contaminación por este elemento comprenden el agua subterránea alterada: sobre todo en zonas donde dicha sustancia abunda dentro de la tierra y las rocas; por ende, otros canales integran la comida, primordialmente el arroz con sus derivados, dado que logran tomar el químico mediante los suelos junto al riego. Asimismo, el compuesto permanece presente sobre el aire en áreas próximas hacia trabajos mineros o del sector industrial: además de figurar dentro de ciertos plaguicidas y artículos para las personas.

Efectos del Mercurio en la salud humana

1. Efectos en el sistema nervioso

Neurotoxicidad: El mercurio perturba sobre todo el encéfalo; pues el contacto con el metilmercurio, su variante de mayor letalidad, origina fallas permanentes en la masa cerebral, perjudicando los procesos mentales, la retención de datos, el habla junto con la agilidad muscular.

En niños y fetos: Efectos en la infancia y la etapa prenatal: Dichos grupos poseen un riesgo elevado; puesto que la sustancia consigue traspasar tanto la membrana cerebral como la masa placentaria, dañando la formación de la cabeza durante la gestación: resultando, por lo tanto, en limitaciones de la mente, trabas en la educación, fallas en el movimiento físico e inclusive demoras del lenguaje.

2. Efectos en el sistema cardiovascular

El mercurio logra elevar el riesgo de padecer males cardiovasculares: puesto que la asimilación constante de dicha sustancia, primordialmente sobre la población adulta, guarda relación directa frente a la presión alta; por consiguiente, acrecienta las probabilidades de sufrir ataques cardíacos o derrames cerebrales. Asimismo, las propiedades tóxicas de este elemento generan alteraciones en la zona muscular cardíaca junto a las vías sanguíneas: pues posee la facultad para detonar desgaste celular e inflamación en el organismo.

3. Efectos en los riñones

Nefrotoxicidad: El mercurio se concentra dentro de las vías renales y logra perturbar la función de estos órganos: de forma particular en individuos en contacto constante frente al componente inorgánico; en consecuencia, tal escenario provoca una merma relativa a la destreza de los riñones para limpiar toxinas, lo cual, ante cuadros complejos, desencadena en fallas renales severas. Asimismo, el contacto continuado se vincula con el síndrome nefrótico —alteración causante de la pérdida de proteínas mediante la orina—; por consiguiente, dicha condición consigue alterar el balance de electrolitos en la estructura corporal.

4. Efectos en el sistema respiratorio

Respirar mercurio puro en fase gaseosa provoca daño directo sobre el tracto aéreo; puesto que, bajo elevadas concentraciones de este elemento, sobreviene una neumonitis química: patología que genera secuelas permanentes dentro de los pulmones. Igualmente, la presencia continuada frente a pequeñas cantidades de dicho gas eleva el peligro de sufrir males pulmonares persistentes.

5. Efectos en el sistema inmunológico

El mercurio genera un fallo inmunológico: escenario donde las defensas

agreden a los propios tejidos de la persona; puesto que la sustancia altera el control del sistema de protección, detonando o bien agravando padecimientos de esta clase. De igual forma, el compuesto logra reducir la capacidad defensiva general: aumentando con ello la posibilidad de sufrir infecciones.

6. Efectos en el sistema digestivo

Ingerir combinaciones de mercurio inorgánico logra ocasionar lesiones en la vía digestiva: produciendo dolor en la zona del vientre, vómitos, junto con evacuaciones líquidas; en consecuencia, ante situaciones críticas, esta condición desemboca en llagas o aberturas dentro del tubo gástrico.

7. Efectos reproductivos y en el desarrollo fetal

El contacto con mercurio a lo largo del embarazo resulta muy riesgoso: debido a que la sustancia logra cruzar la placenta, juntándose así dentro de la estructura nerviosa en formación del feto; consecuentemente, dicho fenómeno puede ocasionar alteraciones de nacimiento, menor masa corporal al parto, además de problemas en la evolución cerebral. De igual modo, ante los varones, la presencia constante frente al químico afecta la capacidad reproductiva: puesto que baja tanto la calidad como el número de espermatozoides.

8. Efectos en la salud mental y comportamiento

El contacto prolongado frente al mercurio logra detonar oscilaciones del ánimo, irritabilidad, angustia o abatimiento; por consiguiente, ante escenarios complejos, sobrevienen alteraciones conductuales e inclusive episodios psicóticos. En tal sentido, dicha manifestación clínica recibe el nombre histórico de «locura de los sombrereros»: puesto que, de modo pretérito, los artesanos del sombrero padecían constantemente por la asimilación a este elemento.

9. Fuentes de exposición al mercurio

Las vías centrales de contacto con el mercurio abarcan el consumo de peces y mariscos alterados por metilmercurio: principalmente en ejemplares como el atún o el pez espada. Por consiguiente, otros canales comprenden los vapores del metal dentro de ciertos espacios laborales —como la minería, la fabricación de bienes específicos o las plantas de carbón—; asimismo, figuran artículos domésticos (por ejemplo, termómetros o lámparas de luz fluorescente) e incluso el empleo de amalgamas dentales. Adicionalmente, sobre diversas regiones, la extracción minera artesanal y a pequeña escala que recurre a este elemento expone a las personas hacia dicho mineral.

Efectos de los Nitratos en la salud humana

1. Metemoglobinemia (síndrome del bebé azul)

La presencia de nitratos dentro del agua destinada al consumo humano, sobre todo en pozos, logra desencadenar metahemoglobinemia sobre infantes con una edad menor a medio año: anomalía designada habitualmente bajo la etiqueta de «síndrome del bebé azul», puesto que aminora la facultad de la corriente sanguínea para movilizar el oxígeno, produciendo cianosis (o bien la tonalidad azulada perceptible sobre la piel). A este respecto, tales compuestos terminan transformándose en nitritos al interior de la cavidad gástrica, siendo así que estos últimos se fusionan junto a la hemoglobina: dando origen a la metahemoglobina, la cual es una variante molecular que omite el reparto de oxígeno. De igual modo, las criaturas recién nacidas cuentan con aparatos enzimáticos en etapa de desarrollo, por lo cual resultan especialmente propensas frente a dicho fenómeno.

2. Efectos cancerígenos

Si bien estos compuestos no resultan cancerígenos por sí solos, dentro del

organismo logran transformarse en nitrosaminas junto con nitrosamidas, las cuales son sustancias con potencial oncogénico; por cuanto dicha conversión sucede ante la presencia de bacterias específicas en el tubo digestivo o bien bajo escenarios de acidez.

Por consiguiente, la asimilación continuada de tales elementos consigue incrementar la posibilidad de padecer variadas neoplasias, entre las que destacan el cáncer gástrico, esofágico y vesical: fenómeno apreciado sobre todo en personas expuestas hacia niveles elevados de nitratos mediante el consumo de agua potable o alimentos conservados mediante estos mismos aditivos.

3. Efectos en el sistema cardiovascular

Algunos estudios sugieren que la exposición a largo plazo a niveles altos de nitratos puede estar relacionada con un mayor riesgo de hipertensión. Esto se debe a que los nitritos en el cuerpo afectan la circulación sanguínea y la función de los vasos sanguíneos.

Aunque los nitratos tienen usos terapéuticos en medicina para tratar la angina y otras condiciones, la exposición crónica a nitratos de fuentes contaminadas puede tener el efecto opuesto, afectando la salud cardiovascular a largo plazo.

4. Efectos en el sistema respiratorio

El contacto con elevadas concentraciones de estas sustancias perturba la captación de oxígeno corporal: provocando así falta de aire junto a cansancio físico, particularmente dentro de sujetos con padecimientos pulmonares previos.

No obstante, frente a cuadros severos de asimilación repentina —tales como consumir un volumen desmedido de dichos componentes—, sobreviene una intoxicación profunda; la cual abarca manifestaciones respiratorias bruscas, además de diversos males sobre la salud general.

5. Riesgos para el desarrollo infantil

El contacto con nitratos durante la gestación consigue alterar la formación del feto: pues, aun cuando la evidencia científica no resulta determinante, existen señalamientos sobre cómo los volúmenes elevados de dicho elemento en el agua elevan la probabilidad de propiciar un peso deficiente al parto, nacimientos antes de término o malformaciones de origen; en tal sentido, los infantes de corta edad muestran una vulnerabilidad superior ante las consecuencias de la metahemoglobinemia. Consecuentemente, la asimilación continuada de estas sustancias a lo largo de la niñez incrementa el riesgo de manifestar padecimientos crónicos sobre el estado físico posterior.

6. Posible alteración del sistema endocrino

La exposición crónica a nitratos puede afectar la función de la tiroides, ya que los nitratos pueden competir con el yodo en el cuerpo, un mineral esencial para la producción de hormonas tiroideas. Esto puede aumentar el riesgo de hipotiroidismo o afectación de la función tiroidea.

7. Fuentes de exposición a nitratos

Las principales fuentes de exposición a los nitratos incluyen agua de pozos contaminada, especialmente en áreas agrícolas donde se utilizan fertilizantes nitrogenados.

También se encuentran en algunos alimentos, especialmente en vegetales de hoja verde como espinacas, lechugas, y en productos cárnicos procesados, como embutidos y carnes curadas, en los cuales se agregan nitratos y nitritos como conservantes.

Efectos de los Cloruros en la salud humana

1. Efectos en los riñones

Las cantidades desmedidas de cloruros logran saturar la labor renal: dado que tales órganos asumen la tarea de evacuar la abundancia de electrolitos, abarcando dicho componente; por consiguiente, el consumo elevado de estos elementos obliga al sistema urinario a esforzarse intensamente, lo cual, con el paso del tiempo, favorece el deterioro orgánico.

Asimismo, en individuos con padecimientos renales previos, la presencia excesiva de cloruros agrava el cuadro clínico: alterando de esta manera la estabilidad del agua corporal junto a las sales minerales.

2. Efectos en el sistema cardiovascular

Una elevada presencia de cloruro combinada junto al sodio (conforme ocurre dentro de la sal común) conduce hacia una subida en la tensión del torrente sanguíneo mediante el estancamiento hídrico corporal; por lo cual, dicha situación incrementa la masa de sangre, imponiendo al corazón un sobreesfuerzo constante.

Las pautas alimentarias abundantes en sal —consecuentemente elevadas en cloruro sódico— guardan vínculo estrecho frente a un riesgo superior de presión alta o anomalías del sistema circulatorio: abarcando así dolencias coronarias e infartos cerebrales.

3. Efectos en el sistema gastrointestinal

Si bien los cloruros resultan indispensables para generar el ácido clorhídrico dentro de la cavidad gástrica —lo cual facilita el proceso digestivo—, la abundancia de este elemento ocasiona perturbaciones como la acidez y la pesadez en sujetos propensos.

Sin embargo, ante la presencia de volúmenes elevados de dicho componente (como sucede al consumir agua no potable), sobrevienen señales de incomodidad gastrointestinal: a saber, deposiciones líquidas, náuseas e intensos espasmos en el

área abdominal.

4. Desequilibrio de electrolitos y deshidratación

Tal componente constituye uno de los electrolitos centrales dentro del organismo; puesto que su presencia desmedida consigue provocar una descompensación salina, la cual altera el trabajo de músculos y nervios, dado que este elemento actúa junto a otros iones fundamentales tales como el sodio o el potasio.

Consecuentemente, el aumento de estas sales desencadena pérdida de agua, por cuanto la estructura corporal demanda un mayor volumen hídrico para nivelar dichos valores; por ende, tal escenario complica la salud en individuos frágiles: a saber, ancianos, infantes o personas afectadas por padecimientos constantes.

5. Efectos en la salud ósea

Diversas investigaciones señalan que la elevada asimilación de cloruro —singularmente si va unida hacia una pauta alimenticia abundante en sodio— consigue traer secuelas dañinas sobre la masa del hueso con el paso de los años; por cuanto dicha combinación propicia la fuga de calcio dentro de las piezas óseas: escenario que, al mismo tiempo, incrementa la probabilidad de padecer osteoporosis junto a roturas.

Riesgo de toxicidad por cloro (subproductos de desinfección)

En el agua de consumo, estos elementos consiguen combinarse junto a materia orgánica a lo largo del saneamiento, dando origen a derivados como trihalometanos o compuestos haloacéticos, los cuales poseen capacidad oncogénica: en consecuencia, la asimilación continuada ante dichas sustancias deriva hacia una mayor probabilidad de desarrollar neoplasias específicas (por ejemplo, en la vejiga o el intestino grueso); por consiguiente, tal situación logra alterar adicionalmente

el funcionamiento de órganos vitales tales como el hígado o las vías renales.

6. Fuentes de exposición a los cloruros

Estas sustancias figuran de modo natural dentro de variados insumos nutritivos: tal como el cloruro de sodio en la sal común, además de las verduras y la comida marina.

Por consiguiente, tales elementos yacen presentes sobre el agua potable, fundamentalmente cerca de zonas costeras o donde aplican descongelantes de caminos; no obstante, los vertidos de la fábrica o del campo consiguen elevar la presencia del mineral en el recurso hídrico.

De manera análoga, diferentes artículos de aseo e insumos del hogar integran esta molécula: de modo que facilitan su dispersión hacia el entorno circundante.

2.3. Definición de términos básicos

Arsénico: El arsénico consiste en un mineral denso de elevada peligrosidad; el cual, tras ingresar dentro del cuerpo de la persona, genera múltiples daños sobre el bienestar corporal.

Cadmio: El cadmio es un mineral denso y nocivo que genera graves padecimientos sobre el organismo tras una exposición humana; singularmente, si esta sucede de forma continuada.

Cloruros: Los cloruros constituyen sustancias integradas por el anión cloro (Cl^-): una variante con carga eléctrica del elemento químico presente dentro de proporciones reducidas en la corriente potable, la comida diversa; del mismo modo que sucede sobre varios insumos del hogar.

Mercurio: El mercurio constituye un elemento metálico de elevada nocividad, debido a que este componente perjudica de forma severa el bienestar del organismo; singularmente al presentarse bajo su variante orgánica, la cual resulta asimilada con

facilidad por los tejidos corporales: de ahí que logre acumularse progresivamente a lo largo del ciclo alimentario.

Nitratos: Los nitratos constituyen combinaciones químicas las cuales aparecen libremente dentro de la naturaleza igual que sobre determinados productos comestibles; empero, estas sustancias generan repercusiones perjudiciales para la salud de las personas siempre que alcanzan proporciones desmedidas.

Plomo: El plomo representa un elemento metálico de elevada nocividad: capaz de generar severos perjuicios sobre el organismo de la persona; por lo cual, trastorna principalmente la red nerviosa junto a las estructuras corporales de vital importancia.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024, es apta para consumo humano

2.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de los indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024, cumple con los LMPs.
- La concentración de los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco- 2024, cumple con los LMPs.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Variable dependiente

Calidad del agua para consumo humano

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Dimensión	Definición operacional	Indicadores	unidades
Parámetros Físicoquímicos	Propiedades físicas	Características físicas del agua que afectan su aspecto y percepción sensorial.	Turbidez	UNT
			Color	UCV
			Sabor	----
			Olor	----
	Propiedades químicas	Sustancias químicas y compuestos presentes en el agua que pueden afectar su potabilidad.	Ph	Valor de pH
			Cloro residual	mg/L
			Conductividad	µS/cm
	Contaminantes inorgánicos	Presencia de elementos tóxicos y contaminantes químicos peligrosos para la salud.	Arsénico	mg/L
			Cadmio	mg/L
			Cobre	mg/L
			Cromo	mg/L
			Mercurio	mg/L
			Plomo	mg/L
			Talio	mg/L
			Zinc	mg/L
Parámetros Microbiológicos	Indicadores de Contaminación Fecal	Presencia de microorganismos que indican la contaminación fecal y posibles patógenos en el agua.	Coliformes totales	UFC/100ml
			Coliformes termotolerantes	UFC/100ml
			Escherichia Coli	UFC/100ml
Calidad del Agua para Consumo Humano	Cumplimiento de Normativa	Nivel de conformidad del agua con los estándares legales y normativos de calidad para consumo humano.	Cumplimiento de Norma de Calidad del Agua	Cumple/No cumple el DS N°031-2010-SA
	Nivel de Potabilidad	Grado de adecuación del agua para el consumo humano en función de la presencia o ausencia de contaminantes.	Clasificación Potabilidad	Alta, Moderada, Baja
	Riesgo para la Salud	Grado de riesgo potencial para la salud humana asociado al consumo del agua según su calidad y contaminantes presentes.	Clasificación de Riesgo	Bajo, Moderado, Alto

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio resulta de índole descriptiva: pues expone de modo pormenorizado las condiciones presentes de la fuente hídrica respecto a parámetros físicos, químicos y microbiológicos; a saber, la existencia de metales densos, elementos de síntesis o gérmenes patógenos. A su vez, posee un carácter exploratorio: debido a que analiza cómo la presencia de determinados agentes nocivos consigue impactar sobre el bienestar de la comunidad.

3.2. Nivel de investigación

El presente estudio alcanza un nivel descriptivo: toda vez que su propósito radica en determinar y definir los parámetros físicos, químicos e igual microbiológicos correspondientes al recurso hídrico de la laguna Tres Corazones; por consiguiente, tal procedimiento permite evaluar su estado cualitativo.

3.3. Métodos de investigación

El método del estudio es cuantitativo: puesto que los hallazgos poseen una naturaleza numérica, a causa de los exámenes de laboratorio; asimismo, responde a un

diseño no experimental.

3.4. Diseño de investigación

El presente estudio responde a una índole transversal: por cuanto el acopio de la información sucede en un período temporal único; no obstante, la propuesta resulta no experimental, debido a que no existe una alteración deliberada sobre los componentes.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de estudio comprende la laguna Tres Corazones: un cuerpo hídrico situado a 4155 metros sobre el nivel del mar, cuyo espacio alcanza cerca de 11 kilómetros cuadrados; el cual se localiza en el distrito de Ninacaca, dentro de la provincia y departamento de Pasco.

3.5.2. Muestra

La unidad muestral comprende la propia laguna Tres Corazones; por lo cual, la estación de recolección yacimiento en la zona de efluencia: espacio donde se registrarán parámetros en el terreno junto al acopio de especímenes destinados a los exámenes de laboratorio sobre componentes físico-químicos y biológicos.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

Para la recolección de los datos se empleó el protocolo de muestra; este elemento determina la frecuencia, la ubicación y la profundidad de la toma: con el fin de garantizar la representatividad.

Asimismo, para la medición del potencial de hidrógeno, el oxígeno disuelto, la DBO5 y la conductividad se utilizará un equipo multiparámetro Hanna hi 98194; por ende, estos valores se registrarán en una libreta de campo más una hoja de custodia, mediante la cual se dejará constancia de las condiciones del proceso, el día, la hora y

las observaciones importantes.

De forma paralela, el acopio de muestras para el laboratorio requerirá el uso de frascos limpios de vidrio o plástico según el examen; de este modo, los envases irán marcados previamente indicando el lugar y el estudio a realizar, los cuales irán protegidos dentro de un contenedor a 4 °C para su envío al laboratorio correspondiente.

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

La selección de los equipos empleados respondió a que ostentan un reconocimiento formal dentro de las directrices de la Autoridad Ambiental (MINAM), DIGESA y la compilación internacional de Métodos Estándar para el Examen de Agua: a consecuencia de esto, tales dispositivos funcionan mediante procesos de análisis aprobados, contando asimismo con certificados de ajuste al día; pues dicha condición otorga solidez a los datos reunidos.

Por añadidura, los exámenes fueron llevados a cabo mediante personal especializado: el cual aplicó guías fijas para la revisión de calidad; de manera que incluyó el empleo de muestras patrón, pruebas en blanco junto a mediciones de exactitud. Con base en estas tareas, es posible asegurar la certeza e igual repetición de los valores hallados, tanto para los parámetros físicos y químicos como para las variables biológicas.

De forma complementaria, el respaldo de las acciones efectuadas descansa sobre la validación oficial de la entidad evaluadora, la continua puesta a punto de los artefactos y la observancia puntual de guías aceptadas a nivel local y global; por consiguiente, se asegura la legitimidad de las cifras para medir el estado del recurso hídrico de la laguna Tres Corazones.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los resultados de las muestras se llenarán en una base de datos como tablas para

cada elemento con respectivos gráficos de barras.

3.9. Tratamiento estadístico

Se hará el uso de la estadística descriptiva y el uso de la hoja de cálculo de Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Se tendrá en cuenta las normas establecidas por la oficina de grados y títulos de la Universidad “Daniel Alcides Carrión” de Pasco y la oficina de investigación de la facultad de ingeniería, la cual especifica que el trabajo de investigación debe ser original.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó con la finalidad de obtener una muestra representativa del agua del canal Chavimochic, ubicado en el distrito de Moche, durante el año 2023. Para ello, todas las actividades se ejecutaron conforme a los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y los *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Se eligieron dos puntos de monitoreo situados estratégicamente en el canal, tomando en cuenta su accesibilidad, las características del entorno y la presencia de posibles fuentes de impacto humano. Cada punto fue georreferenciado con un equipo GPS, lo que permitió asegurar la exactitud del registro espacial y facilitar futuras verificaciones o nuevos muestreos. La muestra utilizada para el análisis fisicoquímico se recolectó en una sola ocasión, siguiendo protocolos estandarizados. Para ello se usaron frascos de polietileno esterilizados, los cuales se enjuagaron tres veces con el agua del propio punto de muestreo antes de llenarlos.

En el lugar se midieron parámetros como pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez y oxígeno disuelto, utilizando un equipo multiparámetro HANNA HI 98194 previamente calibrado por personal especializado. Después de la medición, la muestra se mantuvo en un cooler con hielo, conservando una temperatura cercana a 4 °C, y fue trasladada al laboratorio en un máximo de seis horas para evaluar los indicadores inorgánicos.

Para el análisis microbiológico también se tomó una única muestra en un frasco esterilizado, asegurando estrictas condiciones de asepsia para evitar cualquier contaminación. Cuando fue necesario, el envase contenía tiosulfato de sodio para neutralizar posibles residuos de cloro presentes en el agua.

La muestra destinada al análisis microbiológico se mantuvo refrigerada desde el momento de su recolección y fue trasladada al laboratorio dentro del tiempo establecido, asegurando así la conservación y viabilidad de los microorganismos evaluados, como coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.

Durante la toma de muestra se registró información esencial en la ficha de campo, como la fecha y hora de recolección, las condiciones del clima, observaciones del estado del canal y las características visibles del agua. Asimismo, se dejó constancia de la calibración previa del equipo multiparámetro utilizado en las mediciones.

El traslado se realizó cumpliendo estrictamente la cadena de custodia. En esta documentación se registró la identificación del punto de muestreo, el nombre del responsable, la hora de recolección, las condiciones de preservación y el momento de entrega al laboratorio, garantizando así la confiabilidad e integridad de la muestra analizada.

Durante el trabajo de campo se cumplieron estrictamente las normas de bioseguridad, utilizando guantes, mascarillas y botas. Las muestras se mantuvieron en

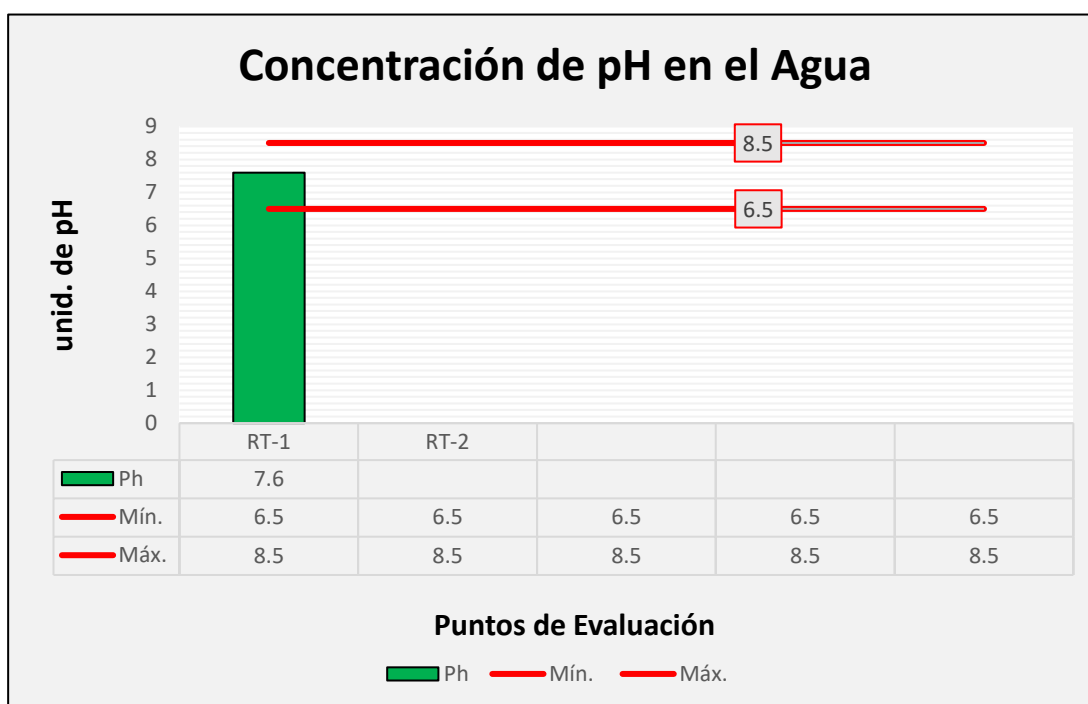
una conservadora portátil a aproximadamente 4 °C y fueron enviadas al laboratorio dentro de las seis horas posteriores a su recolección.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Tabla 1 Resultado del pH

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
pH	7,6	6,5-8,5	pH

Gráfico 1 Resultado del Potencial de Hidrógeno

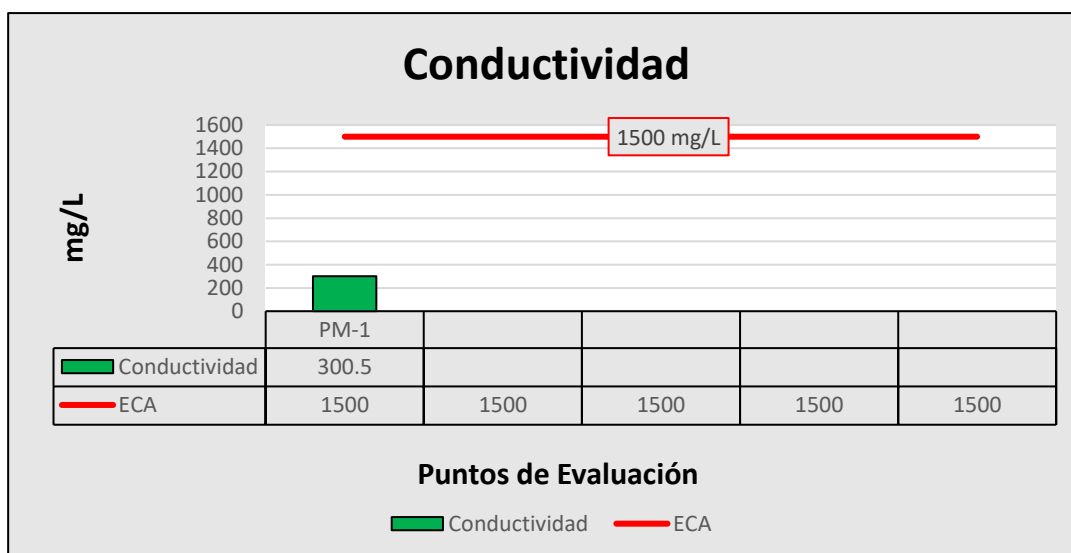


Interpretación. - El valor de pH obtenido en la laguna Tres Corazones fue de **7,6**, lo cual indica que el agua presenta una condición ligeramente alcalina, pero totalmente aceptable desde el punto de vista de la calidad para consumo humano. Este resultado se encuentra dentro del rango establecido de 6,5 a 8,5, considerado óptimo para aguas destinadas a este fin. Por tanto, en relación con el objetivo del presente estudio, el parámetro pH cumple con los estándares de calidad, contribuyendo positivamente a la evaluación integral de la calidad del agua de la laguna Tres Corazones en el distrito de Ninacaca, Pasco.

Tabla 2 Resultado de la Conductividad

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Conductividad	300,5	1500	µS/cm

Gráfico 2 Resultado de la Conductividad

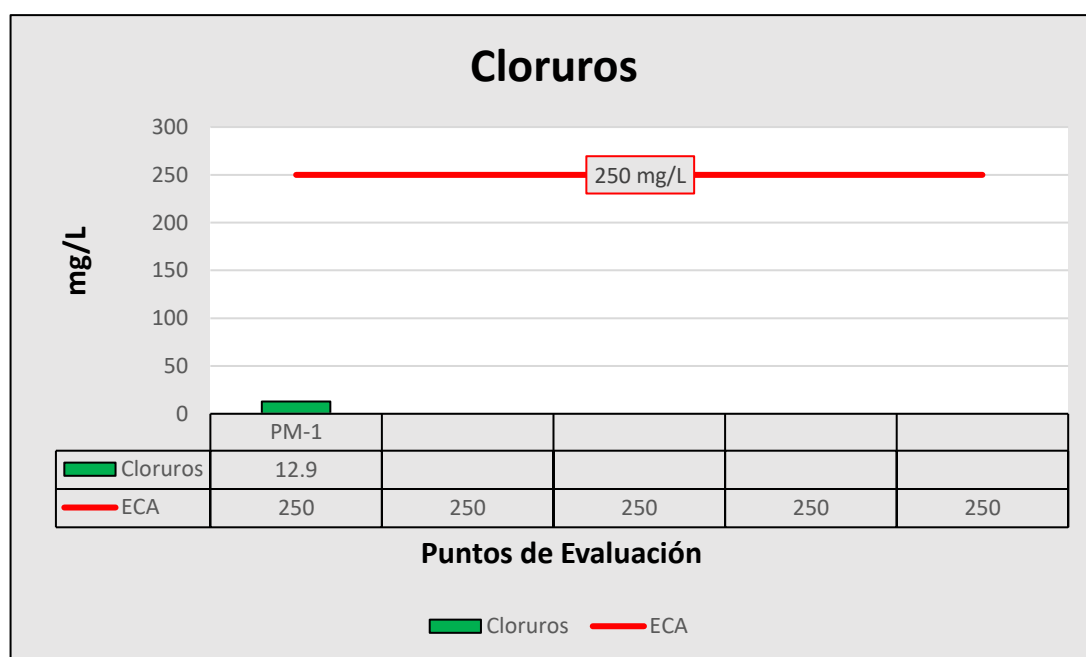


Interpretación. - El valor de conductividad eléctrica registrado en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 300,5 µS/cm, el cual se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 1500 µS/cm establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una baja concentración de sales y sólidos disueltos, lo que refleja una buena calidad química del agua. Una conductividad baja sugiere que el agua no presenta una carga elevada de minerales disueltos que puedan afectar su potabilidad, sabor o aceptabilidad para el consumo humano. En relación con el objetivo del presente estudio, el parámetro de conductividad eléctrica cumple con los criterios de calidad establecidos.

Tabla 3 Resultado de los Cloruros

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Cloruros	12,90	250	mg/L

Gráfico 3 Resultados de los Cloruros

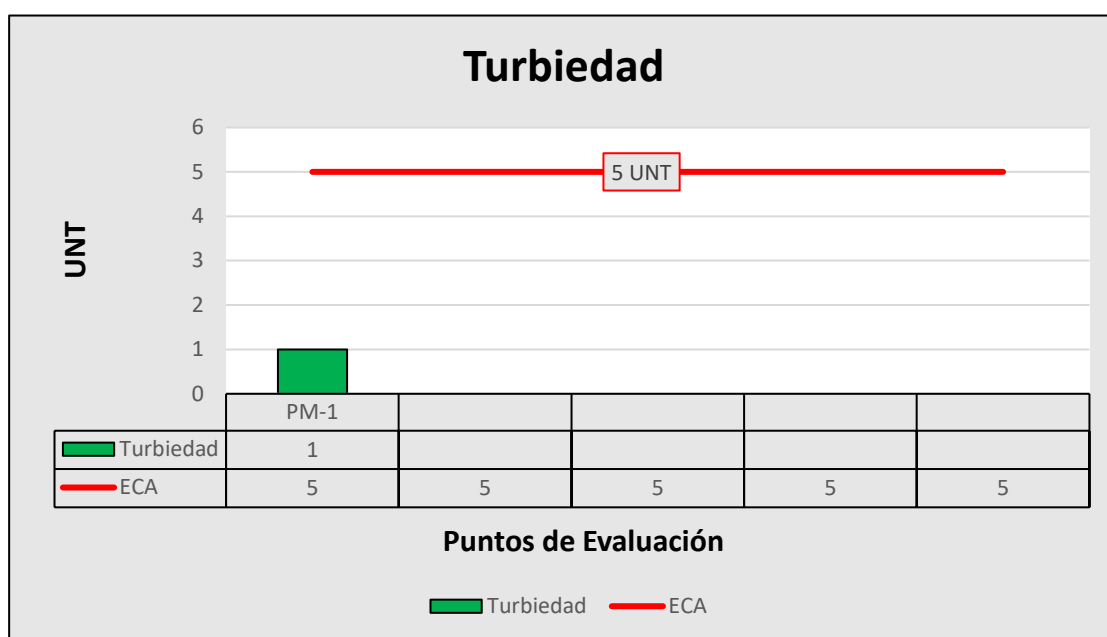


Interpretación. - La concentración de cloruros determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 12,9 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 250 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado evidencia una baja presencia de sales cloruradas, lo que es indicativo de una buena calidad química del agua. La reducida concentración de cloruros sugiere que el cuerpo de agua no está influenciado por fuentes significativas de contaminación, como descargas domésticas, actividades agrícolas intensivas o procesos de salinización. Asimismo, este nivel no genera alteraciones en el sabor del agua ni representa riesgos para la salud de la población.

Tabla 4 Resultado de la Turbiedad

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Turbiedad	1,00	5	UNT

Gráfico 4 Resultado de la Turbiedad

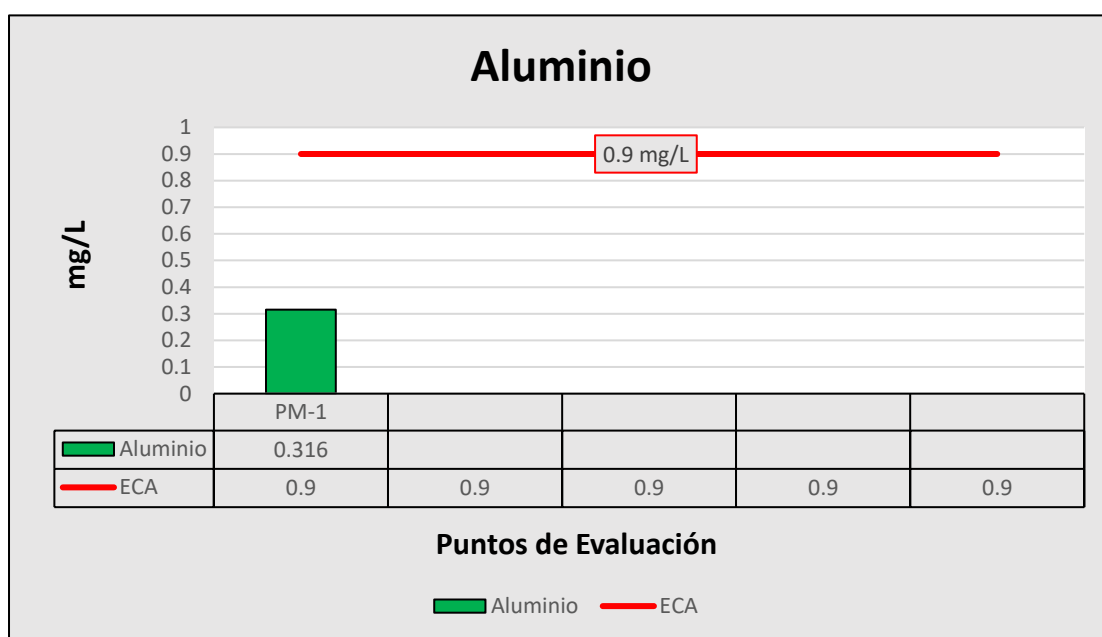


Interpretación. - El valor de turbiedad registrado en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 1 UNT, el cual se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 5 UNT para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica que el agua presenta una baja cantidad de partículas en suspensión, reflejando una alta claridad y buenas condiciones físicas. Una turbiedad reducida es un aspecto positivo, ya que facilita los procesos de desinfección y disminuye la probabilidad de que microorganismos patógenos se protejan en partículas sólidas. Asimismo, este valor sugiere una escasa influencia de sedimentos, materia orgánica o actividades antrópicas, lo que evidencia un buen estado de conservación del cuerpo de agua.

Tabla 5 Resultado del Aluminio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Aluminio	0,316	0,9	mg/L

Gráfico 5 Resultado del Aluminio

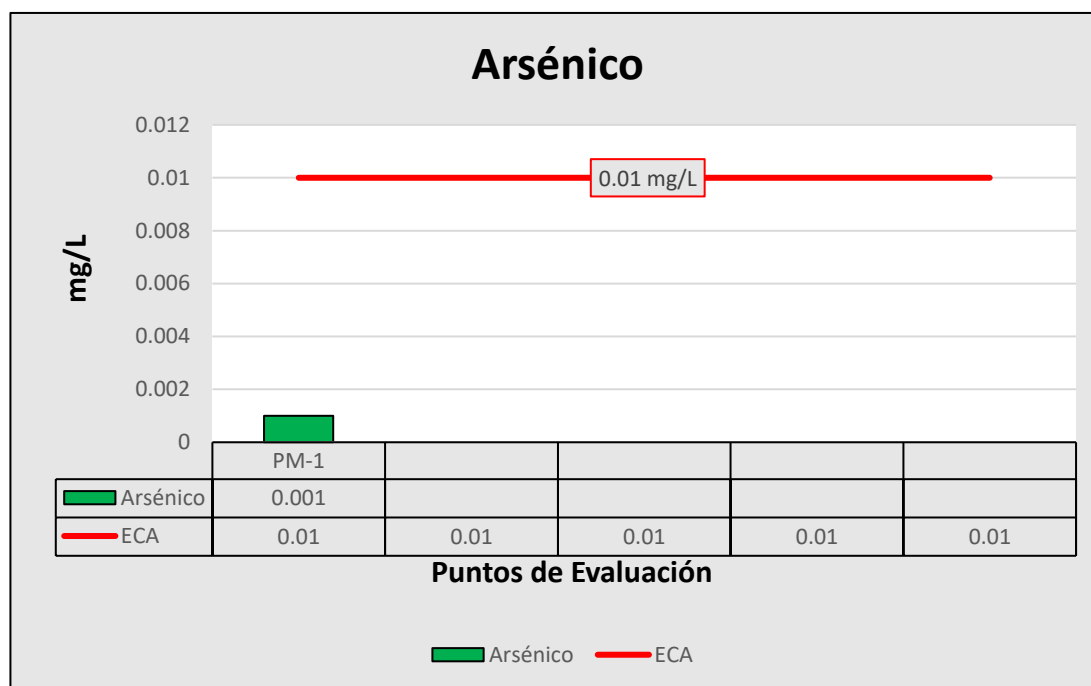


Interpretación. – La concentración de aluminio determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,316 mg/L, valor que se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 0,9 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica que la presencia de este metal es baja y aceptable, sin representar un riesgo significativo para la salud de la población. La baja concentración de aluminio sugiere que el cuerpo de agua no está siendo afectado por fuentes importantes de contaminación, ya sea de origen natural o antrópico. Asimismo, este nivel no genera alteraciones en las características físicas del agua ni interfiere con su potabilidad.

Tabla 6 Resultado del Arsénico

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Arsénico	0,001	0,01	mg/L

Gráfico 6 Resultado del Arsénico

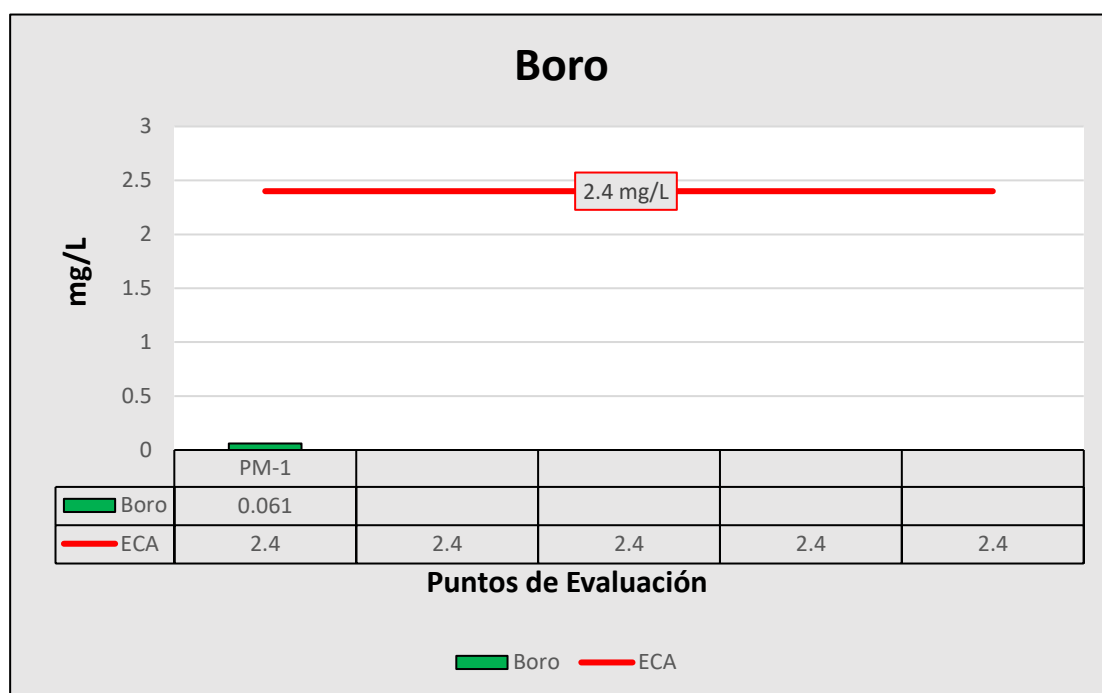


Interpretación. - La concentración de arsénico determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,0001 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 0,001 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado evidencia una presencia mínima de este elemento, lo que resulta favorable desde el punto de vista sanitario. El arsénico es un contaminante de alta relevancia debido a sus efectos tóxicos cuando se encuentra en concentraciones elevadas; sin embargo, el nivel registrado en este estudio no representa un riesgo para la salud de la población. Asimismo, este bajo valor sugiere que la laguna no está siendo influenciada por fuentes significativas de contaminación de origen geogénico o antrópico.

Tabla 7 Resultado del Boro

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Boro	0,061	2,4	mg/L

Gráfico 7 Resultado del Boro

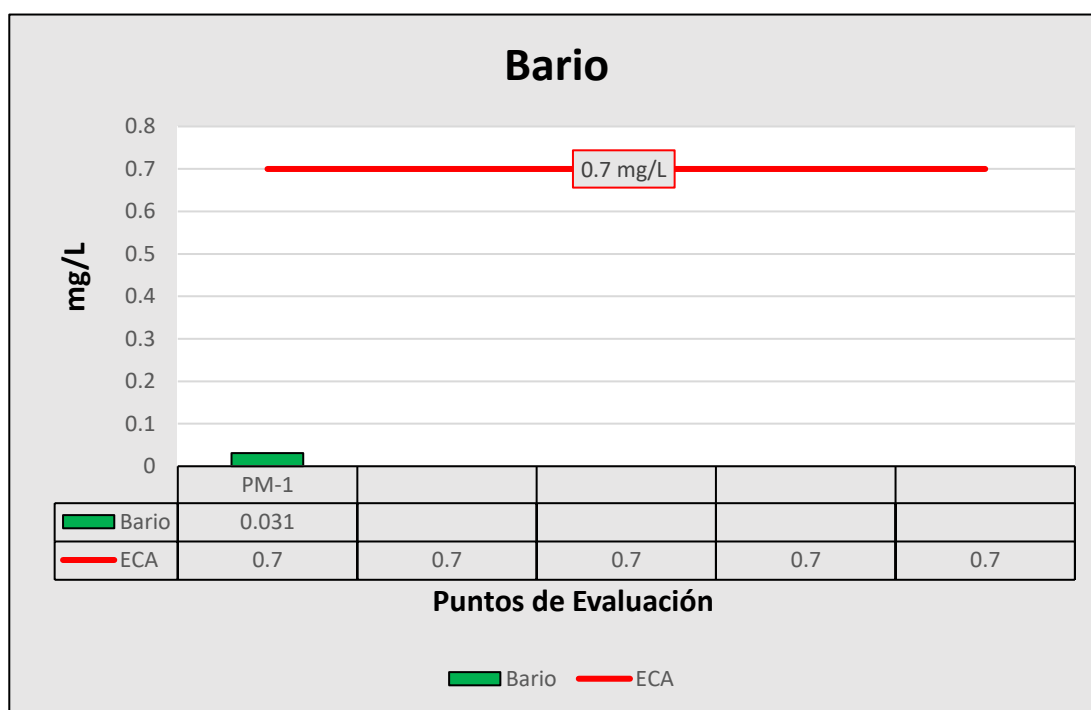


Interpretación. – La concentración de boro determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,061 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 2,4 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una presencia baja de este elemento, sin efectos adversos sobre la salud de la población. El boro, en concentraciones elevadas, puede generar impactos negativos en la salud y en la aceptabilidad del agua; sin embargo, el nivel registrado en este estudio no representa riesgo alguno. Asimismo, esta baja concentración sugiere que el cuerpo de agua no está expuesto a fuentes relevantes de contaminación, ya sea de origen natural o asociadas a actividades humanas.

Tabla 8 Resultado del Bario

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Bario	0,031	0,7	mg/L

Gráfico 8 Resultado del Bario

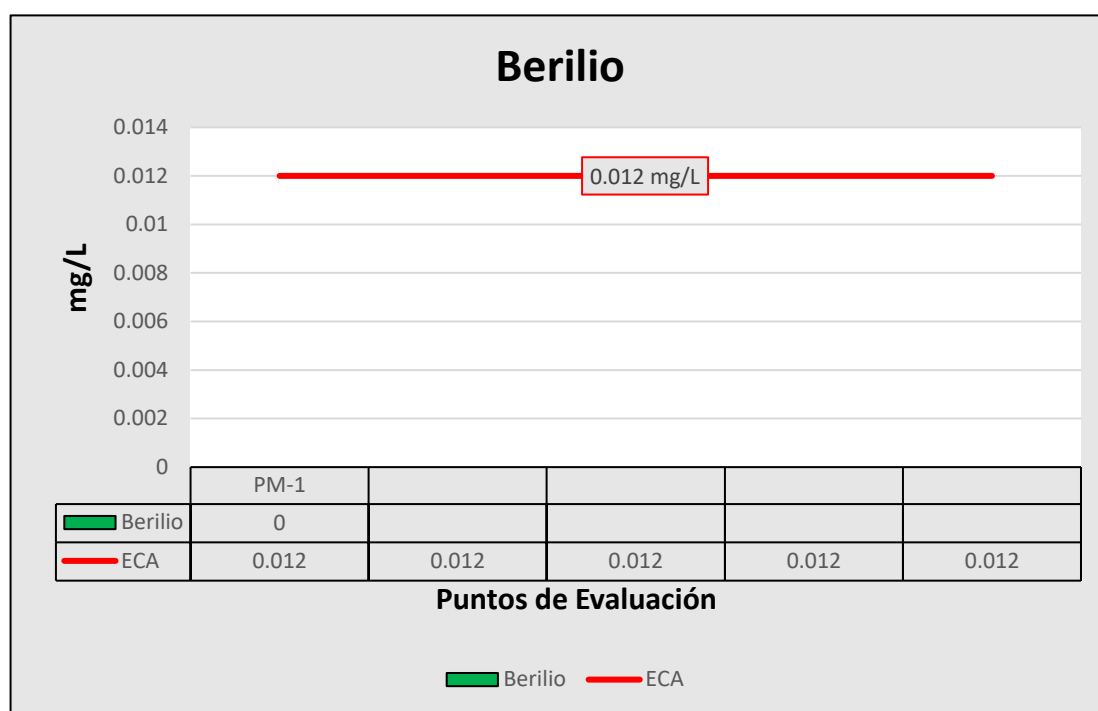


Interpretación. - La concentración de bario determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,031 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 0,7 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una presencia reducida de este elemento, sin implicancias negativas para la salud de la población. El Bario, cuando se encuentra en concentraciones elevadas, puede generar efectos adversos en la salud; sin embargo, el nivel registrado en este estudio no representa riesgo alguno. Asimismo, esta baja concentración sugiere que la laguna no está siendo influenciada por fuentes significativas de contaminación, ya sea de origen natural o asociadas a actividades humanas.

Tabla 9 Resultado del Berilio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Berilio	<0,002	0,012	mg/L

Gráfico 9 Resultado del Berilio

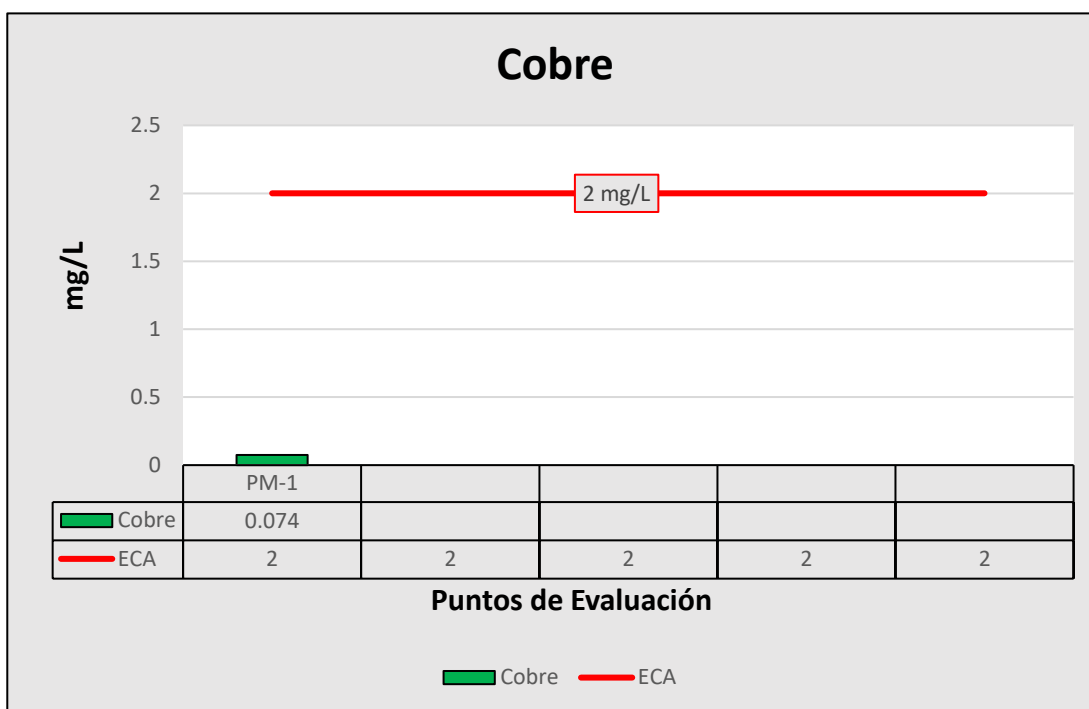


Interpretación. - El análisis de berilio en el agua de la laguna Tres Corazones arrojó un resultado de $< 0,002$ mg/L, lo que indica que su concentración se encuentra por debajo del límite de detección del método analítico y, a su vez, muy por debajo del límite máximo permitido de $0,012$ mg/L para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado evidencia una presencia mínima o prácticamente inexistente de este elemento en el cuerpo de agua. El berilio es un metal que, en concentraciones elevadas, puede representar riesgos para la salud; sin embargo, el valor obtenido en este estudio no supone ningún peligro para la población. Asimismo, este resultado sugiere que la laguna no está influenciada por fuentes significativas de contaminación de origen natural o antrópico.

Tabla 10 Resultado del cobre

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Cobre	0,074	2	mg/L

Gráfico 10 Resultados del cobre

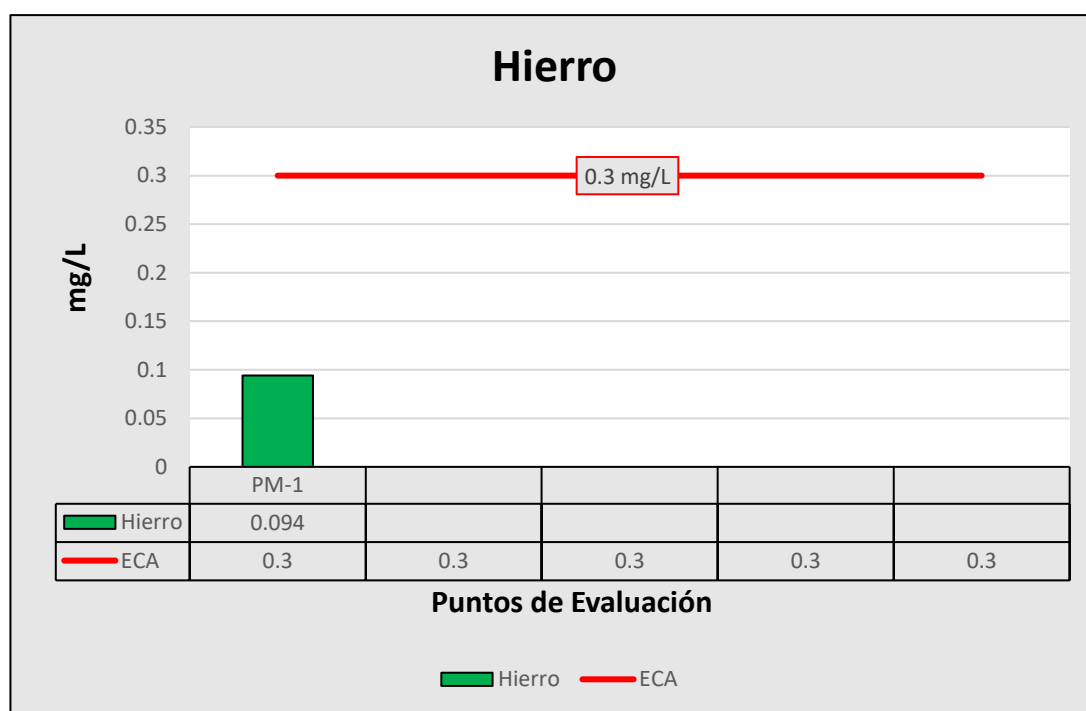


Interpretación. - La concentración de cobre determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,074 mg/L, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 2 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una baja presencia de este metal, sin efectos adversos para la salud de la población. El cobre es un elemento esencial en pequeñas cantidades; sin embargo, en concentraciones elevadas puede afectar la calidad del agua y generar molestias en la salud. En este caso, el nivel registrado no altera las características del agua ni representa riesgo alguno para el consumo humano.

Tabla 11 Resultado del Hierro

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Hierro	0,094	0,3	mg/L

Gráfico 11 Resultado del Hierro

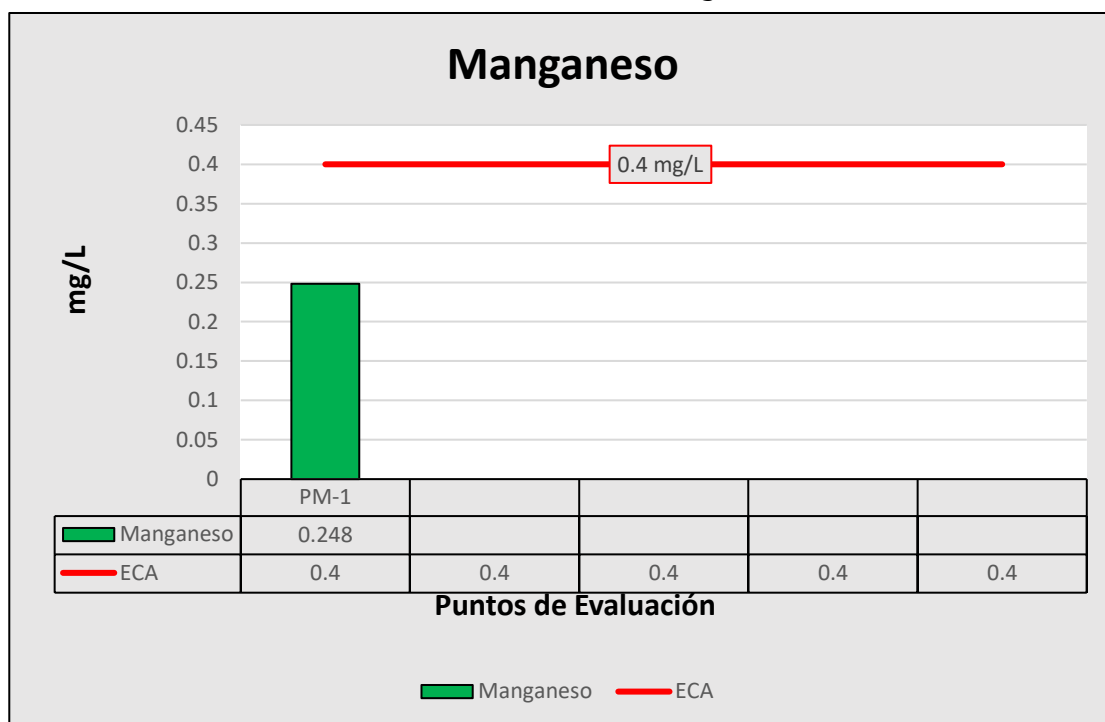


Interpretación. – La concentración de hierro determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,094 mg/L, valor que se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 0,3 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una presencia baja y aceptable de este elemento en el cuerpo de agua. El hierro es un metal que, en concentraciones elevadas, puede afectar el color, el sabor y el olor del agua, además de generar incrustaciones en los sistemas de conducción. Sin embargo, el nivel registrado en este estudio no ocasiona alteraciones perceptibles ni representa un riesgo para la salud de la población.

Tabla 12 Resultado del Manganeso

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Manganeso	0,248	0,4	mg/L

Gráfico 12 Resultado del Manganeso

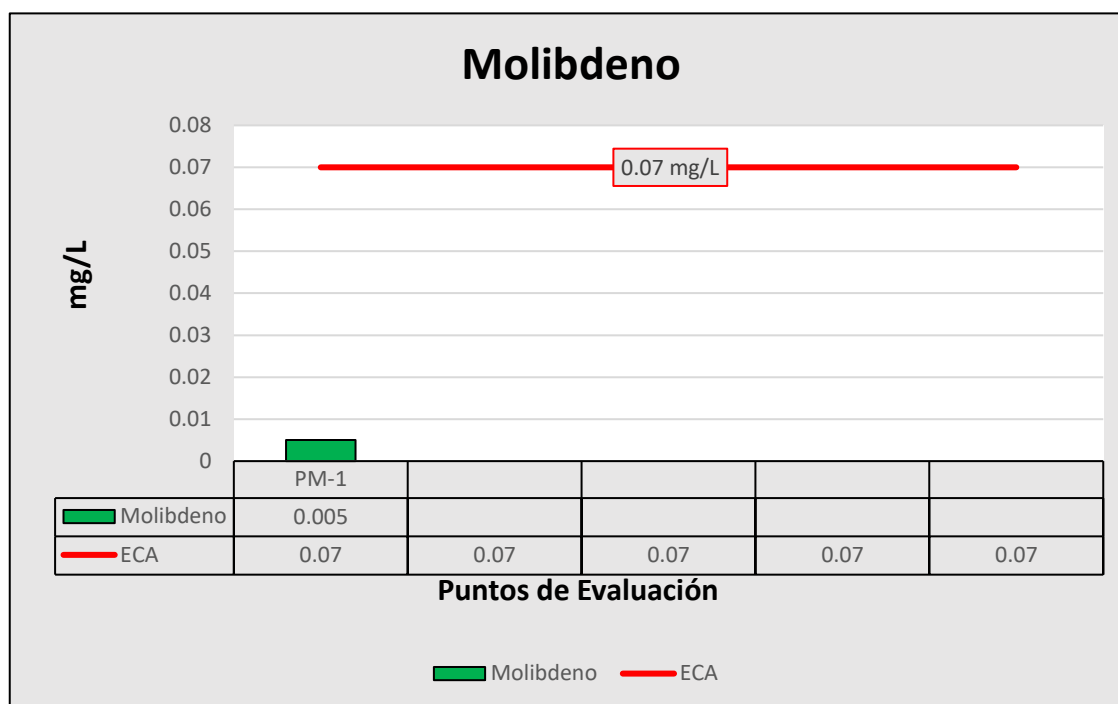


Interpretación. – La concentración de manganeso determinada en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,248 mg/L, valor que se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 0,4 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica una presencia moderada pero aceptable de este elemento, sin representar un riesgo para la salud de la población. El manganeso, cuando se presenta en concentraciones elevadas, puede afectar las características estéticas del agua, como el color y el sabor, además de generar depósitos en las tuberías. No obstante, el nivel registrado en este estudio no ocasiona alteraciones perceptibles ni compromete la potabilidad del agua.

Tabla 13 Resultado del Molibdeno

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Molibdeno	0,005	0,07	mg/L

Gráfico 13 Resultado Molibdeno

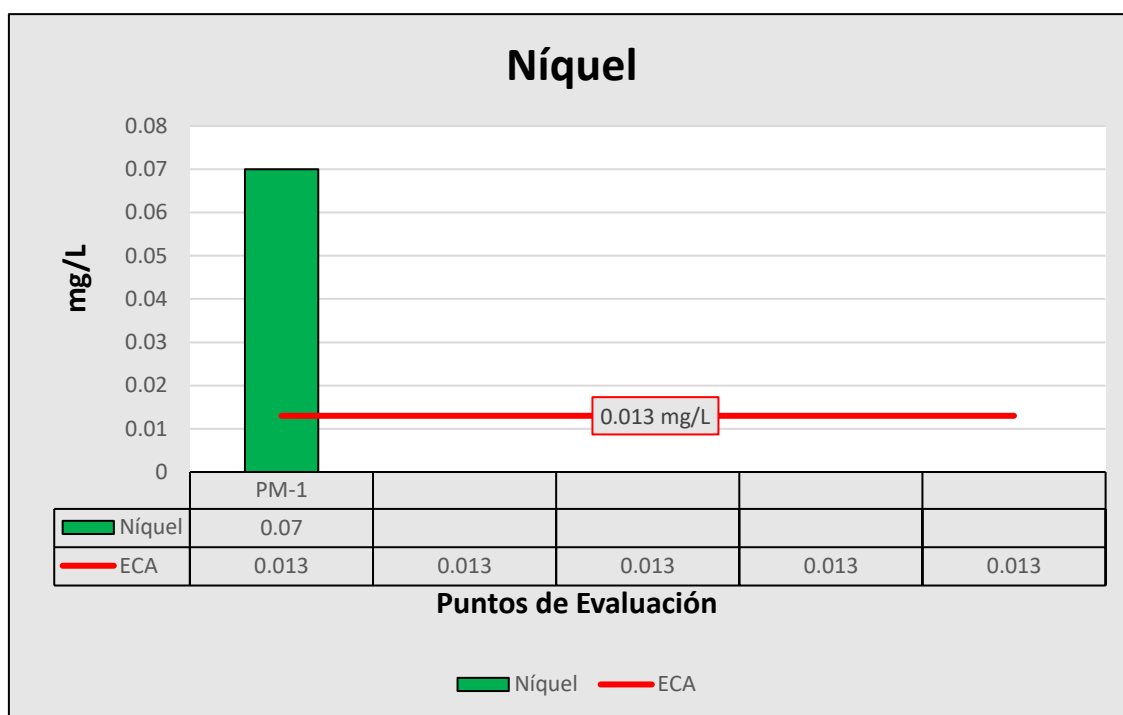


Interpretación. – El análisis del molibdeno en el agua de la laguna Tres Corazones mostró una concentración de 0,005 mg/L, la cual se encuentra ampliamente por debajo del valor de referencia de 0,07 mg/L establecido para la calidad del agua destinada al consumo humano. Este resultado refleja que la presencia de este elemento es mínima y controlada, sin implicancias negativas para la salud. La baja concentración de molibdeno sugiere condiciones ambientales favorables y una escasa influencia de procesos geológicos o actividades humanas que pudieran incrementar su contenido en el agua. Además, este nivel no afecta la aceptabilidad del agua ni interfiere con su uso para consumo humano.

Tabla 14 Resultado del Níquel

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Níquel	0,013	0,07	mg/L

Gráfico 14 Resultado del Níquel

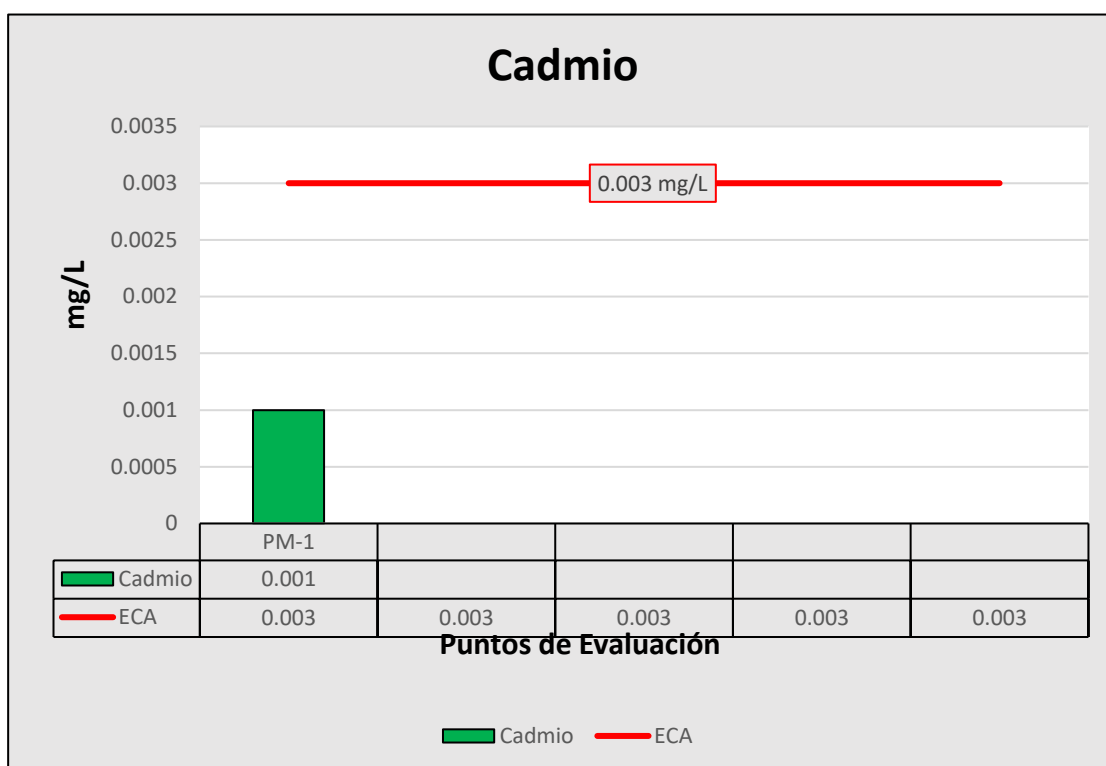


Interpretación. - El análisis de níquel en el agua de la laguna Tres Corazones registró una concentración de 0,07 mg/L, valor que supera el límite máximo permitido de 0,013 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado evidencia una presencia elevada de este metal, lo cual constituye una alerta desde el punto de vista de la calidad del agua. El níquel, cuando se encuentra en concentraciones superiores a las recomendadas, puede representar riesgos para la salud humana, especialmente ante exposiciones prolongadas, además de reflejar posibles influencias de origen geológico o actividades antrópicas en el entorno del cuerpo de agua.

Tabla 15 Resultado del Cadmio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Cadmio	0,001	0,003	mg/L

Gráfico 15 Resultado del Cadmio

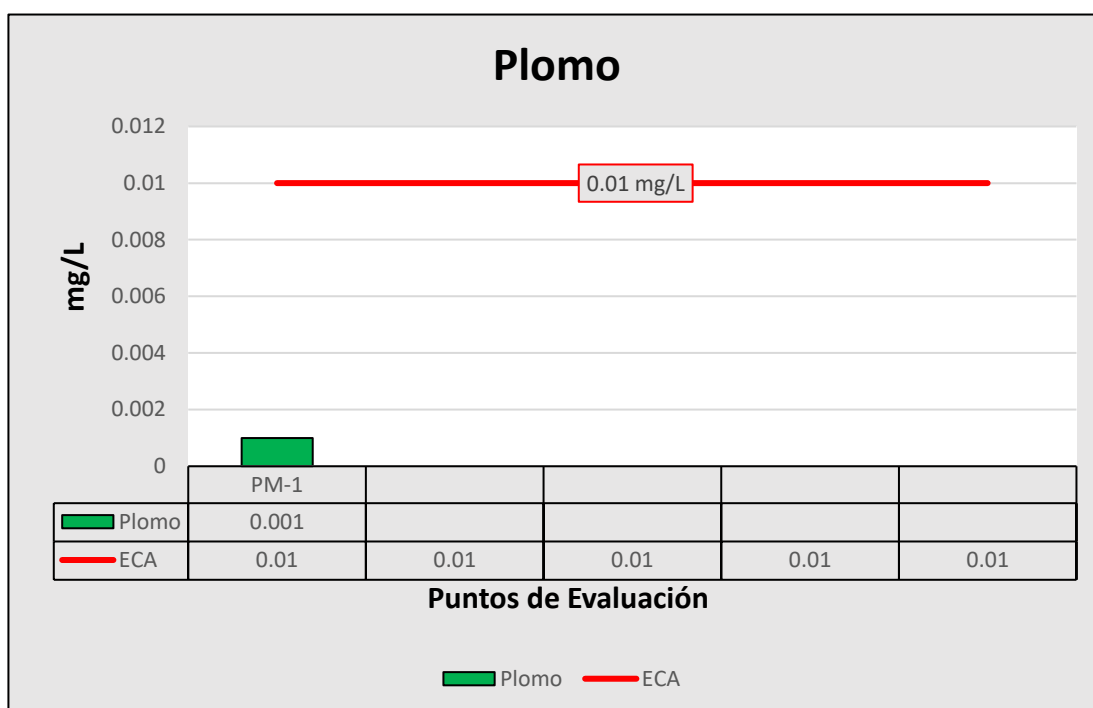


Interpretación. – El resultado del análisis de cadmio en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,001 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango permitido de hasta 0,003 mg/L para aguas destinadas al consumo humano. Este nivel indica una presencia baja y controlada de este metal, lo cual resulta favorable desde el punto de vista sanitario. El cadmio es un elemento de especial preocupación debido a su toxicidad en concentraciones elevadas; sin embargo, el valor registrado en este estudio no representa un riesgo para la salud de la población ni evidencia contaminación significativa del cuerpo de agua. Asimismo, este resultado sugiere que las condiciones ambientales de la laguna se mantienen estables y sin influencia relevante de fuentes contaminantes.

Tabla 16 Resultado del Plomo

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Plomo	0,001	0,01	mg/L

Gráfico 16 Resultado del Plomo

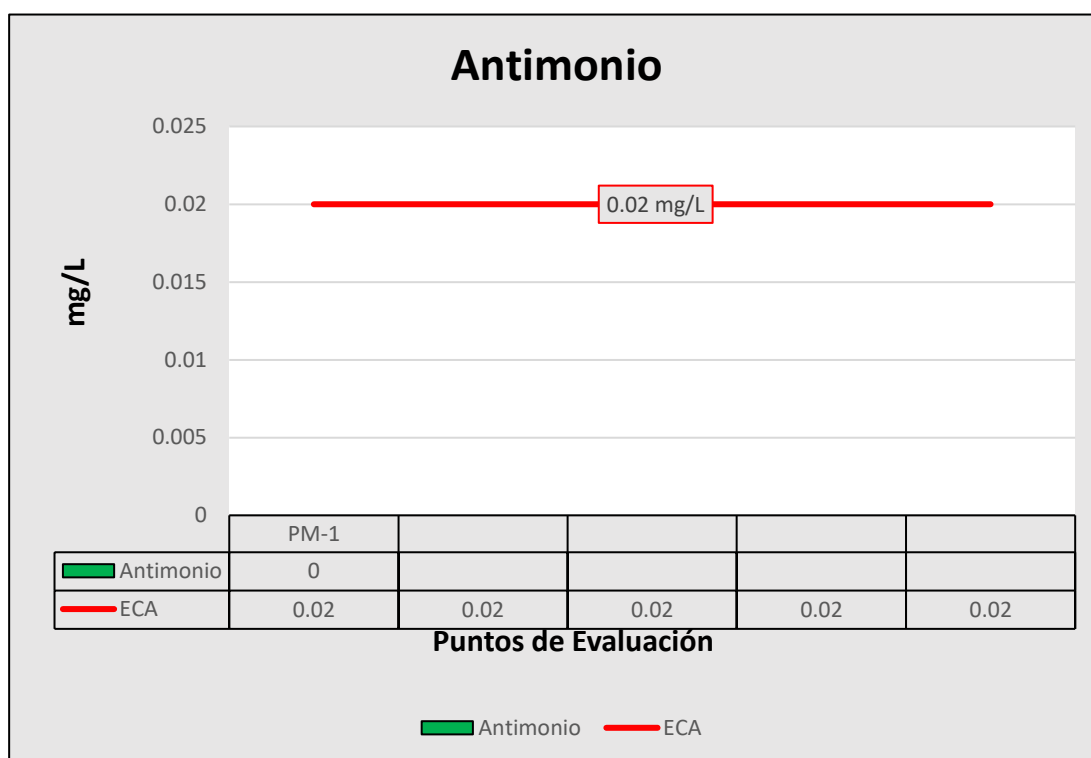


Interpretación. - El análisis de plomo realizado en el agua de la laguna Tres Corazones mostró una concentración de 0,001 mg/L, valor que se ubica muy por debajo del límite máximo permitido de 0,01 mg/L para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado evidencia una presencia mínima de este metal, lo que es favorable desde el punto de vista de la protección de la salud. El plomo es un contaminante de alta preocupación por sus efectos acumulativos en el organismo; sin embargo, la concentración encontrada no supone un riesgo para la población ni afecta la seguridad del agua. Además, este bajo nivel sugiere que el cuerpo de agua no presenta influencia significativa de fuentes contaminantes asociadas a actividades humanas o procesos geológicos adversos.

Tabla 17 Resultado del Antimonio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Antimonio	<0,004	0,02	mg/L

Gráfico 17 Resultado del Antimonio

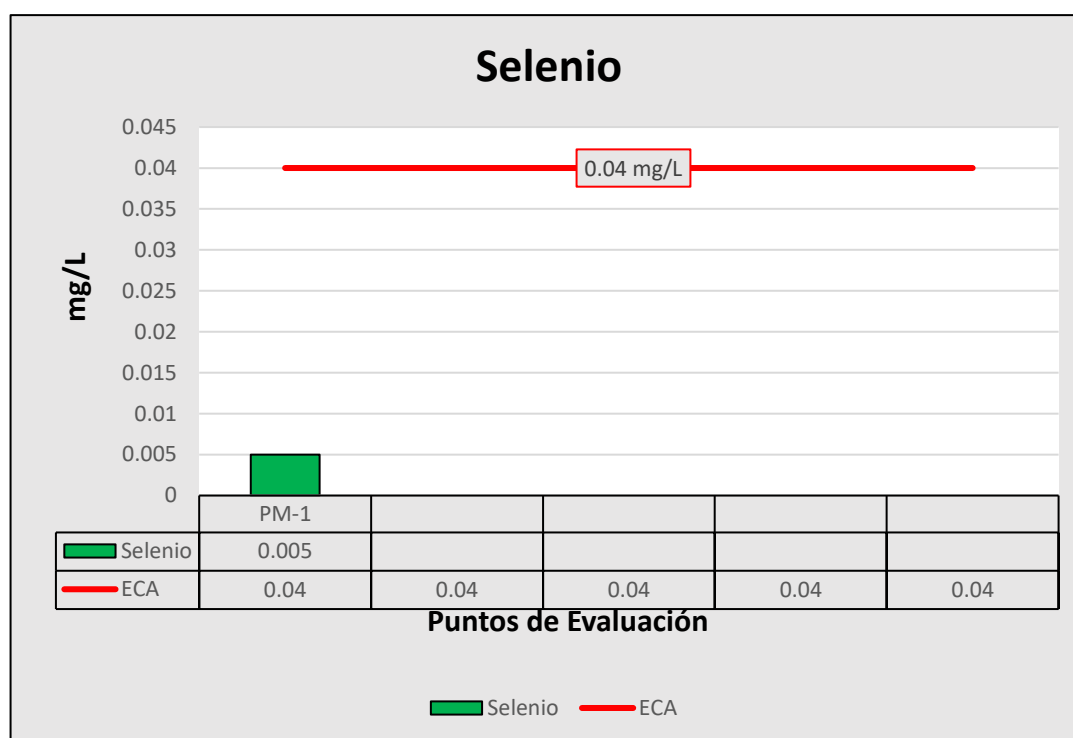


Interpretación. - El resultado del análisis de antimonio en el agua de la laguna Tres Corazones indicó una concentración de $< 0,004$ mg/L, lo que significa que este elemento se encuentra por debajo del límite de detección del método analítico y, además, muy por debajo del valor máximo permitido de 0,02 mg/L para aguas destinadas al consumo humano. Este hallazgo evidencia una presencia prácticamente nula de este metal en el cuerpo de agua. El antimonio, en concentraciones elevadas, puede generar efectos adversos en la salud; sin embargo, el nivel detectado en este estudio no representa riesgo alguno para la población. Asimismo, este resultado sugiere que la laguna mantiene condiciones ambientales adecuadas, sin indicios de contaminación significativa asociada a este elemento.

Tabla 18 Resultado del Selenio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Selenio	0,005	0,04	mg/L

Gráfico 18 Resultado del Selenio

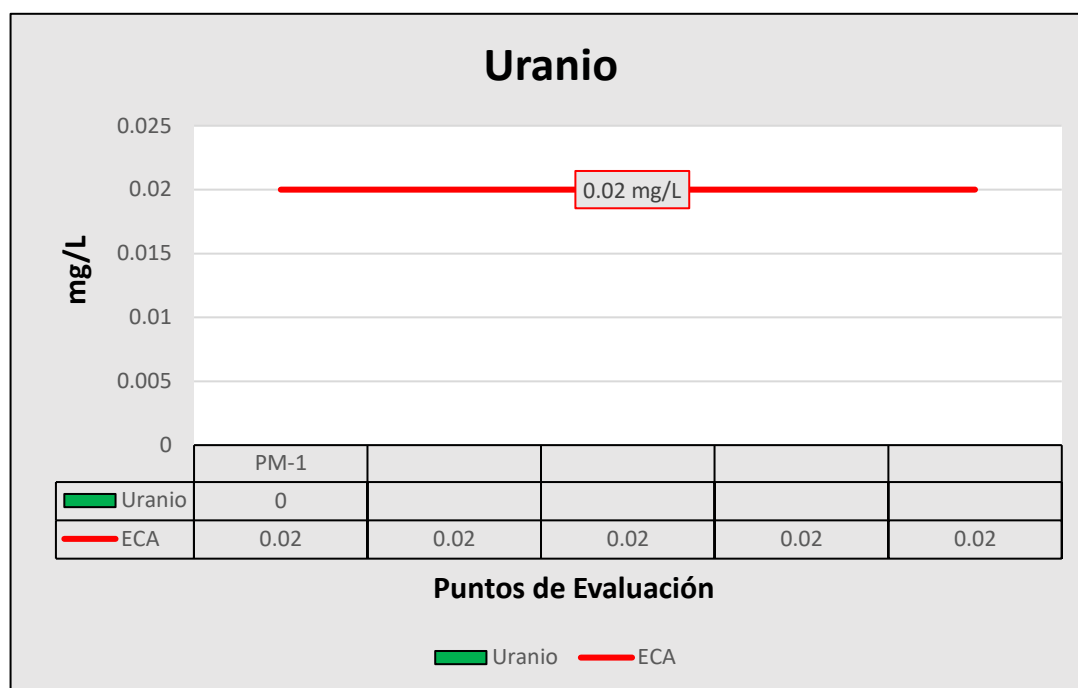


Interpretación. - El contenido de selenio determinado en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0,005 mg/L, concentración que se sitúa muy por debajo del valor máximo permitido de 0,04 mg/L para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica que la presencia de este elemento es baja y se mantiene dentro de niveles seguros. El selenio, aunque es un micronutriente esencial en pequeñas cantidades, puede resultar perjudicial cuando se encuentra en concentraciones elevadas. En este caso, el nivel observado no genera efectos adversos sobre la salud ni compromete la calidad del agua, lo que refleja condiciones químicas favorables del cuerpo de agua.

Tabla 19 Resultado del Uranio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Uranio	<0,002	0,02	mg/L

Gráfico 19 Resultado del Uranio

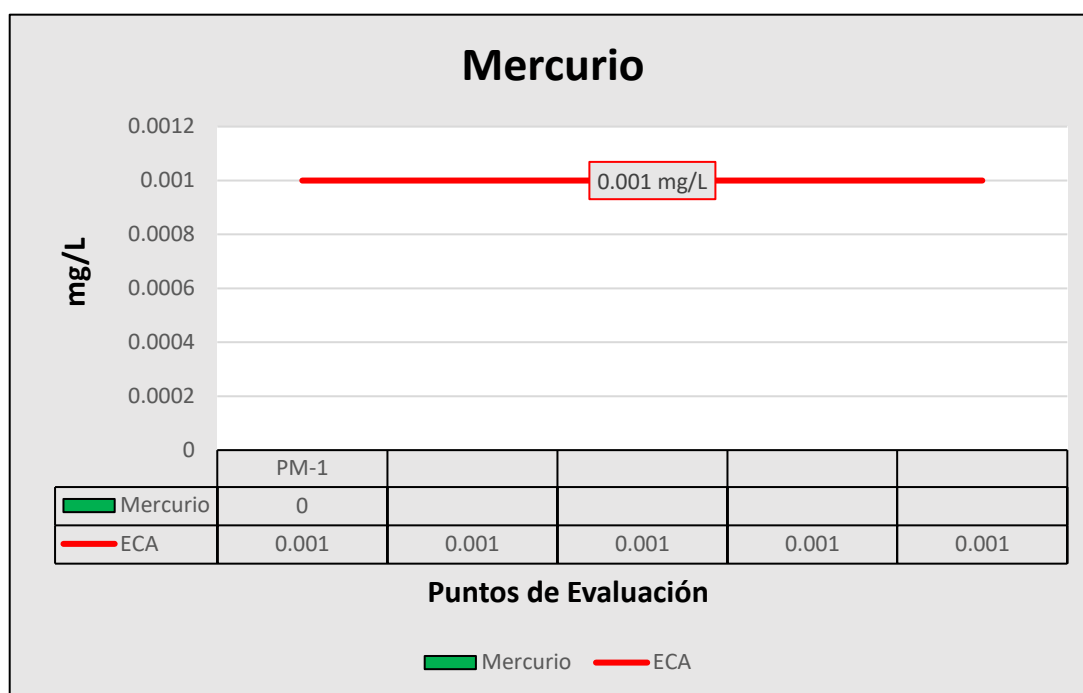


Interpretación. - El análisis de uranio en el agua de la laguna Tres Corazones arrojó un valor de $< 0,002$ mg/L, lo que indica que su concentración se encuentra por debajo del límite de detección del método y, al mismo tiempo, muy por debajo del valor de referencia de 0,02 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado refleja una presencia extremadamente baja de este elemento en el cuerpo de agua. El nivel identificado en este estudio no supone peligro alguno para la salud de la población. Asimismo, este hallazgo sugiere que la laguna mantiene condiciones naturales favorables, sin influencia significativa de fuentes contaminantes asociadas a este elemento.

Tabla 20 Resultado del Mercurio

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Mercurio	<0,003	0,001	mg/L

Gráfico 20 Resultado del mercurio

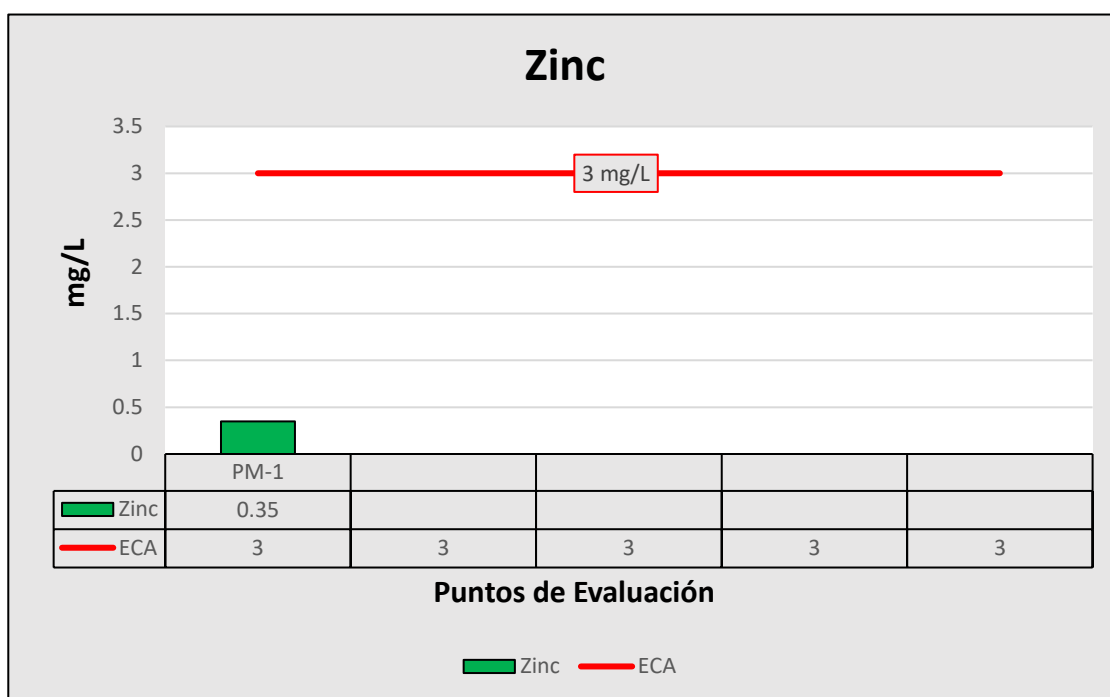


Interpretación. - El análisis de mercurio en el agua de la laguna Tres Corazones reportó un resultado de $< 0,003$ mg/L, lo que indica que la concentración de este metal se encuentra por debajo del límite de detección del método analítico empleado. Sin embargo, este valor es superior al límite máximo permitido de 0,001 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. En relación con el objetivo del presente estudio, el parámetro mercurio presenta una limitación analítica, por lo que se recomienda el uso de métodos con menor límite de detección o un monitoreo complementario, a fin de confirmar el cumplimiento de los criterios de calidad del agua para consumo humano de la laguna Tres Corazones, en el distrito de Ninacaca, Pasco.

Tabla 21 Resultado del Zinc

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Zinc	0,350	3	mg/L

Gráfico 21 Resultado del Zinc

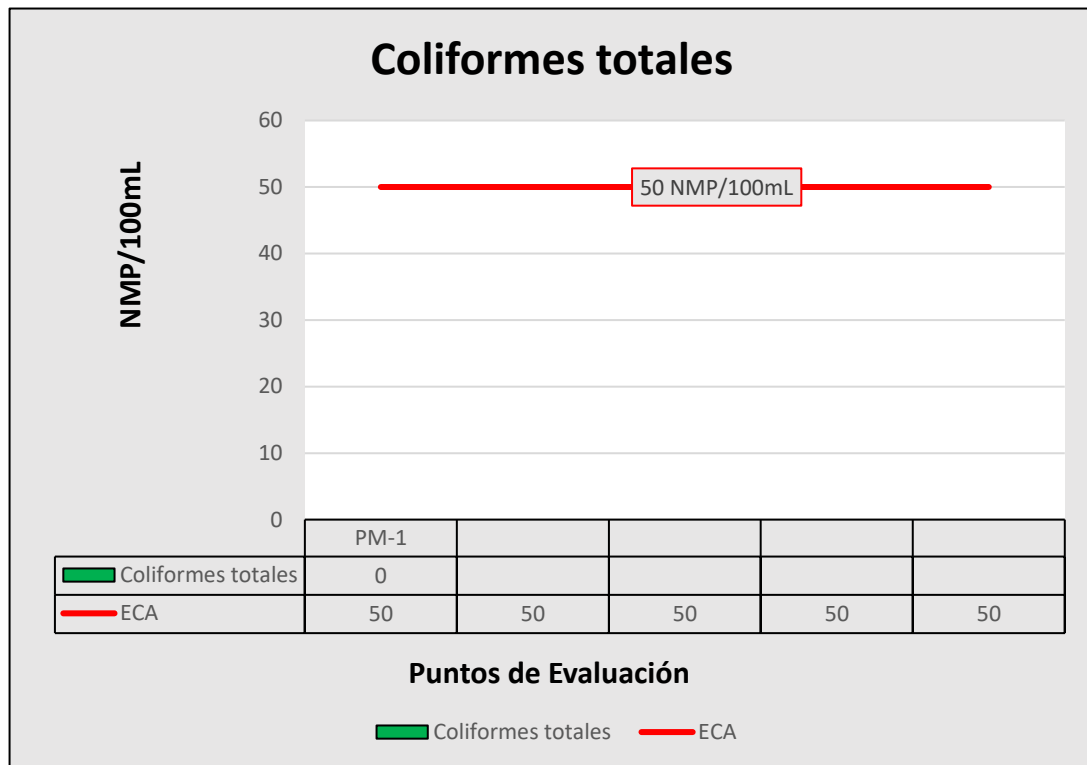


Interpretación. - El análisis de mercurio realizado en el agua de la laguna Tres Corazones registró una concentración de 0,35 mg/L, valor que se encuentra dentro del límite máximo permitido de 3 mg/L establecido para aguas destinadas al consumo humano. Este resultado indica que la presencia de este metal se mantiene en niveles aceptables, sin representar un riesgo inmediato para la salud de la población. El zinc es un elemento de alta importancia sanitaria debido a su toxicidad cuando se presenta en concentraciones elevadas; sin embargo, el valor obtenido en este estudio no compromete la calidad del agua ni evidencia una contaminación significativa del cuerpo de agua. Asimismo, este nivel sugiere que las condiciones ambientales de la laguna se mantienen relativamente estables respecto a este parámetro.

Tabla 22 Resultado de los Coliformes Totales

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Coliformes totales	0	50	NMP/100mL

Gráfico 22 Resultado de los coliformes totales

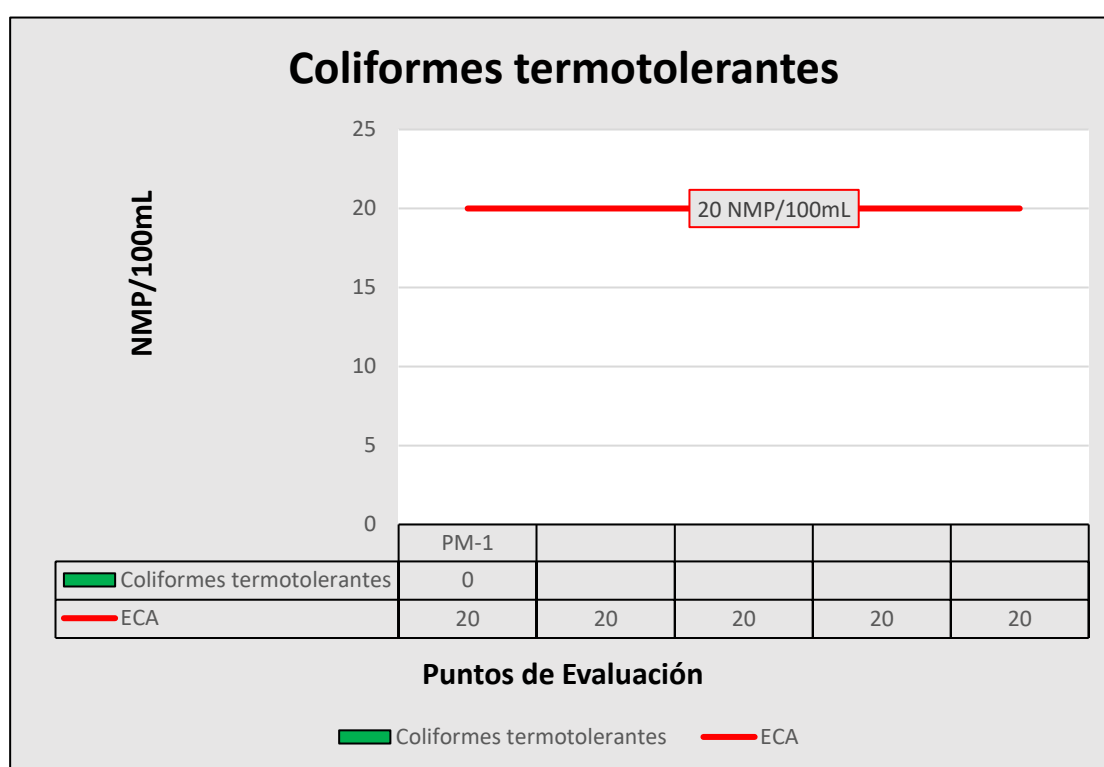


Interpretación. - El análisis microbiológico del agua de la laguna Tres Corazones mostró un resultado de 0 NMP/100 mL para coliformes totales, lo que indica ausencia de contaminación bacteriana detectable asociada a este grupo de microorganismos. Este valor se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 50 NMP/100 mL establecido para aguas destinadas al consumo humano. La ausencia de coliformes totales es un indicador positivo de las condiciones higiénico-sanitarias del cuerpo de agua, ya que sugiere que no existe influencia de descargas residuales ni de materia orgánica que pueda comprometer la calidad microbiológica del recurso hídrico. Asimismo, este resultado refleja un bajo riesgo de presencia de microorganismos patógenos.

Tabla 23 Resultados de los Coliformes Termotolerantes

Indicador	Resultado	Parámetro (ECA)	Unidades
Coliformes termotolerantes	0	20	NMP/100mL

Gráfico 23 Resultados de los Coliformes Termotolerantes



Interpretación. – El resultado del análisis de coliformes termotolerantes en el agua de la laguna Tres Corazones fue de 0 NMP/100 mL, lo que evidencia la ausencia de contaminación fecal detectable en la muestra analizada. Este valor se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 20 NMP/100 mL para aguas destinadas al consumo humano. La ausencia de coliformes termotolerantes es un indicador clave de una buena calidad sanitaria del agua, ya que estos microorganismos están directamente asociados a la presencia de patógenos de origen fecal. Por ello, este resultado sugiere que el agua no ha sido afectada por descargas domésticas ni por actividades que comprometan su inocuidad microbiológica.

4.3. Prueba de hipótesis

Los hallazgos comprueban que las variables físicas y químicas analizadas; entre ellas la acidez (pH), la conducción eléctrica, la turbidez, las sales cloradas junto a diversos metales (aluminio, arsénico, boro, bario, berilio, cobre, hierro, manganeso,

molibdeno, cadmio, plomo, antimonio, selenio y uranio), permanecen dentro de las cotas permitidas: por tal motivo, se ratifica una apropiada condición química del recurso hídrico.

Por otra parte, respecto a las mediciones microbiológicas, las cifras de coliformes totales e igualmente de bacterias termotolerantes (0 NMP/100 mL) constatan la falta de agentes bacterianos; en consecuencia, esto representa un requisito de base para definir la muestra como potable para las personas.

Por consiguiente, habiendo examinado las cifras y su posterior contraste frente a las normas de salubridad para el consumo de la población, se sostiene que se confirma la conjetura inicial: «La calidad del agua de la laguna Tres Corazones, evaluada mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, es apta para consumo humano en el distrito de Ninacaca, Pasco – 2024».

4.4. Discusión de resultados

El examen del estado hídrico perteneciente a la laguna Tres Corazones, a través del examen de indicadores físicos, químicos y microbianos, logró medir su aptitud orientada al uso poblacional, en consonancia con la meta trazada dentro de este estudio. En consecuencia, los datos reunidos comprueban que, en líneas generales, la fuente satisface los requerimientos fijados mediante las reglas locales y globales para el líquido destinado al uso directo de las personas.

En relación con los parámetros fisicoquímicos, el valor de pH obtenido (7,6) se encuentra dentro del rango recomendado para agua potable, lo cual indica una condición química estable y adecuada para el consumo humano. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), un pH comprendido entre 6,5 y 8,5 no genera efectos adversos sobre la salud ni altera significativamente las características organolépticas del agua. Resultados similares fueron reportados por Flores et al. (2020) en cuerpos de

agua altoandinos del centro del Perú, donde se evidenció que valores de pH cercanos a la neutralidad reflejan baja influencia de procesos contaminantes.

La conductividad eléctrica registrada (300,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la concentración de cloruros (12,9 mg/L) indican una baja mineralización del agua, característica de fuentes naturales con escasa presión antrópica. De acuerdo con la OMS (2017), valores bajos de conductividad y cloruros no solo son aceptables, sino deseables para el consumo humano, ya que no afectan el sabor del agua ni generan riesgos sanitarios. A nivel nacional, MINAM (2021) señala que concentraciones reducidas de sales disueltas reflejan una buena calidad química del recurso hídrico.

Respecto a la turbiedad, el valor obtenido (1 UNT) se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido, lo cual evidencia una alta claridad del agua. Este resultado es relevante, ya que una baja turbiedad reduce la probabilidad de supervivencia de microorganismos patógenos y favorece la eficacia de los procesos de desinfección (OMS, 2017). Estudios internacionales, como el de Chapman (2018), coinciden en que valores bajos de turbiedad son indicadores clave de buena calidad física del agua.

En cuanto a los metales y metaloides evaluados, las concentraciones de aluminio, arsénico, boro, bario, berilio, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, cadmio, plomo, antimonio, selenio y uranio se encontraron dentro de los límites permisibles. Estos resultados sugieren que la laguna Tres Corazones no presenta contaminación significativa por metales pesados. La OMS (2017) establece que la presencia de estos elementos en concentraciones inferiores a los valores guía no representa riesgo para la salud humana. De manera similar, Rojas y Ramírez (2019) reportaron bajas concentraciones de metales en fuentes de agua superficial en zonas rurales del Perú, asociadas a una limitada actividad industrial y minera.

A nivel internacional, investigaciones realizadas en lagos y lagunas de zonas

altoandinas de Bolivia y Ecuador muestran patrones similares, donde las concentraciones de metales se mantienen dentro de rangos seguros cuando no existen fuentes activas de contaminación antrópica (Vega et al., 2021). Estos antecedentes refuerzan los resultados obtenidos en la presente investigación.

Desde el punto de vista microbiológico, la ausencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes (0 NMP/100 mL) constituye uno de los hallazgos más relevantes del estudio. La OMS (2017) y el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2020) señalan que la ausencia de estos microorganismos es un requisito fundamental para considerar el agua como segura para el consumo humano. Resultados similares fueron reportados por Quispe et al. (2022) en estudios realizados en fuentes de agua superficial de la sierra central del Perú, donde la ausencia de coliformes fue asociada a buenas condiciones sanitarias y baja intervención humana.

En conjunto, la comparación de los resultados obtenidos con los antecedentes nacionales e internacionales demuestra que la calidad del agua de la laguna Tres Corazones presenta características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas, lo que permite aceptar la hipótesis general de la investigación. No obstante, se resalta la importancia de mantener un monitoreo periódico, a fin de garantizar la sostenibilidad del recurso y prevenir posibles riesgos futuros asociados a cambios ambientales o actividades antrópicas.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que la calidad del agua de la laguna Tres Corazones, evaluada mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Ninacaca, es apta para consumo humano, debido a que los parámetros analizados se encuentran, en su mayoría, dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, sin representar riesgo para la salud de la población.
2. Se determinó que las concentraciones de dichos indicadores fisicoquímicos del agua de la laguna Tres Corazones, tales como pH, conductividad eléctrica, turbiedad, cloruros y metales (boro, bario, aluminio, arsénico, berilio, cobre, hierro, antimonio, molibdeno, selenio, plomo, manganeso, uranio y cadmio), se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos para agua destinada al consumo humano, evidenciando una buena calidad química del cuerpo de agua.
3. Los resultados fisicoquímicos obtenidos reflejan una baja mineralización, alta claridad y ausencia de concentraciones elevadas de metales pesados, lo que sugiere una escasa influencia de fuentes de contaminación antrópica y condiciones ambientales favorables en la laguna Tres Corazones.
4. Se determinó que los indicadores microbiológicos evaluados, coliformes totales y coliformes termotolerantes, presentaron valores de 0 NMP/100 mL, lo que evidencia la ausencia de contaminación bacteriana y confirma que el agua cumple con los criterios sanitarios establecidos para consumo humano.
5. La ausencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal demuestra que el agua de la laguna Tres Corazones presenta condiciones microbiológicas seguras, reduciendo el riesgo de enfermedades de origen hídrico para la población del distrito de Ninacaca.
6. En conjunto, los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos permiten aceptar

la hipótesis general de la investigación, confirmando que el agua de la laguna Tres Corazones mantiene características adecuadas para su uso como fuente de consumo humano en el año 2024.

RECOMENDACIONES

1. Se aconseja ejecutar un seguimiento constante sobre los factores físicos, químicos e igualmente microbianos dentro del recurso de la laguna Tres Corazones; por lo cual, este examen deberá aplicarse mínimo dos ocasiones al año: con el propósito de hallar a tiempo cambios probables respecto a la condición del líquido, evitando de este modo peligros hacia la vida de los pobladores que aprovechen este elemento.
2. Se sugiere que las autoridades locales y el sector salud refuercen la vigilancia sanitaria del agua, asegurando el cumplimiento permanente de los estándares de calidad para consumo humano, especialmente en temporadas de lluvias, cuando existe mayor riesgo de contaminación.
3. A pesar de que el agua presenta condiciones favorables, se recomienda aplicar procesos básicos de tratamiento y desinfección (como filtración y cloración) antes de su consumo, con el fin de garantizar su inocuidad y prevenir eventuales contaminaciones microbiológicas, cuando estas aguas se den el uso de consumo.
4. Se recomienda implementar medidas de protección ambiental en el entorno de la laguna Tres Corazones, evitando actividades que puedan generar contaminación, como el vertimiento de residuos sólidos, aguas residuales en zonas cercanas al cuerpo de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcca, B. (2023). *La presente investigación se realizó en el distrito de Platería, departamento de Puno, con el objetivo la evaluar la concentración de los parámetros Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata- Totorpujo, Plaza, Estadio y Jjaquejihuata*. Repositorio institucional, Puno. Obtenido de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/499>
- APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.
- Banco Mundial. (2022). *The invisible crisis: Water quality in Latin America*. Recuperado de [\[https://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/invisible-crisis-water-quality-in-latin-america\]](https://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/invisible-crisis-water-quality-in-latin-america)
- Castillo, M. (2024). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el sector banco fomento, Ciudad de Milagro-Guayas*. Repositorio institucional, Milagro. Btenido.de.[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTILLO20ECHEVERRIA%20MONICA% 20LIZBETH.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTILLO20ECHEVERRIA%20MONICA%20LIZBETH.pdf)
- Chavarría, E., Mery Luz Cusiche, M. l., Huamaní, L., Fernando Martín Toribio, F., Barreto, E., & Gomez, J. (2024). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la ciudad de Pampas - Tayacaja, 2023. *Revista de investigación científica Tayacaja*, 7, 46. doi: <https://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/article/view/223>
- Díaz, G., Birgi, J., Gargaglione, V., Araujo, C., Peri, P., & El Kassisse, Y. (2024). Calidad del agua para consumo humano y producción hidropónica en Bases Antárticas Conjuntas de Argentina. 16. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/242370>
- Chapman, D. (2018). *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring* (3rd ed.). UNESCO/WHO/UNEP.
- Flores, J., Huamán, L., & Castillo, R. (2020). Evaluación fisicoquímica de fuentes de agua superficial en zonas altoandinas del Perú. *Revista Peruana de Ciencias Ambientales*, 6(2), 45–56.
- Gomis, M. (2024). *Valoración Toxicológica de la calidad de aguas de consumo humano en municipios de la provincia de Alicante*. Repositorio institucional, Alicante. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11000/33412>
- Huamán, A. (2023). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación del sistema de*

- agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 – 2022*. Repositorio institucional, Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3283>
- INEI (2021). *Indicadores de acceso a agua y saneamiento en el Perú*. Recuperado de [\[https://www.inei.gob.pe/\]](https://www.inei.gob.pe/).
- Lachos, L. (2024). *Calidad de agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento seda Huánuco zona Castillo Grande y centro poblado Picuroyacu distrito Castillo Grande, Leoncio Prado [Título profesional, Universidades Nacional Agraria de la Selva]*. Repositorio institucional, Tingo María. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2943>
- Leon, I., & Pretell, M. (2023). *Nivel de satisfacción de la calidad de agua para consumo humano en la Localidad de Santiago de Cao, 2023*. Repositorio institucional, Santiago de Cao. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14414/19971>
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. MINSA.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2021). *Estándares de calidad ambiental para agua*. Gobierno del Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2020). *Gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú*. MINAM.
- Nolasco, J. J. (2023). *Calidad del agua para consumo humano en dispensadores de agua del municipio de Álamo Temapache, Veracruz*. Repositorio institucional, Veracruz. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/6470>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). *Guías para la calidad del agua potable* (4.^a ed.). OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). WHO.
- Quispe, M., Torres, E., & Salazar, D. (2022). Calidad microbiológica de fuentes de agua para consumo humano en comunidades rurales de la sierra central del Perú. *Revista de Salud Pública*, 24(3), 312–320.
- Rojas, P., & Ramírez, A. (2019). Metales pesados en aguas superficiales de zonas rurales del Perú. *Revista Latinoamericana de Hidrología*, 11(1), 67–78.
- UNICEF y OMS. (2023). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2023 update and SDG baselines*. Recuperado de [\[https://www.who.int/publications/i/item/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2023\]](https://www.who.int/publications/i/item/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2023)
- Vega, F., Morales, J., & Paredes, S. (2021). Evaluación de metales traza en cuerpos de agua

altoandinos de Ecuador y Bolivia. *Journal of Andean Environmental Studies*, 9(1), 21–34.

ANEXOS

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0.07	—	—
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uriato	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₁₀ - C ₂₆)	mg/L	0.01	0.2	1.0
Trihalometanos	(a)	1.0	1.0	1.0
Bromoforno	mg/L	0.1	—	—
Cloroforno	mg/L	0.3	—	—
Dibromodimetano	mg/L	0.1	—	—
Bromodimetano	mg/L	0.06	—	—
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	—
1,1-Dicloroetano	mg/L	0.03	—	—
1,2-Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	—
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	—	—
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	—
Tetracloroetano	mg/L	0.04	—	—
Tetracloro de carbono	mg/L	0.004	0.004	—
Tricloroetano	mg/L	0.07	0.07	—
BTXs				
Benceno	mg/L	0.01	0.01	—
Estilbenzeno	mg/L	0.3	0.3	—
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	—
Xileno	mg/L	0.5	0.5	—
hidrocarburos Aromáticos				
Benz(a)pireno	mg/L	0.0007	0.0007	—
Periclorofeno (PCP)	mg/L	0.009	0.009	—
Organoclorados				
Malatión	mg/L	0.19	0.0001	—
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0.0003	0.0003	—
Clordano	mg/L	0.0002	0.0002	—
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	mg/L	0.001	0.001	—
Endrin	mg/L	0.0006	0.0006	—
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0.00003	0.00003	—
Lindano	mg/L	0.002	0.002	—
Carbamatos				
Aldicarb	mg/L	0.01	0.01	—
II. CIANÓGENAS				
Microcistina-LR	mg/L	0.001	0.001	—
III. BLENOS SOLIDIFICADOS				
Stenilos Policlónicos (PCB)	mg/L	0.005	0.005	—
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	—	—
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	—	—
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	—	—
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (b)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

INFORME DE ENSAYO N° 1624-102025

INFORMACION DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL/USUARIO : KARY JHOJARA ARANDA CRISTOBAL

RUC: -

DIRECCIÓN : La Libertad - Trujillo - Moche

CONTACTO : Kary Jhojara Aranda Cristobal

INFORMACION DE LA MUESTRA

ENSAYOS SOLICITADOS : Microbiológicos, Parasitológicos

ITEM(S) DE ENSAYO(S) : Agua de laguna

PRODUCTO DECLARADO POR EL
CLIENTE : Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE
ENSAYO : Frasco de vidrio estéril de 250 mL (01) y frasco de plástico de 5L (01)

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

INFORMACION DEL MUESTREO

RESPONSABLE DEL MUESTREO : Muestreado por el cliente

LUGAR DE MUESTREO : Distrito de Moche, Provincia Trujillo, Departamento La Libertad

PLAN DE TOMA DE MUESTRA : No Aplica

INFORMACION DEL LABORATORIO

COTIZACIÓN : N° 172-062025

FECHA/HORA DE RECEPCIÓN : 2010/2025 09:15:00

FECHA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES : 2010/2025

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio Loayza Murakami SAC

EMISION DEL INFORME : Trujillo, 16 de Noviembre del 2025

AUTORIZA LA EMISION

CARGO : Responsable de la Calidad

NOMBRE : Giselly Mendoza Solís

COLEGIATURA : C.B.P 0623

FIRMA :




INFORME DE ENSAYO N° 1624-102025

Codigo de Laboratorio		0640-053024-1	
Codigo de Cliente		CSVAUP-2	
Item de Ensayo		Agua de Río	
Fecha de Muestreo		18/10/2025	
Hora de Muestreo		12:30:00	
ENSAYOS		MICROBIOLOGICOS	
Parámetro	Unidad	LDM	Resultados
Coliformes totales	NMP/100mL	1.8	0
Coliformes fecalcoliformes	NMP/100mL	1.8	0
ENSAYOS		PARASITOLÓGICOS	
Parámetro	Unidad	LDM	Resultados
Helmintos y protozoos*	Org/L	1	0

Leyenda: LDM: Límite de Detección del Método, LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LDM ó <LCM significa que la concentración de análisis es insignificante (trazas)

* Los parámetros están fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA

** Parámetros terciarizados acreditados ante INACAL-DA

***Parámetros terciarizados y que no son acreditación ante INACAL-DA



**LABORATORIO
LOAYZA MURAKAMI S.A.C**

INFORME DE ENSAYO N° 1624-102025

INFORMACION DE MÉTODO DE ENSAYO

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA	
MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS	
Posímetro	Norma-Método
NUMERACIÓN DE COLIFORMES FECALES Y ESCHERICHIA COLI	SMETAW-APHA-WWA-WET Part 9221-A-B-C, F-3, 24th Ed. 2023: Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate
MÉTODOS PARASITOLÓGICOS	
Posímetro	Norma-Método
HELMINTOS Y PROTOZOOS EN TODOS SUS ESTADOS EVOLUTIVOS ¹	NM-AM-513-SCF-2012: ANALYSIS OF WATER - Determination of the Number of Helminth Eggs in Wastewaters and Treated Wastewaters by Microscopic Examination - Test Method

Notas:

- Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Prohíbida la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio Loayza Murakami S.A.C., excepto si se reproduce en su totalidad.
- Los resultados indicados corresponden a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en el laboratorio Loayza Murakami S.A.C.
- Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.
- Las muestras serán eliminadas al término del tiempo máximo de conservación, salvo requerimiento expreso del cliente.
- ¹ Información brindada por el cliente. Los puntos de muestreo específicos son los considerados en el código del cliente.

"FIN DEL DOCUMENTO"



**LABORATORIO
LOAYZA MURAKAMI S.A.C**

INFORME DE ENSAYO N° 1725-082025

INFORMACION DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL/USUARIO : KARY JHOJARA ARANDA CRISTOBAL

RUC: -

DIRECCIÓN : La Libertad - Trujillo - Moche

CONTACTO : Kary Jhojara Aranda Cristobal

INFORMACION DE LA MUESTRA

ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímicos y inorgánicos

ITEM(S) DE ENSAYO(S) : Agua de laguna

PRODUCTO DECLARADO POR EL
CLIENTE : Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE
ENSAYO : Frasco de vidrio viniler de 1000 mL (01), frasco de plástico de 1L (01), frasco de plástico de 500 mL (01), frasco de
plástico de 250 mL (01)

CONDICION DE LA MUESTRA : Cumple con los requisitos de volumen y conservación

INFORMACION DEL MUESTREO

RESPONSABLE DEL MUESTREO : Muestreado por el cliente

LUGAR DE MUESTREO : Distrito de Moche, Provincia Trujillo, Departamento La Libertad

PLAN DE TOMA DE MUESTRA : No Aplica

INFORMACION DEL LABORATORIO

COTIZACIÓN : N° 1725-082025

FECHA/HORA DE RECEPCIÓN : 20/10/2025 09:15:00

FECHA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES : 20/10/2025

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio Loayza Murakami SAC

EMISION DEL INFORME : Trujillo, 16 de Noviembre del 2025

AUTORIZA LA EMISIÓN

CARGO : Responsable de la Calidad

NOMBRE : Gladys Mendoza Saldarri

COLEGATURA : C.B.P. 9823

FIRMA :

Gladys Mendoza Saldarri



INFORME DE ENSAYO N° 1725-082025

Código de Laboratorio		0640-062004-1	
Código de Cliente		ESWM-UP	
Item de Ensayo		Agua en agua	
Fecha de Muestreo		8/05/2024	
Hora de Muestreo		12:30:00	
ENSAYOS		FISICOQUIMICOS	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultado
Color aparente ¹	mg/L	-	7.64
pH ²	Unidad pH	-	8.9
Conductividad ¹	µS/cm	-	380.5
Cloruros (Cl) ³	mg/L	0.065	12.90
Turbiedad	UNT	0.033	1.00
Aluminio (Al) ⁴	mg/L	0.0230	0.216
Amonio (NH) ⁴	mg/L	0.0050	0.001
Boro (B) ⁴	mg/L	0.0260	0.001
Bario (Ba) ⁴	mg/L	0.0045	0.031
Berilio (Be) ⁴	mg/L	0.0030	-0.002
Cobalto (Co) ⁴	mg/L	0.0160	0.074
Cromo (Cr) ⁴	mg/L	0.0230	0.004
Magnesio (Mg) ⁴	mg/L	0.0100	6.106
Manganeso (Mn) ⁴	mg/L	0.0030	0.246
Molibdeno (Mo) ⁴	mg/L	0.0020	0.006
Níquel (Ni) ⁴	mg/L	0.0060	0.013
Cadmio	mg/L	0.0040	0.001
Plomo (Pb) ⁴	mg/L	0.0040	0.001
Antimonio (Sb) ⁴	mg/L	0.0050	-0.004
Selenio (Se) ⁴	mg/L	0.0070	0.006
Titanio (Ti) ⁴	mg/L	0.0040	0.047



Legenda: LDM: Límite de Detección del Método; LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM o <LDM significa que la concentración de analito es inferior (traza)

INFORME DE ENSAYO N° 1725-082025

Código de Laboratorio		0640-05324-1	
Código de Cliente		ESVM-UP	
Tipo de Ensayo		Agua de laguna	
Fecha de Muestreo		9/05/2024	
Hora de Muestreo		12:30:00	
ENSAYOS		FISICOQUIMICOS	
Parámetro	Unidad	LOM	Resultado
Uso de (U) ¹	mg/L	0.0040	<0.002
Vitrado (V) ²	mg/L	0.0040	0.010
Zinc (Zn) ³	mg/L	0.0180	0.350
Mercurio (Hg) ³	mg/L	0.0030	<0.003

Leyenda: LOM: Límite de Detección del Método; LCM: Límite de Cuantificación del Método; valor <LOM ó <LCM significa que la concentración de analito es menor (traza)

¹ Los parámetros están fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA

² Parámetros terciarizados acreditados ante INACAL-DA

³ Parámetros terciarizados y que no son acreditación ante INACAL-DA



LABORATORIO
LOAYZA MURAKAMI S.A.C

INFORME DE ENSAYO N° 1725-082025

INFORMACION DE METODO DE ENSAYO

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA	
MÉTODOS FÍSICOQUÍMICOS	
Parámetro	Norma-Método
OXÍGENO DISUELT ^o	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-D G; 24th Ed. 2023; Oxygen (Dissolved); Azide Modification
pH ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ A B; 24th Ed. 2023; pH Value; Electrode Method
CONDUCTIVIDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 A,B; 24th Ed. 2023; Conductivity; Laboratory Method
CLORUROS (Cl) ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B; 24th Ed. 2023; Chloride; Argentometric Method
SULFATOS (SO ₄) ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO 4 ² E; 24th Ed. 2023; Sulfate; Turbidimetric Method
CARBONATOS (CO ₃) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B; 24th Ed. 2023; Alkalinity; Titration Method
BICARBONATOS (HCO ₃) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B; 24th Ed. 2023; Alkalinity; Titration Method
METALES TOTALES ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn) ³	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

Notas:

- Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio Loayza Murakami S.A.C., excepto si se reproduce en su totalidad.
- Los resultados indicados corresponden a las muestras recibidas y sometidas a ensayos en el laboratorio Loayza Murakami S.A.C.
- Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.
- Las muestras serán eliminadas al término del tiempo máximo de conservación, salvo requerimiento expreso del cliente.

¹ Información brindada por el cliente. Las partes de muestra no específicas son las consideradas en el código del cliente.

"FIN DEL DOCUMENTO"



**LABORATORIO
LOAYZA MURAKAMI S.A.C**