

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA
CONFINADA BAHÍA DE LOS INCAS DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023**

PRESENTADA POR:

BIANET MILAGROS CCOYA JORGE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



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



7.25%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 6 MAY 2024, 12:26 PM

Similarity report

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

IDENTICAL 0.38%
CHANGED TEXT 6.86%

Report #21094947

BIANET MILAGROS CCOYA JORGE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA CONFINADA BAHÍA DE LOS INCAS DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023 RESUMEN El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas. Se realizó una investigación descriptiva con diseño no experimental y de corte longitudinal. La población estuvo conformada por el cuerpo de agua de la laguna y la muestra fue no probabilística por conveniencia, seleccionando 4 puntos de muestreo vinculados a la descarga de efluentes. En cada punto se tomaron muestras en 3 fechas distintas, haciendo un total de 12 muestras que fueron analizadas para determinar parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, transparencia), químicos (pH, sulfatos, nitratos) y microbiológicos (coliformes termotolerantes). Los análisis fisicoquímicos se realizaron in situ con un multiparámetro y el método del disco Secchi. Los parámetros químicas y microbiológicas se efectuaron en laboratorio. Los resultados fueron contrastados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua para categoría 1 de uso recreacional. Los resultados evidenciaron que la mayoría de los parámetros físicos y químicos evaluados en los diferentes puntos y fechas de muestreo cumplieron con los criterios de calidad ambiental para aguas de uso recreacional. Sin embargo, se registraron concentraciones de coliformes termotolerantes por encima de los

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA
CONFINADA BAHÍA DE LOS INCAS DEL LAGO TITICACA, PUNO, 2023**

PRESENTADA POR:

BIANET MILAGROS CCOYA JORGE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 14 de junio del 2024.

DEDICATORIA

A DIOS

Con profundo agradecimiento y devoción, dedico este trabajo a Dios, fuente de sabiduría y guía constante en mi vida. Agradezco por su constante presencia, guiando cada paso que he dado, Tú, Señor, has sido la inspiración que ha impulsado este viaje académico hacia el conocimiento.

A MI FAMILIA

A mis amados padres, Felix Ccoya Pinto y Dominga Jorge Vilca, asimismo a mis hermanos Cristian Alexis Ccoya Jorge e Ingrid Rosario Ccoya Jorge les dedico un reconocimiento sincero. Su inmenso amor, apoyo incondicional y comprensión han sido los cimientos sólidos sobre los cuales he construido mi trayectoria académica. Gracias por estar siempre a mi lado, instándome a seguir adelante sin retroceder.

A todas las personas que compartieron sus conocimientos y experiencias, asimismo a los que contribuyeron y apoyaron de manera invaluable al éxito de este proyecto. Su respaldo ha sido esencial, y este logro también es suyo.

Bianet Milagros Ccoya Jorge

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, por ser el espacio donde crecí académicamente. A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a todos los docentes que compartieron sus conocimientos, gracias por su dedicación y esfuerzo, fundamentales en mi formación como profesional.

A mi apreciada tutora, Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, por aceptar el desafío de guiar esta tesis. Agradezco su invaluable contribución y enseñanzas que han enriquecido este trabajo.

A los miembros del jurado Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda y M.Sc. Marlene Cusi Montesinos por su tiempo, expertise y valiosas sugerencias. Sus comentarios constructivos han sido una guía para perfeccionar este trabajo.

En este punto de culminación, mi corazón rebosa de gratitud. Este trabajo no es solo mío, sino el resultado del respaldo y colaboración de muchos. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

Bianet Milagros Ccoya Jorge

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1.2. JUSTIFICACIÓN	16
1.2. ANTECEDENTES	17
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	17
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	19
1.2.3. A NIVEL LOCAL	21
1.3. OBJETIVOS	23
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	23
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	24
2.1.1. CALIDAD DEL AGUA	24
2.1.2. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA	25
2.1.3. AGUAS RESIDUALES	25
2.1.4. AGUAS SUPERFICIALES	25
2.1.5. USO DE AGUAS RECREATIVAS	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.2.1. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA	27
2.2.2. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA	29
2.2.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA	31
2.3. MARCO NORMATIVO	31
2.4. HIPÓTESIS	31
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	31
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	31

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	32
3.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	33
3.2.1. POBLACIÓN	33
3.2.2. MUESTRA	33
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
3.5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	36
3.6. MATERIALES Y/O EQUIPOS	36
3.7. PROCEDIMIENTO	37
3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Coordenadas de muestreo de los puntos seleccionados.	35
Tabla 02: Materiales y/o insumos	36
Tabla 03: Equipos	37
Tabla 04: Operacionalización de variables	39
Tabla 05: Datos obtenidos de los parámetros físicos - abril.	42
Tabla 06: Datos obtenidos de los parámetros físicos - mayo.	43
Tabla 07: Datos obtenidos de los parámetros físicos - Junio.	45
Tabla 08: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Abril.	46
Tabla 09: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Mayo.	47
Tabla 10: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Junio.	48
Tabla 11: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos - Abril	50
Tabla 12: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos - Mayo.	50
Tabla 14: Resumen de los ECA de los parámetros bajo estudio de las muestras de agua según la normativa del MINAM.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación del área de estudio.	33
Figura 02: Ubicación de puntos en el área de estudio.	34
Figura 03: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – abril	42
Figura 04: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – mayo.	44
Figura 05: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – junio.	45
Figura 06: Valores de los parámetros químicos en la bahía confinada – abril.	47
Figura 07: Valores de los parámetros químicos en la bahía confinada – Mayo	48
Figura 08: Datos obtenidos de los parámetros químicos - junio.	49
Figura 09: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos.	51
Figura 10: Consolidado de Parámetros físicos.	52
Figura 11: Consolidado de Parámetros químicos.	53
Figura 12: Consolidado de Parámetros microbiológicos.	54
Figura 13: Georreferenciación de los puntos de muestreo.	80
Figura 14: Toma de muestra para análisis de parámetros in situ.	81
Figura 15: Uso de disco secchi para medir transparencia.	81
Figura 16: Medición de transparencia.	82
Figura 17: Medición de parámetros fisicoquímicos in situ.	82
Figura 18: Toma de muestra para análisis en laboratorio.	83
Figura 19: Materiales utilizados en el proyecto.	83
Figura 20: Envío de cooler con muestras al Laboratorio para su análisis.	84
Figura 21: Datos obtenidos en campo en el mes de abril.	87
Figura 22: Datos obtenidos en campo en el mes de mayo.	88
Figura 23. Datos obtenidos en campo en el mes de junio.	89

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	78
Anexo 02: Panel fotográfico.	80
Anexo 03: Cadenas de custodia	85
Anexo 04: Certificado de análisis de agua de laboratorio	90
Anexo 05: Estándar de calidad ambiental para agua	114

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Acrónimo	Significado
UTM	Universal Transversal de Mercator
L-BINC	Laguna confinada Bahía de los Incas
UN	Unión Nefelométrica
TDS	Sólidos Disueltos Totales
SO₄	Sulfato
μS/cm	Microsiemens por centímetro
pH	Potencial Hidrógeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
ODS	Oxígeno Disuelto
NTU	Unidades Nefelométricas de Turbidez
NO₃	Nitrato
NO₂	Nitrito
MINSA	Ministerio de Salud
MINAM	Ministerio del Ambiente
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
D.S.	Decreto Supremo
CE	Conductividad Eléctrica
ANA	Autoridad Nacional del Agua

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas. Se realizó una investigación descriptiva con diseño no experimental y de corte longitudinal. La población estuvo conformada por el cuerpo de agua de la laguna y la muestra fue no probabilística por conveniencia, seleccionando 4 puntos de muestreo vinculados a la descarga de efluentes. En cada punto se tomaron muestras en 3 fechas distintas, haciendo un total de 12 muestras que fueron analizadas para determinar parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, transparencia), químicos (pH, sulfatos, nitratos) y microbiológicos (coliformes termotolerantes). Los análisis fisicoquímicos se realizaron in situ con un multiparámetro y el método del disco Secchi. Los parámetros químicas y microbiológicas se efectuaron en laboratorio. Los resultados fueron contrastados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua para categoría 1 de uso recreacional. Los resultados evidenciaron que la mayoría de los parámetros físicos y químicos evaluados en los diferentes puntos y fechas de muestreo cumplieron con los criterios de calidad ambiental para aguas de uso recreacional. Sin embargo, se registraron concentraciones de coliformes termotolerantes por encima de los límites permisibles, especialmente en los puntos con influencia de descargas de efluentes domésticos. Esto indica que si bien las características físicas y químicas de la laguna son en general apropiadas para actividades recreativas, existe una contaminación microbiológica que puede implicar riesgos sanitarios para los usuarios. El estudio determinó que, bajo las condiciones actuales, la Laguna Bahía de los Incas presenta una calidad de agua aceptable en términos físicos ($uS/cm \leq 1500$, $3^{\circ}C$, $mg/L \leq 1000$, $m \leq 1.5$) y químicos ($pH = 6.0-9.0$, $mg/L \leq 250$ en cuanto a sulfatos); microbiología (nitratos ≤ 10 mg/L; coliformes ≤ 200 NPM/100ml)

Palabras clave: Calidad de agua, Laguna, Parámetros físicos, Parámetros químicos, Parámetros microbiológicos

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the surface water quality of the confined lagoon Bahía de los Incas. A descriptive research was carried out with a non-experimental design and a longitudinal section. The population was formed by the body of water of the lagoon and the sample was non-probabilistic for convenience, selecting 4 sampling points linked to the discharge of effluents. At each point samples were taken on 3 different dates, making a total of 12 samples that were analyzed to determine physical parameters (temperature, electrical conductivity, dissolved solids, transparency), chemical (pH, sulfates, nitrates) and microbiological (thermotolerant coliforms). The physicochemical analyses were performed in situ with a multiparameter and the Secchi disk method. The chemical and microbiological parameters were carried out in the laboratory. The results were compared with the National Environmental Water Quality Standards for Category 1 recreational use. The results showed that most of the physical and chemical parameters evaluated at the different sampling points and dates met the environmental quality criteria for recreational waters. However, concentrations of thermotolerant coliforms were recorded above the permissible limits, especially at points influenced by household effluent discharges. This indicates that although the physical and chemical characteristics of the lagoon are generally appropriate for recreational activities, there is a microbiological contamination that may imply health risks for users. The study determined that, under the current conditions, the Laguna Bahía de los Incas presents an acceptable water quality in physical terms ($\text{uS/cm} \leq 1500$, 3°C , $\text{mg/L} \leq 1000$, $m \geq 1.5$) and chemical ($\text{pH} = 6.0-9.0$, $\text{mg/L} \leq 250$ in terms of sulfates); microbiology (nitrates ≤ 10 mg/L; coliforms ≤ 200 NPM/100ml)

Key words: Water quality, Lagoon, Physical parameters, Chemical parameters, Microbiological parameters

INTRODUCCIÓN

La creciente presión antrópica sobre los cuerpos de agua superficiales representa una serie amenaza a la calidad del recurso hídrico, esencial para el desarrollo de actividades económicas, la salud de los ecosistemas y el bienestar humano. En el caso de lagunas utilizadas con fines recreativos, como la Bahía confinada de los Incas en la ciudad de Puno, resulta indispensable monitorear parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan su aptitud para ese uso frente a posibles fuentes contaminantes.

Si bien existen antecedentes sobre estudios de calidad de agua en el lago Titicaca, no se disponen de evaluaciones específicas de esta laguna de reciente desarrollo turístico. Determinar su estado actual y el cumplimiento de estándares ambientales constituye una prioridad para proteger el ecosistema y la salud de las poblaciones usuarias ante los crecientes reportes de contaminación en zonas aledañas.

El presente estudio se plantea como objetivo evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua superficial de la laguna Bahía de los Incas, para establecer su conformidad con la normativa ambiental vigente y su aptitud para actividades recreativas. Los resultados permitirán sentar una línea base y definir estrategias de protección de este recurso hídrico vital para el turismo y economía local.

En tal sentido, está estructurada en cinco capítulos. El primer capítulo trata acerca del planteamiento del problema, antecedentes y objetivos. El segundo capítulo comprende el marco teórico y conceptual del estudio, así como la formulación de las hipótesis. El tercer capítulo comprende la metodología empleada para recolectar los datos y darles respuestas a los objetivos de investigación y realizar las pruebas de hipótesis. En el cuarto capítulo se exponen tanto los resultados encontrados como la discusión respectiva. Por último, se redactaron las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estándares de calidad ambiental (ECA) son definidos por el artículo 31 de la Ley N° 28611 (Ley General del Ambiente) como "la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente." El D.S. N° 004-2017-MINAM establece la última modificación del ECA para el año 2017. Sin embargo, el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano fue establecido por el Ministerio de Salud (MINSA) en el año 2011 bajo el DS N° 031-2010-SA, el cual especifica que el agua es apta para el consumo humano si puede ser utilizada para todos los fines domésticos normales y la higiene personal. Por razones similares, esta norma establece los estándares para regular la calidad del agua potable y los LMP para una serie de factores (Hernández et al., 2020; Bracho & Fernández, 2017).

Asimismo, más del 80% de las aguas residuales se vierten sin tratar en todo el mundo, y solo el 8% de los efluentes industriales y municipales se tratan en los países en desarrollo. El 70% de las aguas residuales de Perú no recibe ningún tipo de tratamiento. Todas las aguas residuales no tratadas de Puno acaban llegando al Lago Titicaca y sus alrededores, lo que supone una amenaza para el ecosistema acuático que nos proporciona agua potable, recursos hidrobiológicos y oportunidades de recreo, y sostiene la economía de muchas comunidades cercanas (Tudela, 2017).

Las aguas residuales no tratadas suponen un riesgo para la salud pública, los ecosistemas y sus componentes debido a la presencia de microorganismos patógenos como bacterias, hongos, virus, parásitos e incluso disruptores endocrinos, contaminantes emergentes y metales pesados. Estos patógenos tienen un efecto adverso en todas las formas de vida del ecosistema receptor, y sus efectos repercuten también en la economía local (Jacobo, 2018).

Existe una correlación directa entre la mortalidad, la calidad del agua potable y la cobertura del alcantarillado dentro del saneamiento urbano, ya que los seres vivos son especialmente vulnerables a las enfermedades gastrointestinales y de otra índole a causa de la contaminación de estos recursos hídricos. Entre ellas están la gastroenteritis, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y el cólera. Por eso se calcula que la mala gestión de las aguas residuales, la escasa cobertura de alcantarillado y los métodos inadecuados para eliminar el agua son responsables de hasta un tercio de todas las muertes en el mundo, y posiblemente incluso más en los países en desarrollo (Rojas et al., 2021).

En la actualidad la Bahía confinada de los Incas se establece como un lugar con disposición del recurso hídrico para fines recreativos, los cuales se ven afectados cuando este recurso no posee la calidad idónea para tal fin; es importante asegurarse de que los usos recreativos del agua no suponen ningún peligro para las personas, asegurándose de que el agua es de calidad suficiente. El valor económico y social de los balnearios e instalaciones similares es sustancial; dado que el derecho al ocio es una de las necesidades humanas más básicas, los suministros de agua accesibles con ese potencial son un recurso crucial para los económicamente desfavorecidos. Sin embargo, existe una correlación directa entre los valores de contaminación del agua y la incidencia de síntomas de enfermedades infecciosas como la gastroenteritis, la dermatitis y los problemas respiratorios, lo que deja claro que el uso de agua sin las condiciones adecuadas para el recreo supone un riesgo para estas enfermedades (Quispe, 2022).

Existe un importante potencial turístico y recreativo en varias zonas del Lago Titicaca en la región de Puno, incluida la bahía confinada de los Incas, a pesar de las malas

condiciones ambientales. La ciudad de Puno (Perú) inauguró en 2008 el llamado Malecón Ecoturístico Bahía de los Incas, situado junto a la bahía interior del Lago Titicaca y que incluye una laguna confinada de unas 16,95 hectáreas (Quispe, 2022).

En la actualidad cumple esta función, pero sus condiciones ambientales y sanitarias son pésimas debido a las aguas residuales sin tratar que llegan desde otras zonas de Puno, como el barrio de Vallecito, Bellavista e incluso la misma Universidad Nacional del Altiplano. Esto provoca la emisión de olores desagradables, la acumulación de residuos sólidos en varios lugares y la disminución de la calidad del paisaje circundante. A pesar de que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de este estudio confirman el mal estado de la laguna cerrada, esta sigue siendo utilizada para actividades recreativas como paseos en bote, comida y artesanías, y hay muchas viviendas familiares en la zona (Huamán et al., 2020).

Cabe destacar que solo el 61% de la población de Puno está cubierta por sistemas de alcantarillado, el 39% debe encontrar formas alternativas de eliminar sus aguas residuales, como verterlas directamente en las calles, canales, zanjas o incluso en el Lago Titicaca. Gracias a la evaluación que aporta este estudio, se han evaluado los riesgos y se pueden planificar estrategias de control. Esto es especialmente cierto para las aguas que se utilizan para el turismo y la recreación, como la laguna confinada del malecón ecoturístico de la bahía confinada de los Incas. Para evaluar si un recurso hídrico es apto o no para diversos fines, como sustentar la vida acuática, ofrecer oportunidades de recreación y pesca, etc., las actividades de monitoreo ambiental son cruciales (Brousett et al., 2021).

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, transparencia) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?

¿Cuáles serán los valores de los parámetros químicos (pH, sulfatos y nitratos) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?

¿Cuáles serán los valores de los parámetros microbiológicos (coliformes termotolerantes) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?

1.1.2. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los recursos hídricos cuentan con diferentes tipos de microorganismos que forman un ecosistema equilibrado, los cuales se relacionan con la calidad del recurso hídrico y los factores ambientales, por ende es muy importante conocer el estado de la calidad de un recurso hídrico para poder hacer uso de ello, así mismo cabe recalcar que la calidad del recurso hídrico se determina por las características de su naturaleza y la cantidad de sustancias extrañas presentes en el cuerpo de agua (Peña,2015).

La afección de la calidad del agua por la inadecuada gestión de aguas servidas y residuos sólidos viene siendo un problema muy grave, estas aguas negras son vertidas a los cuerpos receptores sin ningún tratamiento previo alterando sus parámetros físicos, químicos y microbiológicos, trayendo consigo impactos negativos en la salud de la población y medio ambiente.

Cuando los recursos hídricos no tienen la calidad adecuada y los usuarios no están protegidos, su uso recreativo puede plantear problemas. Los balnearios e instalaciones similares son vitales para la sociedad y la economía, y el tiempo de ocio es una demanda social clave, por lo que los recursos hídricos con este potencial son cruciales. Existe una asociación significativa entre la contaminación del agua y los síntomas de enfermedades infecciosas, como la gastroenteritis, la dermatitis y los problemas respiratorios, cuando el agua se utiliza para el ocio sin las condiciones adecuadas.

Actualmente la laguna confinada bahía de los incas tiene un uso recreacional, es por ello que la población de la ciudad de Puno asimismo visitantes nacionales e internacionales tienen contacto directo con este recurso, por medio del transporte acuático denominados “patitos”, los individuos se exponen a agentes patógenos y sustancias peligrosas existentes en ella, lo que puede provocar diferentes tipos de enfermedades. Es por ello que es importante realizar la evaluación de la calidad del recurso hídrico, uno de los aspectos más importantes de la valoración de la calidad del agua está en la interpretación y reporte de los resultados del monitoreo y en la realización de las recomendaciones para acciones futuras, así mismo las empresas, los municipios y las poblaciones ribereñas dispondrán de una referencia formal y una línea de base a partir de la cual podrán tomar medidas para reducir la degradación de la calidad del agua mediante el diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales.

El presente trabajo de investigación busca conocer los parámetros de calidad de las aguas presentes en la laguna bahía confinada de los incas, determinando los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que representen riesgos a la salud y el medio ambiente, y pueda ser utilizada como una herramienta técnica informativa permitiendo dar un resultado actualizado sobre los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, asimismo pueda ser de gran utilidad para las instituciones gubernamentales y actores que intervienen en la gestión integral del recurso hídrico que requieran datos para formular investigaciones más complejas para la toma de acciones concretas relacionada a la conservación, protección y manejo del recurso hídrico.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Hernández et al., (2021), abordaron un estudio en la población rural de la zona del Caribe colombiano, en la microcuenca de la quebrada Jui para consumo, riego y saneamiento. Este estudio comparó las características fisicoquímicas y microbiológicas con las fuentes antropogénicas para encontrar la fuente común de contaminación. El análisis de los pesticidas organoclorados y organofosforados mostró el impacto de la agricultura, en seis

lugares donde se recogieron muestras en época seca y húmeda del 2018. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se evaluaron mediante métodos de la APHA. La GCMS midió los niveles de pesticidas (GC-MS). El ICA medio fue de 74,1, lo que muestra que el suministro de agua era de buena calidad; sin embargo, los coliformes fecales y la turbidez hicieron que varias estaciones (E4 y E5) se categorizaron como medias durante la estación lluviosa, aunque su ICA general estaba por encima del nivel de calidad excelente. Los niveles de plaguicidas fueron mínimos. Concluyen que las aguas residuales domésticas, la escorrentía agrícola, el estiércol porcino y la extracción de arena son los principales.

Por su parte, Quiroz et al., (2017), en su artículo científico, examinan la calidad del agua del río Portoviejo (Manab, Ecuador) utilizando el índice de calidad del agua recomendado por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF). El índice se estimó mediante la toma de muestras de parámetros físico-químicos y microbiológicos, los cuales fueron elegidos con base en resultados previos obtenidos mediante la aplicación de un modelo matemático. A pesar de que solo uno de los indicadores evaluados supera los valores establecidos por los límites máximos permisibles (LMP), los resultados obtenidos indican que la calidad del agua del río se está deteriorando debido a la elevada carga contaminante provocada por el vertido de aguas residuales y a la disminución de su capacidad de autodepuración.

Aunado a esto, Landero (2019) realizó durante los meses de febrero a abril de 2019 se realizaron tres monitoreos en dos sitios de la laguna "La Pólvora", examinando en laboratorio los siguientes parámetros: Coliformes Fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendedos Totales (SST) y en campo se midieron Sólidos Disueltos Totales (SDT), pH, Oxígeno Disuelto (OD) y Nitratos (NO_3) para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) de la Fuente de Abastecimiento de Agua Potable, que presentó un valor medio, entrando en un nivel de "mayor necesidad" Los SST, el OD, el NO_3 y el pH, por el contrario, se encontraron por

debajo de los niveles máximos permitidos, con resultados positivos sustanciales en cada uno de los tres meses.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Huamán et al., (2020), establecieron un estudio en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa es un humedal que desempeña un papel crucial en el mantenimiento y la restauración de los ecosistemas. Sin embargo, la calidad del agua se ve afectada por la urbanización y las actividades productivas que se desarrollan en su entorno. El estudio tuvo como objetivo examinar la calidad del agua de la laguna Maravilla con base en los criterios de calidad ambiental (ECA) de la autoridad nacional del agua y elaborar el índice peruano de calidad del agua (ICA-PE) (ANA). El pH, la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales promediaron 8,8, 4644,8 S/cm y 3413,9 ppm durante 2019 y 2020. Cinco de las nueve pruebas fisicoquímicas y microbiológicas no cumplieron con los estándares de agua de la Categoría 4 del ECA (nitrato, fósforo total, amoníaco total, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes). Los datos de la muestra AQI-PE fueron 46,3. La calidad del agua de la laguna Maravilla es buena, pero a veces está amenazada o degradada.

Asimismo, Brousett et al., (2021), realizaron un estudio que tuvo como objetivo examinar las características físicas y químicas de las aguas superficiales creadas por el deshielo de Riticucho en La Rinconada-Puno, afectadas por la minería informal. El estudio investiga la influencia de esta actividad en las lagunas Lunar y Cumunni a lo largo de las temporadas seca y lluviosa de 2018. Se midieron el pH, la conductividad, la DO, la DBO₅, la DQO, la dureza, los cloruros y las partículas en suspensión. También se recogió As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn. El diseño de la investigación es descriptivo, ya que explica y analiza los datos sin influir en las variables del estudio. Métodos estandarizados para el agua: APHA, AWWA, 2012, incluyendo enfoques nefelométricos, fotométricos y colorimétricos. Los resultados se compararon con las normas peruanas, canadienses y estadounidenses. Las mediciones de pH y dureza del agua están fuera de lugar. El Cd, Ni, Pb, Fe y Zn

superan los límites. Durante las estaciones húmedas y secas, las concentraciones de Hg en los sedimentos alcanzaron 20,13 y 33,32 mg/kg.

Por su parte, Rojas et al., (2021), realizaron un estudio que tuvo como objetivo caracterizar el agua de las lagunas de los pueblos indígenas Tunants y Yahuahua. Con la finalidad de preservar el ecosistema acuático por su posible valor ecoturístico. Estos se encuentran en la provincia de Condorcanqui, Amazonas, Perú. Se crearon dos lugares de muestreo, uno para cada lago, y se realizaron evaluaciones durante la estación húmeda. Los principales hallazgos muestran que ambos lagos tienen un pH de 7. Se encontró que la DBO₅ tiene un contenido medio de 1.85 mg/L O₂ en el lago Tunants y 1.45 mg/L O₂ en el lago Yahuahua. Estos se correlacionan fuertemente en forma negativa con los sulfatos. Con 0.0375 ppm de zinc, el lago Yahuahua tiene el nivel más alto de metales pesados. Según un análisis microbiológico, había más de 1600 NMP/100 mL de coliformes totales (CT).

Morales (2022), el propósito de la investigación fue evaluar la eficacia del control de la calidad del agua en el perímetro de la laguna de Angascancha para el consumo humano, calcular y analizar los datos de las muestras para determinar la seguridad del agua fuera de la laguna de Angascancha para el consumo humano. Además, de normalizar la calidad del agua superficial de la laguna de Angascancha para el consumo humano según la ley - Colquijirca Pasco 2019. El enfoque científico se empleó para comprobar la validez de cada ítem en la evaluación preliminar, a la que siguió la validación por expertos, como demuestra el coeficiente de fiabilidad Alfa de Cronbach. Los resultados del seguimiento demostraron que las aguas superficiales de Angascancha serán aptas para el consumo humano. Se crearon los criterios de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales de la laguna de Angascancha, y los resultados muestran que la calidad del agua es ahora apta para el consumo humano. Concluyendo que los beneficios para la flora y fauna de la zona de la laguna de Angascancha así como los resultados para el consumo humano son evidentes.

Gutiérrez (2018), en el estudio propuesto tuvo como propósito comparar el Índice de Calidad del Agua de los Recursos Hídricos del Perú con el Índice de Calidad del Agua del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI) para evaluar el estado del río Coata en su confluencia con el río Torococha (ICA-PE). Los sitios de muestreo M1 y M2 se ubicaron de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Recursos Hídricos Superficiales. En septiembre, octubre y noviembre de 2018, los científicos verificaron la presencia de varias sustancias químicas y elementos en el agua, como el pH, la conductividad, la DBO_5 , el oxígeno disuelto, los coliformes termotolerantes, el aluminio, el arsénico, el boro, el cadmio, el cobre, el manganeso, el mercurio, el plomo y el zinc. En contraste con los resultados del CCME-WQI, que calificó tanto M1 como M2 como buenos (con puntuaciones de 80 y 57), los resultados del ICA-PE obtuvieron la calificación de excelentes (con puntuaciones de 99 y 90) para ambos puntos. Concluyendo que el río Torococha degrada la calidad del río Coata. En cuanto a la distancia física, el CCME-WQI reveló una división más amplia.

1.2.3. A NIVEL LOCAL

Quispe (2022), utilizó datos de 2019 y 2020 para evaluar la calidad del agua de la laguna protegida del Malecón Ecoturístico Bahía de los Incas, presentando más pruebas de que Puno recibe aguas residuales sin tratar de las zonas adyacentes, poniendo en peligro el uso recreativo de este cuerpo de agua. Se utilizaron métodos electrométricos digitales para analizar la DBO_5 , la DQO, los sólidos suspendidos disueltos y totales, los sólidos sedimentables, el nitrógeno total, el fósforo total, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la conductividad. Se realizó una prueba multitubo (NMP) para identificar indicadores de contaminación como coliformes totales y fecales (termotolerantes), y se determinó la carga contaminante comparando las características de NMP con el caudal afluente. El oxígeno disuelto era de 3,06 mg/l, la demanda biológica de oxígeno (DBO_5) era de 38,68 mg/l, y la demanda química de oxígeno (DQO) era de 107,01 mg/l; todos estos valores estaban por encima de las normas de calidad ambiental (NCA) recreativas.

Los niveles de fósforo total alcanzaron una media de 6,35 mg/l, lo que sugiere la existencia de aguas hipertróficas.

Argota et al., (2020), en su investigación, tuvieron como propósito recopilar biomarcadores para evaluar la calidad del agua en lugares predeterminados de la bahía de Puno, en el lago Titicaca de Perú. Se midieron las concentraciones de oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, en el efluente de la laguna de oxidación de Espinar, cerca del punto de descarga. Los resultados mostraron el coste relativo para el ecosistema de mantener nuestro nivel actual de actividad, así como el oxígeno disuelto, los sólidos disueltos totales, el cobre, el zinc, el cadmio y el plomo entre los parámetros fisicoquímicos que no cumplían el límite máximo permitido. Concluyendo que la columna de agua está contaminada cerca de la laguna de oxidación de Espinar, en la bahía de Puno, y que la contaminación tiene una alta probabilidad de tener repercusiones ambientales negativas, por lo que es necesario un tratamiento eficaz de los efluentes que se vierten.

Moreno et al., (2018), en su estudio tuvo como propósito la cuantificación de los metales en los sedimentos de la bahía interior de Puno, en el lago Titicaca de Perú. Las cantidades de Cu, Zn, Pb, Cd, As y Hg en los sedimentos superficiales de seis sitios de muestreo ambiental se examinaron de enero a noviembre de 2016 utilizando un muestreo de conveniencia no probabilístico. Se utilizó la digestión ácida para el análisis elemental y la espectrometría de plasma de acoplamiento inductivo en vista axial para el análisis cuantitativo (ICP-AES). Los resultados mostraron que las concentraciones están dentro de los límites permisibles cuando se comparan con la norma ambiental elegida (Interim Sediment Quality Guidelin, Canadá); sin embargo, hubo variaciones estadísticamente significativas entre estaciones. Todas las estaciones tenían concentraciones de As y Hg que estaban alrededor de 0,0001 mg. Concluyendo, que las concentraciones totales de metales se encontraron dentro del límite permitido, por lo que se determinó que los sedimentos superficiales de la Bahía Interior de Puno no representan ningún peligro por la exposición a estos metales. Existe un riesgo para la salud pública debido a los altos

niveles de contaminación fecal en la laguna confinada examinada, lo que la hace no apta para el uso recreativo y agrava la degradación del medio ambiente y el ecosistema circundante. Los investigadores de este estudio se propusieron examinar las normas que rigen las responsabilidades de la ciudad de Puno con sus residentes, la Laguna Confinada - Bahía Interior de Puno, y la salud y seguridad del público.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los parámetros físicos del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.

Determinar los parámetros químicos del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.

Determinar los parámetros microbiológicos del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CALIDAD DEL AGUA

Según Aveiga et al. (2019), la calidad del agua se mide por sus propiedades químicas, físicas, biológicas y radiológicas, siendo una forma de evaluar la idoneidad del agua para satisfacer las necesidades de una determinada comunidad biótica o de cumplir cualquier objetivo humano. Asimismo, se hace referencia a ella en el contexto de un conjunto de criterios que pueden utilizarse para evaluar el éxito de un programa, es decir, la calidad del agua suele evaluarse en relación con las normas de salud de los ecosistemas, seguridad para el contacto humano y potabilidad (Argota et al., 2020).

Por otra parte, suele definirse como las "características físico-químicas y biológicas del agua, con respecto a su idoneidad para algún uso designado", además, las normas de calidad del agua se establecen con el fin de proteger los distintos usos establecidos para una masa de agua; el Estado debe supervisar estas masas de agua para garantizar el cumplimiento de estas normas (Huamán et al., 2020). Esto vendrá determinado por los objetivos predeterminados para estos suministros de agua, que pueden incluir el consumo humano, el ocio, la pesca, la agricultura, la ganadería o la industria, cada uno de los cuales tiene su propio conjunto de criterios de calidad (Hernández et al., 2020).

Se debe priorizar el control de la calidad del agua desde la fuente hasta el consumo, ya que la calidad del agua potable está intrínsecamente relacionada con la calidad de las fuentes de agua (en países como Perú, la mayoría de ellas están expuestas a metales y otros contaminantes), así como con las desventajas tecnológicas y económicas de las

empresas de saneamiento para llevar a cabo procesos de tratamiento eficientes, que incluyan también servicios de saneamiento seguros y sostenibles (Castillo et al., 2022).

2.1.2. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA

A nivel internacional la contaminación del agua se debe a ciertos parámetros contaminantes que se encuentran intrínsecos dentro del desempeño cotidiano de la humanidad, dentro de los cuales se encuentran: los sedimentos y materiales suspendidos, os microorganismos patógenos, los desechos orgánicos, las sustancias químicas orgánicas, los nutrientes vegetales inorgánicos, los compuestos orgánicos especiales, las sustancias radioactivas; y, finalmente los contaminantes térmicos (Guadarrama et al., 2016).

2.1.3. AGUAS RESIDUALES

Según Zambrano (2009) la contaminación de los recursos hídricos se podría considerar como una impurificación artificial generada por el hombre y/o las actividades que realiza, esta alteración puede ser directa o indirecta, asimismo se clasifica en:

- Aguas residuales domésticas
- Aguas residuales pecuarias
- Aguas residuales de origen agrícola
- Aguas residuales industriales
- Aguas de escorrentía urbana

Asimismo, las aguas residuales son aguas que han sido consumidas y que, como consecuencia de su uso, han incluido componentes que degradan su calidad original (contaminación), limitando así su utilidad. El 70% de las aguas residuales de Perú no son tratadas, y solo 10 de las 143 plantas de tratamiento del país están en pleno funcionamiento o cumplen con todas las normas aplicables (Jacobo, 2018).

2.1.4. AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales son las que no se filtran sobre la tierra y permanecen abiertas al aire. Es decir, aquellas que no están ocultas a la vista ni requieren equipos especiales para observarlas (Castañeda et al., 2019). Estos cursos de agua se alimentan de fuentes

naturales y artificiales de precipitaciones y escorrentía, cuando las aguas superficiales fluyen hacia una desembocadura, como un río que desemboca en el océano, acaban llegando a esa masa de agua mayor (Masachessi et al., 2022). Por otra parte, también suele llamársele agua azul porque es vital para todas las formas de vida (Lala & Fernández, 2020). En consecuencia, millones de especies dependen de estas fuentes de agua, ya sea para beber o, en el caso de los organismos acuáticos, para sobrevivir. Los seres humanos aprovechan el agua superficial para regar cultivos, alimentar fábricas, transportar mercancías e incluso hacer funcionar generadores eléctricos (Chán & Peña, 2015).

Asimismo, la calidad del agua utilizada depende en gran medida del lugar de la cuenca de donde se extrae, los cambios estacionales en la escorrentía, así como las precipitaciones y los vertidos accidentales, los cuales pueden tener un impacto sustancial en la calidad del agua de ríos, arroyos y riachuelos. Mientras que los ríos tienden a ser más turbios debido a los sedimentos, los lagos, embalses, estanques y lagunas son a veces bastante claros debido a la presencia de microorganismos (Rodríguez et al., 2016). Los lagos y embalses, al igual que otros tipos de aguas estancadas, envejecen de forma natural durante largos periodos de tiempo. Donde la actividad microbiológica, que está directamente ligada a los niveles de nutrientes en la masa de agua, desempeña un papel en este proceso de envejecimiento y puede verse acelerado por la actividad humana (Fernández & Guardado, 2021).

2.1.5. USO DE AGUAS RECREATIVAS

Alrededor de 2.500 millones de personas no tienen acceso a agua limpia y segura, y muchos niños menores de cinco años de Asia, África y América Latina corren el riesgo de contraer enfermedades diarreicas transmitidas por agua contaminada (Cabezas, 2018). Debido a la expansión de la población y al aumento de la demanda de agua, así como al cambio climático, los suministros de agua anteriormente fiables son cada vez menos seguros, en consecuencia, más de 1,5 millones de niños menores de cinco años mueren cada año por trastornos diarreicos causados por microorganismos patógenos que se

encuentran en fuentes de agua y alimentos contaminados, como las aguas residuales urbanas y las heces de personas y animales enfermos (García, 2022).

En ese orden de ideas, la propagación de contaminantes en el agua podría generarse no sólo por la ingesta directa, sino también por el uso indirecto en el momento de su utilización en la diversión, para evitar la diseminación de enfermedades que amenazan la salud de la comunidad, es crucial que la población tenga acceso a agua limpia y saneamiento básico (Carrasquero et al., 2016). En este contexto, el uso recreativo del agua adquiere un alto valor socioeconómico, mucho más cuando por turismo, millones de visitantes acuden a estos entornos para tomar el sol, vadear, nadar, bucear, navegar, pescar y navegar, entre otras muchas actividades recreativas (Villena, 2018).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA

La calidad del agua es el resultado de sucesos naturales y de acciones humanas, e incluso se podría decir que la calidad del agua está en función del uso del territorio en la región de captación debido a las capacidades del agua como disolvente y su potencial para transportar partículas. Contaminar el agua es introducir sustancias o energía en el suministro de agua que tienen un efecto adverso en el cuerpo acuático y en las formas de uso (Benítez et al., 2016).

Así pues, las propiedades fisicoquímicas del agua determinan que no todas las masas de agua son iguales en cuanto a su utilidad e idoneidad para las actividades y fines humanos. Los parámetros fisicoquímicos que pueden utilizarse para identificar las variaciones composicionales del agua (espaciales y temporales) y determinar su grado de contaminación son las sustancias químicas disueltas y no disueltas (insolubles) que están presentes en el agua y cuyo origen puede ser antropogénico o natural (Chibinda et al., 2017).

Las aguas residuales son muy diferentes de las aguas naturales en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, y pueden tener un grave impacto sobre estas. Las características generales de las aguas residuales españolas son: un pH de 6,8, una

conductividad de 950 S/cm, una concentración de oxígeno disuelto de 1 mg/l, unos sólidos sedimentables de 14 ml/l, unos sólidos en suspensión de 409 mg/l, unos sólidos disueltos de 450 mg/l, una demanda química de oxígeno de 700 mg/l, una demanda biológica de oxígeno de 400 mg/l, un fósforo total de 2.9 mg/l; y nitrógeno total de 61,1 mg/l (Estupiñán et al., 2020). Asimismo, que el agua sea apta o no para un fin concreto depende de su uso previsto; por tanto, la calidad del agua se establece en función del uso previsto; así, un agua se considera contaminada solo si sus cambios afectan. Por ejemplo, las aguas que permiten la vida de los peces pueden no ser aptas para el baño, y un agua apta para el consumo humano puede no serlo para algún tipo de industria. En este sentido, se han establecido otros parámetros fisicoquímicos generales para poder discernir con lo reglamentario como: la temperatura, los sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), la demanda química de oxígeno (DQO), pH, oxígeno disuelto, nitrógeno, nitratos, nitritos, amonio, fosforo, carga contaminante (Terneus & Yáñez, 2018).

Conductividad eléctrica

Los iones elementales (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , fosfatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos) son responsables de la conductividad eléctrica del agua; estos iones se encuentran con mayor frecuencia en las aguas saladas y, en menor medida, en los procesos de lixiviación. Además, utilizando un factor de conversión, la conductividad puede considerarse un sustituto de los sólidos disueltos. La corrosividad aumenta en las aguas de alta conductividad (Chibinda et al., 2017; Sandoval, 2021).

Temperatura

Es un indicador clave de la calidad del agua, se cuantifica en términos de la energía cinética media de las moléculas de agua (en grados Celsius o Fahrenheit) y afecta a las propiedades químicas y a las funciones de los organismos acuáticos. Según Sandoval (2021), la temperatura influye en la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua, la tasa de fotosíntesis de las algas y otras plantas acuáticas, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y el ozono disuelto.

Anualmente, la temperatura de las aguas residuales varía entre 10 y 21 °C, siendo 15,6 °C la temperatura de referencia. Como la solubilidad del oxígeno disuelto disminuye con el aumento de la temperatura, esto tiene una influencia perjudicial en las aguas receptoras, dañando su flora y fauna y estimulando el crecimiento de algas, hongos y otros (Chibinda et al., 2017).

Sólidos totales disueltos

Los fluidos pueden incluir sólidos orgánicos e inorgánicos. La dispersión de la luz (efecto Tyndall) provoca la turbidez de las partículas sedimentables y los sólidos en suspensión. "Sólidos totales" (ST) se refiere a todos los sólidos, ya sean partículas sedimentables, sólidos suspendidos o compuestos solubilizados. El total de partículas suspendidas en un cuerpo de agua es un indicador de la erosión de aguas arriba y se utiliza para calcular las tasas de retribución y construir instalaciones de tratamiento de aguas residuales. En los sólidos disueltos totales dominan los aniones K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y Na^+ y las sales inorgánicas (TDS). La filtración y la evaporación se emplean para calcular la concentración (Sandoval, 2021).

Transparencia

Las aguas de aspecto acuoso se crean por la suspensión de sedimentos por fuertes vientos, corrientes o fuentes externas. Es típico descubrir sistemas con aguas turbias verdosas dominadas por diminutos organismos fotosintéticos; esto se debe a la erosión en la cuenca de drenaje o al vertido de efluentes, que restringe la visibilidad de la luz en el recurso hídrico y la capacidad de vida de ciertos grupos biológicos (fitoplancton). Las sustancias químicas húmicas disueltas procedentes de la descomposición de la biomasa vegetal dan a los arroyos naturales un tinte amarillo pardo y un aspecto claro (sistemas denominados distróficos) (Mendoza, 2018).

2.2.2. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA

Potencial de hidrógeno (pH)

Dado que todos los organismos vivos tienen un rango de tolerancia de pH, la medición de la acidez puede servir para descubrir signos de vida. La temperatura afecta a los valores

de pH. Las aguas naturales no contaminadas tienen rangos de pH entre 5 y 9. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6,0 y 8,5. El pH del agua natural se rige por la fotosíntesis y la respiración de los microorganismos acuáticos y el equilibrio del sistema de carbono, inducido por la disolución del CO_2 en el agua y los carbonatos de las rocas (Mendoza, 2018).

Sulfatos

Las aguas superficiales incluyen a veces trazas de sulfatos, pero no lo suficiente como para constituir un problema de calidad. La disolución del yeso (CaSO_4), la oxidación bacteriana de los sulfuros, la oxidación de los sulfitos minerales, la descomposición de la materia orgánica, las operaciones de minería y fundición, las emisiones de las industrias de la pulpa, el papel y el textil, y los procesos industriales en los que intervienen el ácido sulfúrico y los sulfatos contribuyen a la presencia de este anión en los suministros de agua. Los sulfatos de calcio y magnesio endurecen el agua. El sabor áspero del magnesio hace que el agua con alto contenido en sulfatos sea laxante. Los clientes que no están acostumbrados a beber esta agua son más susceptibles (Chibinda et al., 2017).

Nitratos (NO_3)

Es un contaminante común que es perjudicial en grandes dosis; es inodoro e incoloro y las concentraciones bajas son normales, pero las altas son contaminantes; en las aguas dulces no afectadas por las actividades humanas, las concentraciones de nitrato suelen ser inferiores a 2 mg/l; los aportes comunes son los fertilizantes, el estiércol y las aguas residuales. El nitrato (NO_3), resultado de la nitrificación, es tóxico para los seres humanos pero no ofrece ningún daño a los peces de piscifactoría y otras especies acuáticas. Las aguas residuales incluyen nitrato, la forma más oxidada del nitrógeno; su creciente prevalencia en las aguas de los acuíferos es preocupante, ya que puede contaminar el agua potable y causar metahemoglobinemia en los recién nacidos y cáncer (Chibinda et al., 2017).

2.2.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

Coliformes termotolerantes

Debido a su origen, pocos coliformes termotolerantes (CT) sirven como marcadores de calidad. Los más comunes son *E. coli*, *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estos últimos coliformes termotolerantes suelen ser ambientales, no humanos (se originan en el agua, las plantas o los suelos). Algunos investigadores sugieren renombrar las bacterias de las heces como "coliformes termotolerantes" (Sandoval, 2021).

2.3. MARCO NORMATIVO

La estructura de regulación de la calidad del agua en el Perú está controlada por los Ministerios del Ambiente y de Salud y codificada en el artículo 33° número 1 de la Ley N° 28611 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, 2017). Este documento establece las normas de calidad del agua y los límites máximos aceptables para los sectores en cuestión.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumple con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los parámetros físicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumplen con los parámetros del Estándar de calidad ambiental (ECA) de agua establecidos para uso recreativo.

Los parámetros químicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumplen con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.

Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumplen con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en la laguna confinada conocida como Bahía de los Incas, que se encuentra ubicada en la bahía interior de Puno, en la provincia de Puno, región Puno de Perú, a una altitud 3821 msnm, en las coordenadas 15°50'4.51"S latitud y 70°0'58.92"O Longitud. Asimismo, la laguna tiene una extensión aproximada de 17 hectáreas que está abierta al uso recreativo (deportes náuticos, paseos en bote, etc.) de los lugareños y los visitantes. Véase el anexo 3



Figura 01: Ubicación del área de estudio.

Fuente: Google maps.

3.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

De acuerdo con Hernández et al., (2014) la población corresponde al total de los sujetos, medidas u objetos que poseen características similares en un momento o lugar en específico. Para este estudio la población estuvo conformada por el cuerpo de agua de la Laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca.

3.2.2. MUESTRA

Por otra parte, la muestra es considerada un subconjunto de elementos que corresponden al conjunto definido como población (Hernández et al., 2014). Para el siguiente estudio la muestra seleccionada fue no probabilística por conveniencia, considerando 4 puntos dentro de la población como puntos de muestreo en la laguna confinada, y que representan a tres efluentes que ingresan a la laguna; desde el Barrio Porteño, Barrio Bella Vista, Barrio Vallecito, además, de otro punto ubicado cerca del Mini

Puerto Mirador, así mismo estas muestras se tomaron en tres fechas diferentes (véase figura 2).



Figura 02: Ubicación de puntos en el área de estudio.

Fuente: Google maps.

Por otra parte, como se observa en la tabla 1, por cada punto se tomaron una muestra (a una profundidad de 30 cm), tanto para el análisis fisicoquímico y como para el análisis microbiológico, además, se recolectarán entre las 8:00 - 10:00 am, en tres fechas establecidas por el investigador, representando un total de 12 muestras para el análisis. Véase el anexo 3.

Tabla 01: Coordenadas de muestreo de los puntos seleccionados.

Punto	Coordenadas		Cantidad de muestras por punto		
	Latitud	Longitud	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3
L-BINC-01	15°49'51.09"S	70° 0'59.93"O	1 muestras	1 muestras	1 muestras
L-BINC-02	15°49'55.47"S	70° 1'1.88"O	1 muestras	1 muestras	1 muestras
L-BINC-03	15°50'0.71"S	70° 1'2.13"O	1 muestras	1 muestras	1 muestras
L-BINC-04	15°50'5.68"S	70° 0'59.25"O	1 muestras	1 muestras	1 muestras
TOTAL			12	muestras	

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio fue de tipo descriptivo porque busca describir los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos enfocándose en observar y registrar la presencia, características o distribución de un fenómeno dentro de una población en un punto específico del tiempo (Verdejo et al., 2008). Para lo cual se utilizó la observación, la descripción y la medición en campo de las muestras representativas de cada punto de la población.

Para esta investigación se hizo la evaluación de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas de Puno.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño utilizado fue no experimental, de corte longitudinal, puesto que en ningún momento se manipularon las variables (muestras de agua tal como se encuentra en la laguna confinada) y la información fue recopilada en diferentes intervalos de tiempo determinado (tres fechas) durante el estudio (Hernández et al., 2014).

3.5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Los métodos se basaron en la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales.

3.6. MATERIALES Y/O EQUIPOS

Los materiales y equipos utilizados para la obtención de información en campo, laboratorio y procesamiento de datos en el presente proyecto de investigación son los siguientes (Véase el anexo 4):

Tabla 02: Materiales y/o insumos

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
01	Balde de tamaño mediano	02
02	Recipiente de plástico de 500 ml	24
03	Recipiente de plástico de 250 ml	24
04	Recipiente de Vidrio de 500 ml	12
05	Cuerda de 1 m	2
06	plumón indeleble	2
07	Tabla de apuntes	1
08	Cooler	1
09	Papel film	1
10	Cinta métrica	1
11	Guantes de nitrilo	3
12	Mandil	1
13	Alcohol 1 L	2
14	Rótulos	50
15	Cinta de embalaje	2

16	Agua destilada 1 L	2
17	Ice Pack	6

Tabla 03: Equipos

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
01	Disco Secchi	1
02	Multiparámetro HANNA	1
03	GPS GARMIN	1
04	Conductímetro HANNA	1
05	pH metro BDJK	1

3.7. PROCEDIMIENTO

a) Identificación de los puntos de muestreo

Primero se identificó el punto de muestreo y se georreferenció con el GPS Garmin, este procedimiento se repitió con todos los puntos de muestreo, cada punto tuvo su punto referencial. Así mismo para la medición de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se utilizaron equipos para cada parámetro con la finalidad de obtener datos exactos. (véase el anexo 3).

b) Determinación de los parámetros Físicoquímicos y microbiológicos

A través del uso de una embarcación recreativa en la Laguna Confinada Bahía de los Incas, se procedió a realizar el monitoreo y recolección de las muestras *in situ* punto por punto, fundamentado en la Resolución Jefatural N°010-2016 ANA del protocolo nacional para monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Asimismo, para la comparación de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos se tomó en consideración la resolución ministerial N°015-2015-MINAM, para los estándares de

calidad ambiental para el agua en el margen recreacional. Adicionalmente, también se considerará el Decreto Supremo N°004-2017 en sus disposiciones complementarias para los estándares de calidad ambiental del agua. Véase el anexo 15.

Para la medición *in situ* de algunos parámetros físicos como: conductividad, temperatura, sólidos totales, se utilizó un conductímetro HANNA y un multiparámetro HANNA, mientras que la medición del parámetro transparencia se realizó con el método del Disco Secchi.

Por otra parte, la medición del parámetro químico pH se realizó *in situ*, utilizando un pH-metro.

Asimismo, se tomaron muestras agua para análisis de sulfatos y nitratos. De forma similar, se tomaron muestras para determinar parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes, los cuales fueron analizados en laboratorio.

c) Procedimiento para formulación de una propuesta de mitigación de fuentes de contaminación

Después de realizar el análisis documental correspondiente y el trabajo de campo para la recolección de muestras, se procedió a desarrollar el informe final, donde se presentaron propuestas técnicas para un plan de recuperación de la Laguna confinada Bahía de los Incas, en conformidad con los resultados derivados del análisis realizado a las muestras.

Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- Realizar el análisis y procesamiento de la información de las muestras *in situ* y en el laboratorio.
- Interpretar los resultados obtenidos del análisis de las muestras.
- Finalmente, proponer un plan de recuperación de la zona estudiada (Laguna Confinada Bahía de los Incas).

Por otra parte, es importante señalar que los análisis de calidad del agua de la zona de estudio deberán cumplir con los valores establecidos en las Normativa Nacional de Calidad Ambiental del agua, acreditada por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, correspondiente a la Categoría 1 sobre "Poblacional y recreacional", subcategoría B – Aguas superficiales destinadas para recreación.

3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 04: Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Calidad del agua	Características físicas	- Conductividad eléctrica	μS/cm
		- Sólidos totales	mg/L
	Características químicas	- pH	--
		- Sulfatos	mg/L
		- Nitratos	mg/L
Aguas superficiales de la laguna confinada	Características microbiológicas	- Coliformes termotolerantes	
		- Recurso hidrobiológico	
		- Actividades recreativas	
		- Deportes acuáticos	
	Actividades identificadas en el área de estudio	- Agua potable	

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas ubicada en Puno, Perú, a 3821 msnm abarcando 17 hectáreas destinadas a actividades recreativas. Se estudió la calidad del agua de la laguna mediante un enfoque descriptivo y no experimental, utilizando muestreos no probabilísticos por conveniencia en cuatro puntos de la laguna, en tres fechas distintas. Se recolectaron doce muestras para el análisis fisicoquímico y microbiológico, haciendo un total de doce muestras.

Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron: conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales, transparencia (medida con disco Secchi), pH, sulfatos y nitratos. El parámetro microbiológico fue coliformes termotolerantes. Los análisis se realizaron in situ y en laboratorio, siguiendo el Protocolo Nacional para Monitoreo de Recursos Hídricos Superficiales.

Los resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua para fines recreativos según la legislación peruana. Finalmente, en base a los resultados, se plantearon propuestas técnicas para un plan de recuperación de la calidad de la laguna. Con relación a las características climatológicas, en abril el clima estaba despejado, con oleaje y vientos moderados, presencia de algas. En mayo hubo oleaje moderado, clima templado y vientos moderados. En junio se observó presencia de algas, cielo despejado, oleaje leve y vientos moderados.

En cuanto a los meses y horarios de obtención de las muestras, en abril, el muestreo inició a las 9:52 am en el punto L-BINC-01 , finalizando a las 10:17 am en el punto

L-BINC-04. Las coordenadas de los puntos se mantuvieron igual en los 3 meses. En mayo, el muestreo comenzó antes que en abril, empezando a las 8:40 am en L-BINC-01 y terminando a las 9:25 am en L-BINC-04. Finalmente, en junio el horario de muestreo fluctuó entre las 9:31 am en el punto L-BINC-01 y las 10:15 am en el punto L-BINC-04, con un intervalo intermedio entre puntos similar al de abril.

Las características climatológicas, franja temporal y ubicaciones de los puntos de muestreo del agua, permitió llevar un control sobre el trabajo de campo realizado en la laguna en los 3 meses de estudio.

Parámetros físicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo

En la tabla 5, 6 y 7 asimismo en las figuras 3, 4 y 5 muestran los resultados obtenidos en los 4 puntos de muestreo en la Bahía confinada, estos resultados se muestran en tablas y gráficos para cada mes (abril, mayo y junio):

En abril, la temperatura fue igual en los 4 puntos: 5.1°C. La conductividad varió entre 931 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (L-BINC-01) y 972 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (L-BINC-04). Los sólidos totales fueron entre 474 mg/L (L-BINC-03) y 496 mg/L (L-BINC-04). La transparencia estuvo entre 98 cm (L-BINC-01) y 85 cm (L-BINC-04).

Tabla 05: Datos obtenidos de los parámetros físicos - abril.

Abril					
Parámetros físicos	Unidad	Numero de muestreos			
	de	P1	P2	P3	P4
	medid	L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-0
	a	1	2	3	4
Temperatura	°C	5.1	5.1	5.1	5.1
Conductividad eléctrica	µS/cm	931	934	945	972
Solidos totales disueltos (STD)	mg/L	481	478	474	496
Transparencia total	cm	98	92	88	85

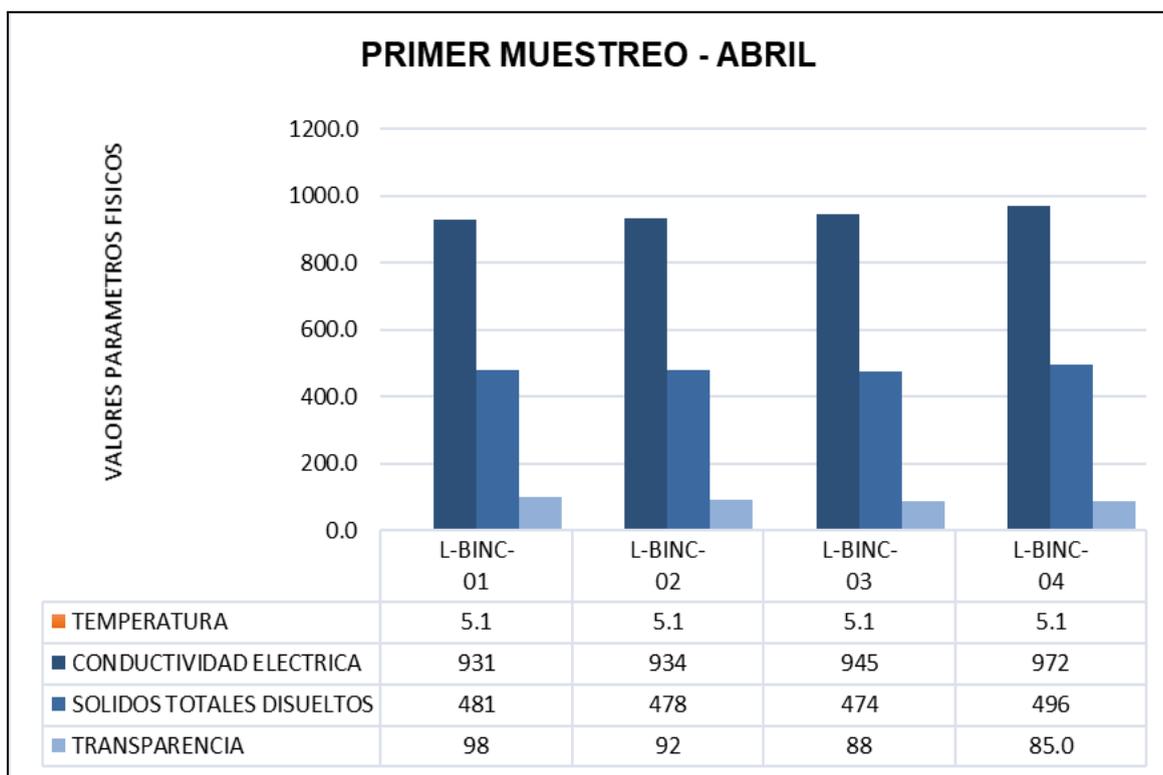


Figura 03: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – abril

En mayo, la temperatura fue igual en todos los puntos: 2.3°C. La conductividad aumentó con respecto a abril, variando entre 1080 $\mu\text{S/cm}$ en L-BINC-01 y 1086 $\mu\text{S/cm}$ L-BINC-04. Los sólidos totales también aumentaron, entre 560 mg/L (L-BINC-02 y L-BINC-03) y 565 mg/L (L-BINC-01 y L-BINC-04). La transparencia disminuyó levemente entre 96 cm (L-BINC-01) y 84 cm (L-BINC-04).

Tabla 06: Datos obtenidos de los parámetros físicos - mayo.

Mayo					
Parámetros físicos	Unidad	Número de muestreos			
	de medid a	P1 L-BINC-0 1	P2 L-BINC-0 2	P3 L-BINC-0 3	P4 L-BINC-0 4
Temperatura	°C	2.3	2.3	2.3	2.3
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	1080	1081	1081	1086
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	565	560	560	565
Transparencia total	cm	96	91	89	84

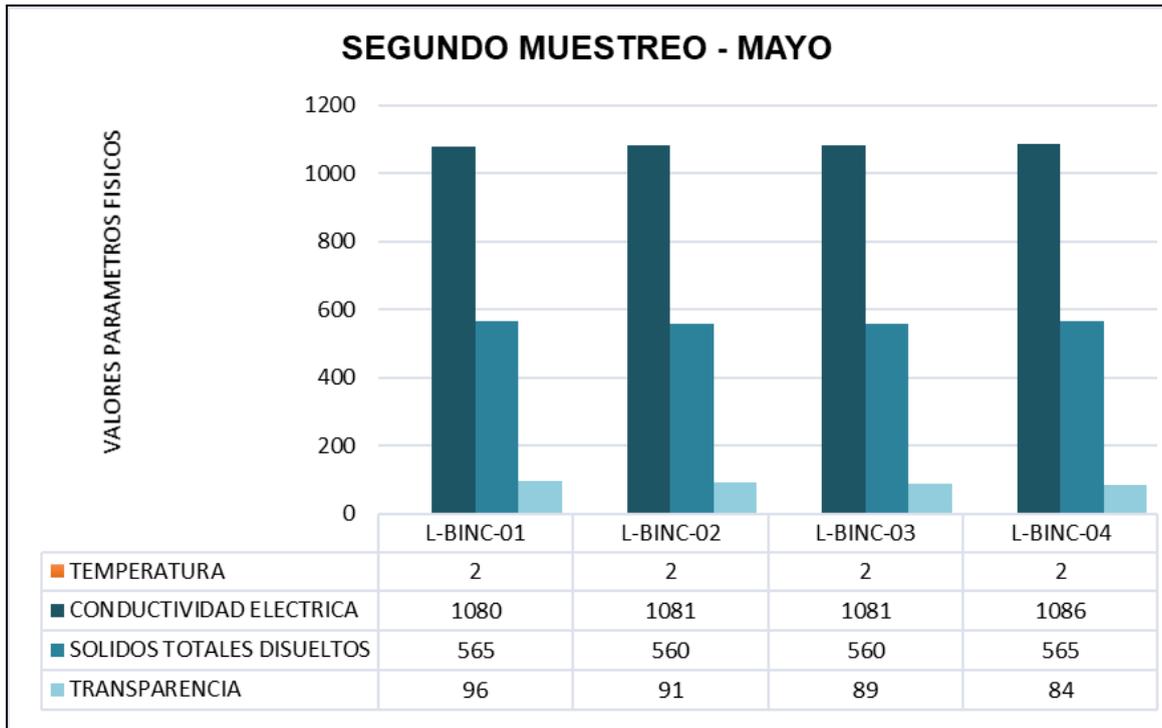


Figura 04: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – mayo.

En junio se registró un alza en todos los valores respecto a mayo. La temperatura se igualó en 5.4°C. La conductividad varió entre 1259 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (L-BINC-03) y 1275 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (L-BINC-04). Los sólidos totales fueron entre 632 mg/L (L-BINC-03) y 642 mg/L (L-BINC-04). Finalmente, la transparencia estuvo entre 97 cm (L-BINC-01) y 86 cm (L-BINC-04).

Tabla 07: Datos obtenidos de los parámetros físicos - Junio.

Junio				
Parámetros físicos	Número de muestreos			
	P1	P2	P3	P4
	L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-04
	1	2	3	
Temperatura	5.4	5.4	5.4	5.4
Conductividad eléctrica	1265	1261	1259	1275
Sólidos totales disueltos (STD)	638	634	632	642
Transparencia total	97	91	90	86

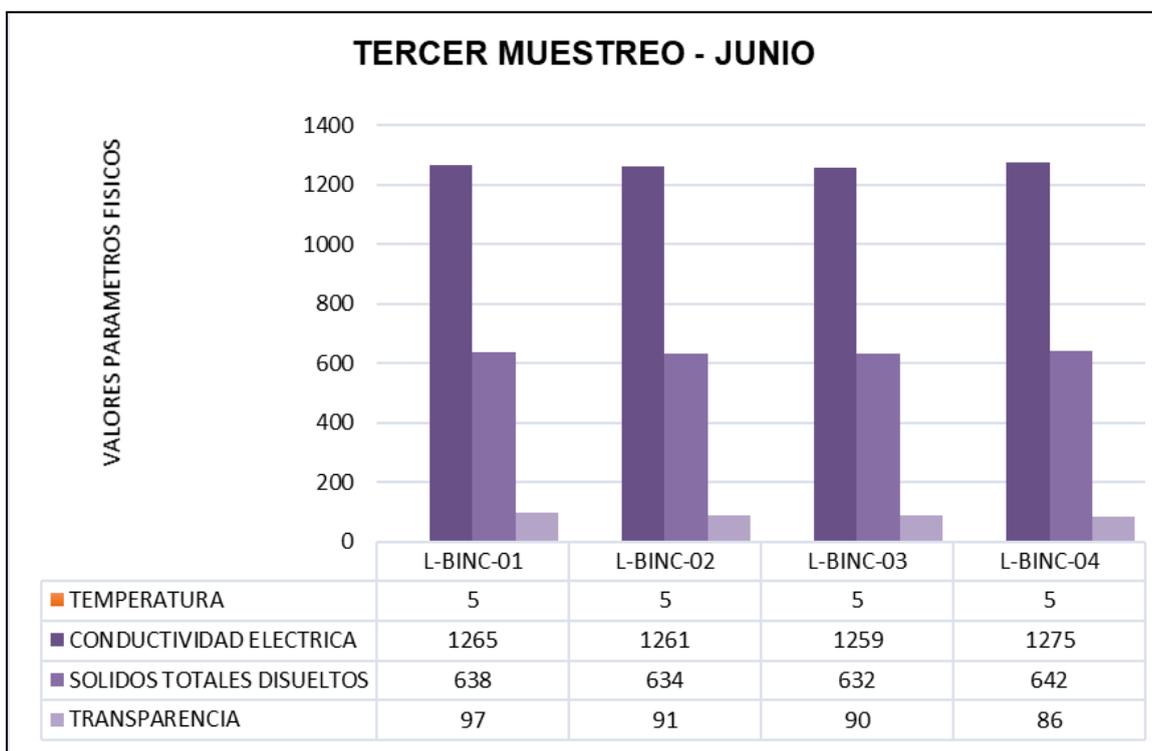


Figura 05: Valores de los parámetros físicos en la bahía confinada – junio.

Los hallazgos sugieren que los parámetros físicos aumentaron con el paso de los meses, siendo junio donde se registraron los valores más altos de conductividad, sólidos totales y temperatura. La transparencia fue disminuyendo levemente en el periodo de estudio.

Parámetros químicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo

En la tabla 8, 9 y 10 asimismo en las figuras 6, 7 y 8, se muestran los resultados de los parámetros químicos del agua, específicamente pH, sulfatos (expresados en mg/L) y nitratos (en mg/L), medidos en 4 puntos de muestreo (P1-P4) de la Laguna Confinada Bahía de los Incas (L-BINC), durante los meses de abril, mayo y junio.

En abril, el pH varió entre 9.0 en P1 y P2, y 8.7 en P4, indicando condiciones alcalinas del agua. Los sulfatos fluctuaron entre 109.49 mg/L (P2) y 112.13 mg/L (P4). Los nitratos oscilaron entre 0.37 mg/L (P2 y P3) y 0.39 mg/L (P4).

Tabla 08: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Abril.

Abril					
Parámetro químico	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1 L-BINC-01	P2 L-BINC-02	P3 L-BINC-03	P4 L-BINC-04
pH	-	9.0	9.0	8.9	8.7
Sulfatos	mg/L	109.57	109.49	110.64	112.13
Nitratos	mg/L	0.38	0.37	0.37	0.39

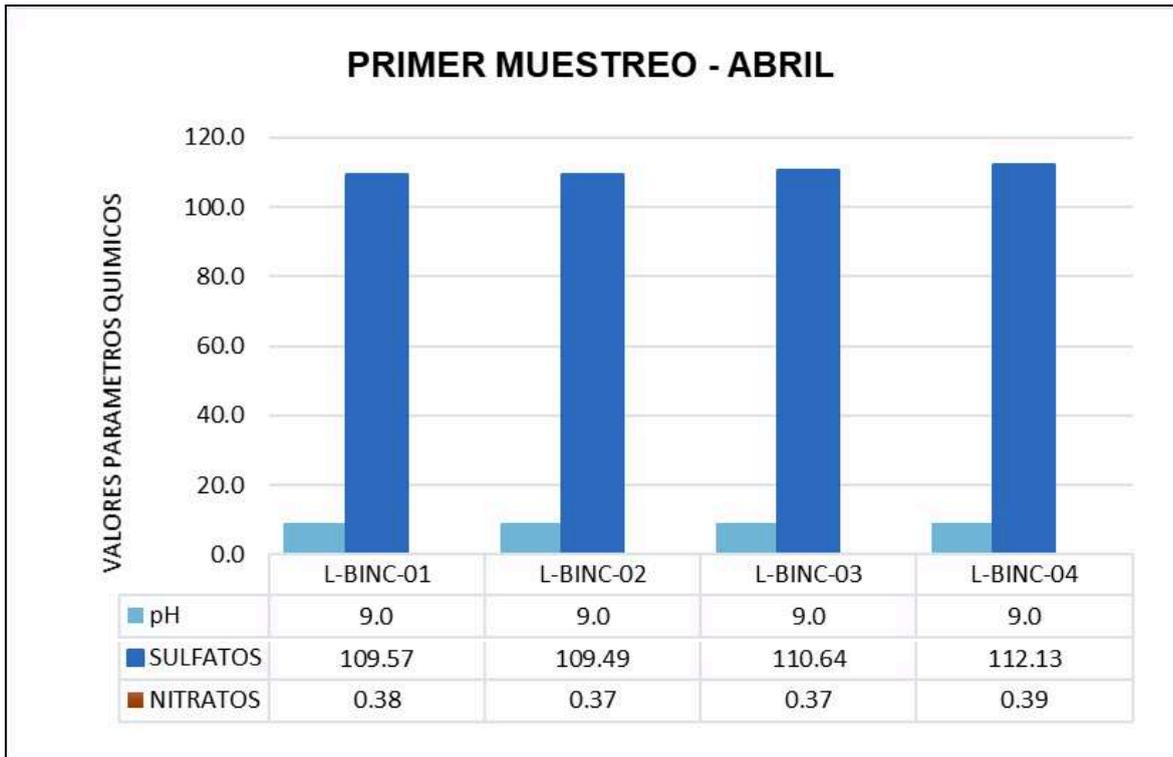


Figura 06: Valores de los parámetros químicos en la bahía confinada – abril.

En mayo el pH descendió a 7.5 en los 4 puntos de muestreo, correspondiendo a condiciones neutras. Los sulfatos disminuyeron respecto a abril, variando entre 107.34 mg/L (P3) y 108.99 mg/L (P4). Los nitratos estuvieron por debajo del límite de detección del método analítico (<0.10 mg/L) en los 4 sitios.

Tabla 09: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Mayo.

Mayo					
Parámetro químico	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1 L-BINC-01	P2 L-BINC-02	P3 L-BINC-03	P4 L-BINC-04
pH	-	7.5	7.5	7.5	7.5
Sulfatos	mg/L	108.5	107.5	107.34	108.99
Nitratos	mg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

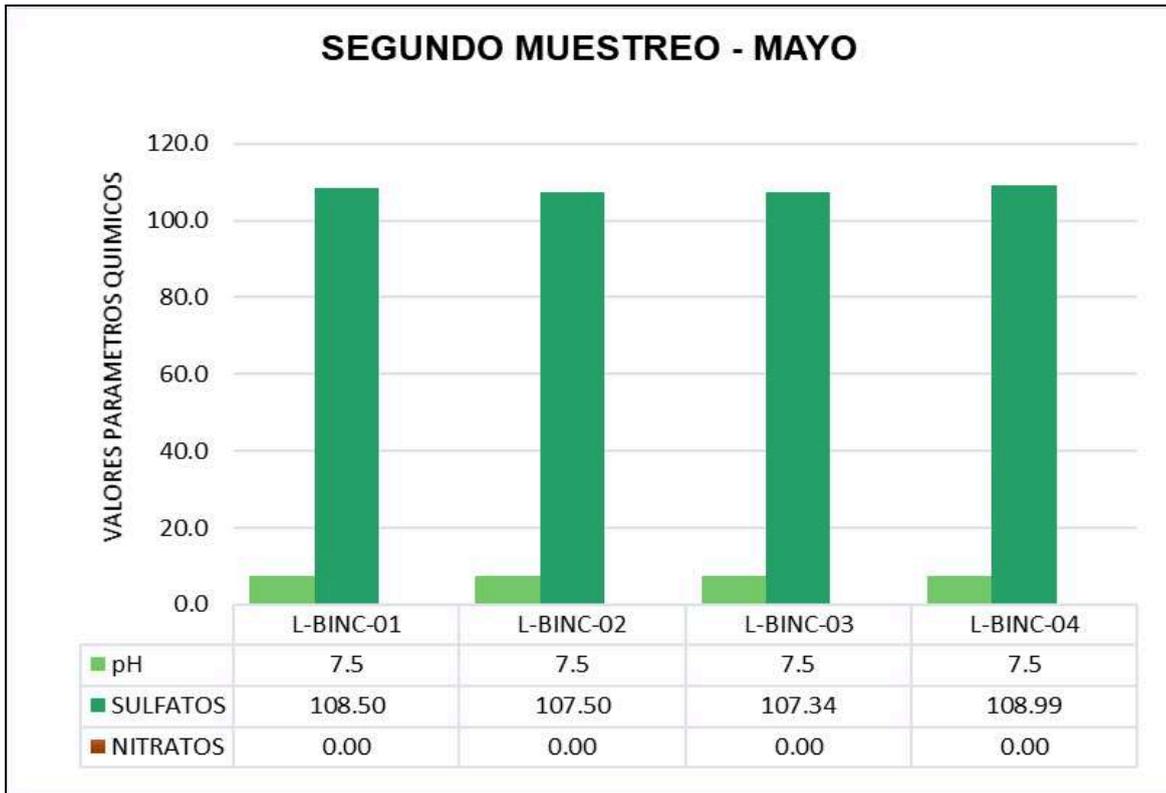


Figura 07: Valores de los parámetros químicos en la bahía continuada – Mayo

Finalmente, en junio el pH aumentó levemente entre 7.8 (P4) y 8.1 (P1), aunque sin alcanzar los niveles de alcalinidad de abril. Los sulfatos se incrementaron, fluctuando entre 132.22 mg/L (P3) y 138.6 mg/L (P4). Los nitratos también aumentaron, oscilando entre 0.29 mg/L (P1) y 0.4 mg/L (P4).

Tabla 10: Datos obtenidos de los parámetros químicos - Junio.

Junio					
Parámetro químico	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1 L-BINC-01	P2 L-BINC-02	P3 L-BINC-03	P4 L-BINC-04
pH	-	8.1	8.0	8.0	7.8
Sulfatos	mg/L	135.7	132.81	132.22	138.6
Nitratos	mg/L	0.29	0.32	0.3	0.4

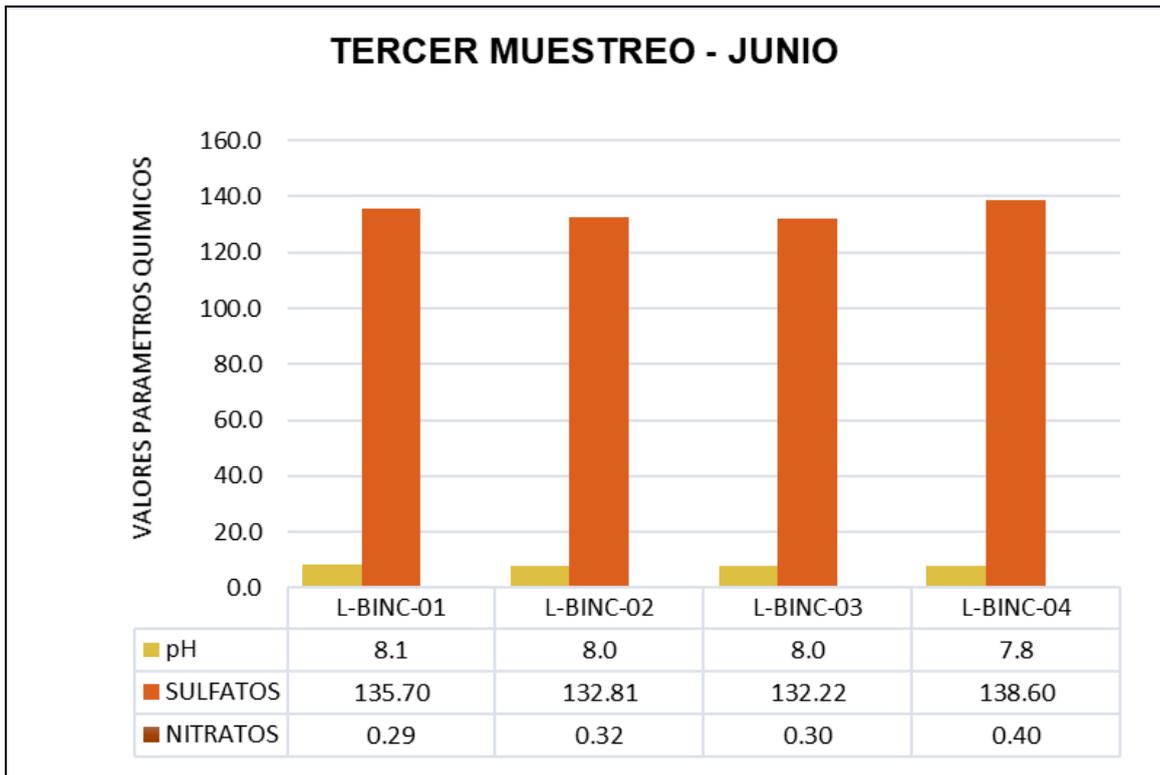


Figura 08: Datos obtenidos de los parámetros químicos - junio.

Los hallazgos mostraron que el pH y los sulfatos presentaron variaciones entre meses, mientras que los nitratos descendieron a niveles indetectables en mayo para luego volver a aumentar en junio. El punto P4 registró los valores más altos de sulfatos y nitratos en los últimos 3 meses.

Parámetros microbiológicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo.

La tabla 11, 12 y 13 y figura 9 se muestran los resultados de la medición de coliformes termotolerantes o fecales (expresados como NMP/100mL) en los 4 puntos de muestreo (P1-P4) de la Laguna Confinada Bahía de los Incas (L-BINC), durante abril, mayo y junio. En abril, el recuento de coliformes termotolerantes fue menor a 1.8 NMP/100mL en P1, mientras que en P2 fue de 23 NMP/100mL, en P3 de 7.8 NMP/100mL y en P4 de 33 NMP/100mL.

Tabla 11: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos - Abril

Abril					
Parámetro microbiológico	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1	P2	P3	P4
		L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-0	L-BINC-0
		1	2	3	04
Numeración de Conformes	NMP/100	<1.8	23	7.8	33
Termotolerantes o Fecales	mL				

En mayo, los valores se incrementaron considerablemente en todos los puntos con respecto a abril, fluctuando entre 33 NMP/100mL en P2 y 460 NMP/100mL en P3.

Tabla 12: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos - Mayo.

Mayo					
Parámetro microbiológico	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1	P2	P3	P4
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04
		01	2	3	4
Numeración de Conformes	NMP/100	79	33	460	130
Termotolerantes o Fecales	mL				

Finalmente, en junio los conteos disminuyeron en relación a mayo aunque se mantuvieron elevados, variando entre 70 NMP/100mL para P1 y 220 NMP/100mL para P4.

Tabla 13. Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos - Junio.

Parámetro microbiológico	Junio

	Unidad de medida	Número de muestreos			
		P1	P2	P3	P4
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04
		01	2	3	4
Numeración de Conformes	NMP/100	70	140	94	220
Termotolerantes o Fecales	mL				

Los hallazgos sugieren que la presencia de coliformes termotolerantes en la laguna confinada evidenció una tendencia creciente de abril a mayo, para luego mostrar una leve reducción en junio, lo cual podría indicar contaminación de origen fecal, representando un riesgo para el uso recreacional de estas aguas. El punto P3 registró el pico más alto de contaminación en mayo. Véase la figura 9.

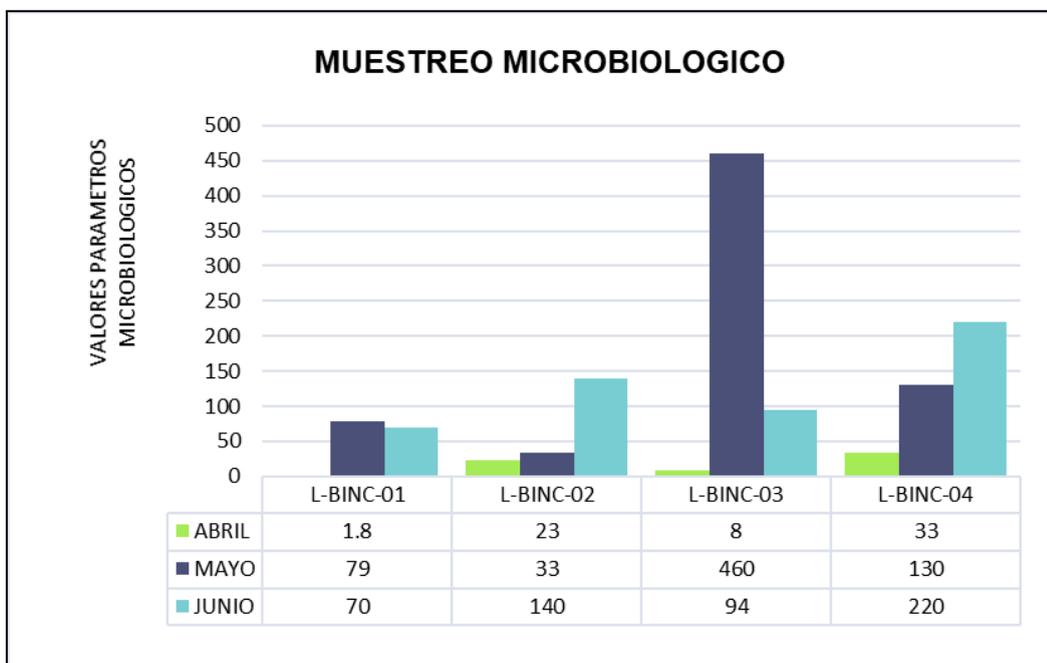


Figura 09: Datos obtenidos de los parámetros microbiológicos.

Resumiendo, el Análisis de los Parámetros Físicos, durante el mes de abril, los valores de temperatura en los puntos de muestreo (P1 al P4) fue 5.1 °C, cumpliendo con los estándares establecidos por la normativa nacional para la categoría 1 de aguas destinadas para recreación. La conductividad eléctrica se mantuvo dentro de los límites

aceptables, con valores que variaron de 931 a 972 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los sólidos totales disueltos (STD) se encontraron en el rango de 474 a 496 mg/L, mientras que la transparencia total fluctuó entre 98 y 85 cm, satisfaciendo las condiciones requeridas para la recreación.

En mayo, los parámetros físicos continuaron cumpliendo con las normativas. La temperatura fue de 2.3 °C en los 4 puntos, la conductividad eléctrica se mantuvo entre 1080 y 1086 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los STD oscilaron de 560 a 565 mg/L, y la transparencia total estuvo en el rango de 84 a 96 cm.

En junio, se observaron resultados similares, con temperaturas de 5.4°C en todos los puntos, conductividad eléctrica de 945 a 1275 $\mu\text{S}/\text{cm}$, STD de 632 a 642 mg/L, y transparencia total de 86 a 97 cm. Estos datos indican condiciones físicas estables y propicias para actividades recreativas.

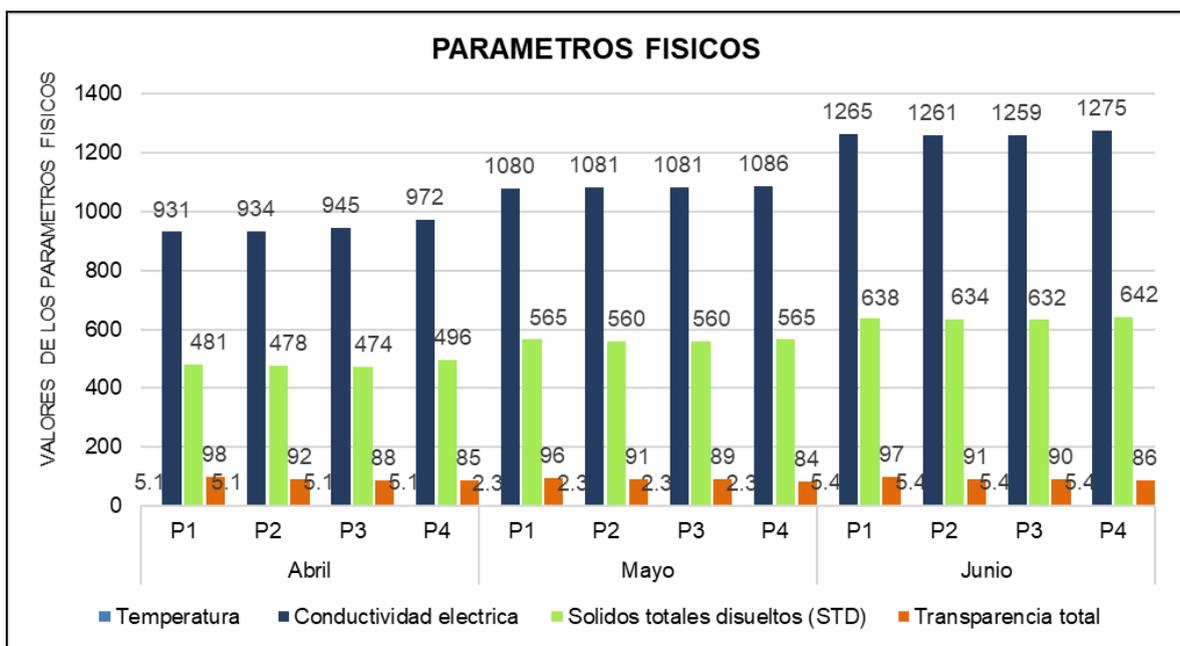


Figura 10: Consolidado de Parámetros físicos.

En cuanto al Análisis de los Parámetros Químicos, en abril, el pH se mantuvo en un rango aceptable de 8.7 a 9.0, cumpliendo con la normativa. Los sulfatos estuvieron dentro de los límites establecidos, variando de 109.49 a 112.13 mg/L. Los nitratos se detectaron en concentraciones mínimas, con valores inferiores a 0.39 mg/L.

En mayo, se mantuvo la adecuación a las normas, con valores de pH de 7.5 . Los sulfatos fluctuaron de 107.34 a 108.99 mg/L, mientras que los nitratos siguieron registrando niveles bajos, por debajo de 0.1 mg/L.

En junio, los parámetros químicos continuaron cumpliendo con los estándares. El pH varió de 7.8 a 8.1, los sulfatos oscilaron entre 132.22 y 138.60 mg/L, y los nitratos se mantuvieron en concentraciones mínimas, inferiores a 0.4 mg/L.

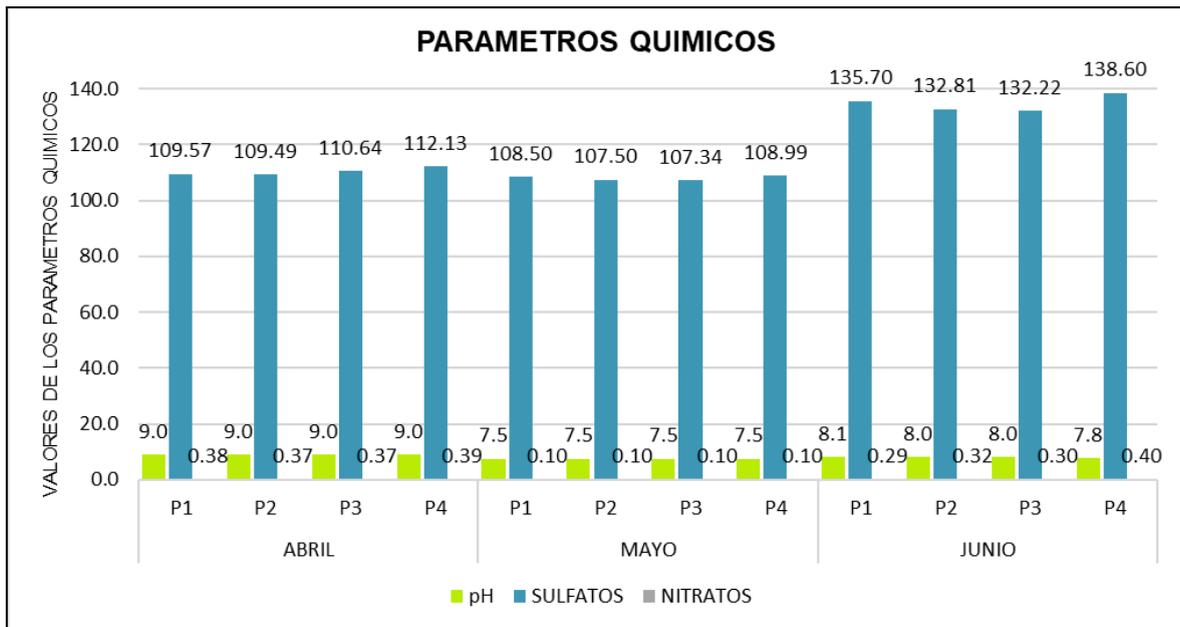


Figura 11: Consolidado de Parámetros químicos.

En cuanto al análisis de los Parámetros Microbiológicos, durante abril, los recuentos de coliformes termotolerantes o fecales se mantuvieron bajos, con valores inferiores a 33 NMP/100mL, indicando condiciones microbiológicas aceptables para la recreación.

En mayo, se observó un aumento leve en los recuentos, pero aún dentro de niveles adecuados, con valores que variaron entre 33 y 460 NMP/100mL. En junio, se registró una variabilidad en los recuentos, con valores de 70 a 220 NMP/100mL. Aunque algunos puntos mostraron incrementos, los resultados se mantuvieron dentro de los límites permitidos para la categoría 1 de aguas recreativas.

Los hallazgos evidencian que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la laguna Bahía de los Incas durante los meses de abril, mayo y junio cumplen con los estándares establecidos por la Normativa Nacional de Calidad Ambiental del agua. Estos

resultados respaldan la idoneidad de la laguna para actividades recreativas, destacando su aptitud para el uso previsto en el estudio. Véase la tabla 14.

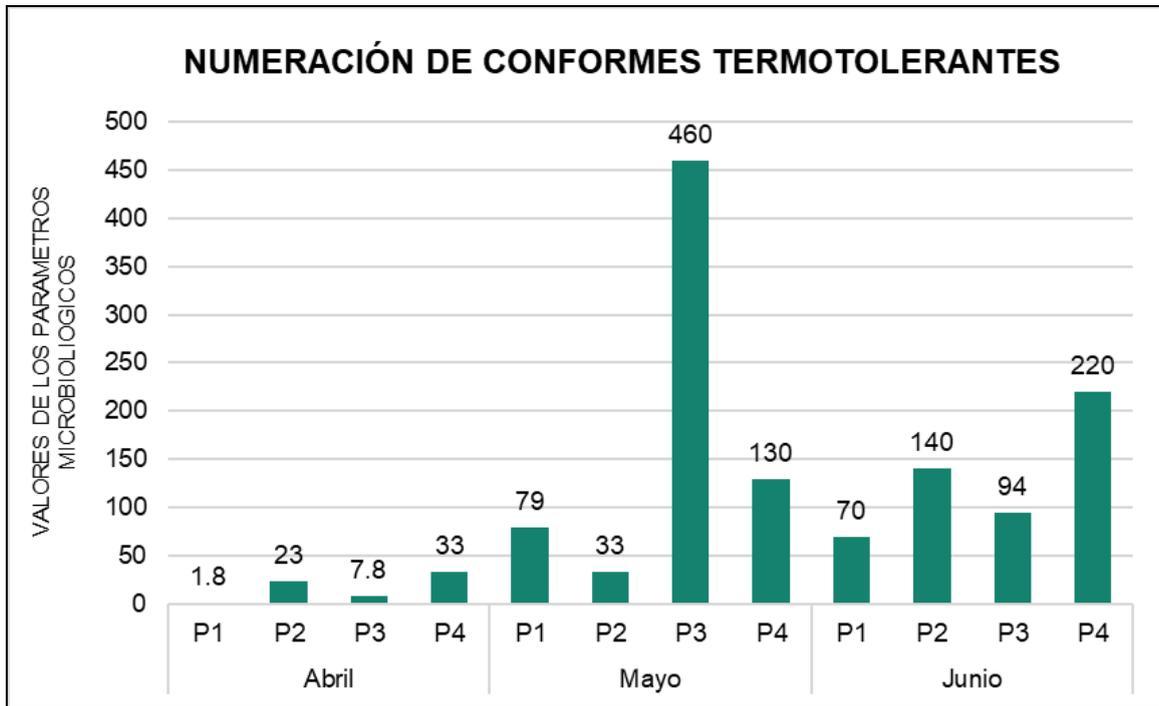


Figura 12: Consolidado de Parámetros microbiológicos.

Tabla 14: Resumen de los ECA de los parámetros bajo estudio de las muestras de agua según la normativa del MINAM.

Características	Parámetros	Unidades	Categoría 1
Físicas	Conductividad eléctrica	uS/cm	<1500
	Temperatura	°C	Δ 3
	Sólidos totales	mg/L	<1000
	Transparencia	m	>1.5
	pH	-	6.0 – 9.0
Químicas	Sulfatos	mg/L	<250
	Nitratos	mg/L	<10
Microbiológicas	Numeración de Conformes	NMP/100ml	<200
	Termotolerantes o Fecales		

Hipótesis

Hipótesis específica 1

De acuerdo a los datos de la figura 10, comparando estos resultados con los criterios de calidad para uso recreativo de la normativa nacional (ECA categoría 1 subcategoría B), se observa que la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y transparencia cumplen con los valores límites permisibles. (véase la tabla 14).

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE ACEPTA la hipótesis nula de que los parámetros físicos de calidad de agua de la Laguna Bahía de los Incas del lago Titicaca si cumplen con los estándares establecidos en el ECA para aguas de uso recreativo en todos los puntos y periodos monitoreados.

Hipótesis específica 2

De acuerdo a los datos de la figura 11, comparando estos resultados con los criterios de calidad para uso recreativo de la normativa nacional (Véase la tabla 14) se tiene:

- **pH:** El rango permisible es de 6 a 9. En abril los valores estuvieron entre 8.7 y 9, estando al límite. En mayo y junio cumplieron al estar entre 7.5 y 8.1.
- **Sulfatos:** El límite es <250 mg/L. Los valores reportados en la laguna variaron entre 107.34 y 138.6 mg/L, por debajo del máximo normativo.
- **Nitratos:** La norma fija un valor de <10 mg/L. Las concentraciones registradas fueron inferiores a 0.4 mg/L, cumpliendo holgadamente.

Con estos datos, se confirma que el pH se encontró dentro de los límites permisible según la norma de calidad ambiental. Los sulfatos y nitratos cumplieron en todos los casos con los criterios normativos.

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE ACEPTA la hipótesis nula de que los parámetros químicos de calidad de agua de la Laguna Bahía de los Incas del lago Titicaca si cumplen con los estándares establecidos en el ECA para aguas de uso recreativo en todos los puntos y periodos monitoreados.

Hipótesis específica 3

Los parámetros microbiológicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumplen con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.

Analizando los datos microbiológicos de la figura 12 y comparándolos con el valor normativo de la Tabla 14, se tiene:

- **Numeración de coliformes:** el ECA establece un límite de 200 NMP/100mL.
- En abril los recuentos variaron entre <1.8 y 33 NMP/100mL cumpliendo la norma.
- En mayo y junio se reportaron valores más altos, entre 33 y 460 NMP/100mL en mayo y 70 a 220 NMP/100mL en junio, superando lo permisible.

Con estos resultados, se evidencia un INCUMPLIMIENTO de los niveles microbiológicos con respecto a la normativa de calidad ambiental en el segundo y tercer mes monitoreado.

Por lo tanto, con la evidencia de los datos, SE RECHAZA la hipótesis nula y se acepta la alternativa de que los parámetros microbiológicos de la laguna NO cumplen con el ECA para uso recreativo en mayo y junio 2023. Sólo en abril se cumplió la norma.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se llevó a cabo una evaluación de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas, ubicada en Puno, Perú, a una altitud de 3821 msnm y abarcando una superficie de 17 hectáreas destinadas a actividades recreativas. El objetivo principal fue determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que influyen en la idoneidad del agua para uso recreativo, durante los meses de abril, mayo y junio lo cual es coincidente con el estudio de Pérez et al. (2020).

En cuanto a los parámetros físicos, se analizaron la temperatura, la conductividad eléctrica, los sólidos totales disueltos y la transparencia del agua en cuatro puntos de muestreo (L-BINC-01 al L-BINC-04) como se muestra en el consolidado (figura 10). Los resultados revelaron variaciones significativas a lo largo de los meses. En abril, la temperatura se mantuvo constante a 5.1°C en todos los puntos, mientras que en junio se registró un aumento a 5.4°C. La conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos también experimentaron incrementos notables, siendo junio el mes con los valores más elevados. El estudio de Brousett et al. (2021) sobre el impacto de la minería en aguas superficiales en la región Puno puede contribuir a contextualizar las fluctuaciones observadas en estos parámetros.

En lo que respecta a los parámetros químicos, se evaluaron el pH, los sulfatos y los nitratos como se muestra en el consolidado (figura 11). Se observaron variaciones en el pH, indicando condiciones alcalinas en abril, neutras en mayo y una leve alcalinidad en junio. Los sulfatos y nitratos presentaron fluctuaciones mensuales, siendo el punto L-BINC-04 el que registró los valores más altos en los tres meses. Los hallazgos de Gutiérrez (2018) que aborda la evaluación de la calidad del agua en el río Coata en Puno,

coinciden con los de presente estudio y en virtud que también encontró variabilidad en los parámetros químicos.

En la evaluación microbiológica, se midieron los coliformes termotolerantes en NMP/100mL. Los resultados indicaron un aumento progresivo de abril a mayo como se muestra en el consolidado (Figura 12), sugiriendo una posible contaminación de origen fecal y un riesgo potencial para el uso recreacional del agua. El punto L-BINC-03 destacó como el punto con el pico más alto de contaminación en mayo. Estos resultados concuerdan con el de Quispe (2022), quien abordó específicamente la contaminación por coliformes en la laguna confinada del malecón turístico, bahía interior de Puno.

En relación a los parámetros físicos, la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD) y transparencia total se encuentran consistentemente en niveles que cumplen con los estándares para la recreación, indicando condiciones estables y propicias para actividades recreativas en la laguna.

En cuanto a los parámetros químicos, el pH, sulfatos y nitratos se mantienen dentro de los rangos aceptables, demostrando que la laguna posee características químicas adecuadas para el uso recreativo, con valores que cumplen con las normativas establecidas.

Por último, en el análisis microbiológico los recuentos de coliformes termotolerantes o fecales, aunque experimentan variaciones, permanecen en niveles que no superan los límites permitidos para la categoría 1 de aguas recreativas, asegurando condiciones microbiológicas aceptables.

Los resultados obtenidos proporcionan una visión integral de la calidad del agua en la laguna Bahía de los Incas, permitiendo disponer de un marco para la formulación de propuestas técnicas para un plan de recuperación. Este estudio contribuye significativamente al entendimiento de los factores que influyen en la calidad del agua en entornos recreativos de alta altitud como el Lago Titicaca, el cual guarda similitud con el trabajo de Gutiérrez (2018) y Huamán et al. (2020) puesto que también comparten el objetivo de proporcionar una visión holística de los parámetros que determinan la salud

hídrica. Sin embargo, las diferencias geográficas y en el tipo de cuerpo de agua pueden influir en los parámetros evaluados y en las fuentes potenciales de contaminación.

Los hallazgos relacionados con los parámetros físicos (Figura 10), como temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y transparencia, pueden ser interpretados como indicadores clave de la salud hídrica. La variación en estos parámetros a lo largo de los meses podría estar influenciada por cambios estacionales, condiciones climáticas y actividades humanas en la cuenca. El estudio de Hernández et al. (2021) y Quiroz et al. (2017), respaldan la importancia de los parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y transparencia) como indicadores clave de la salud hídrica. La variación estacional y las actividades humanas también son consideradas influyentes en estos parámetros.

Además, los cambios estacionales, vinculados a las variaciones climáticas que ocurren durante diferentes épocas del año, desempeñan un papel crucial. Por ejemplo, la temperatura del agua puede estar sujeta a fluctuaciones estacionales, afectando directamente otros parámetros como la conductividad eléctrica y la transparencia. Las estaciones climáticas, como la transición de primavera a verano, pueden influir en la actividad biológica y química en la laguna, impactando así los resultados de las mediciones. El estudio de Rojas et al. (2021) y Landero (2019), respaldan la influencia de los cambios estacionales en la temperatura del agua y su impacto en otros parámetros. La transición de primavera a verano se identifica como un periodo crítico que afecta la actividad biológica y química en las lagunas.

Asimismo, las condiciones climáticas específicas en la región, como la presencia de lluvias, vientos o la radiación solar, también pueden tener efectos significativos en los parámetros físicos. Por ejemplo, la turbulencia del agua causada por vientos moderados puede influir en la transparencia, mientras que las lluvias pueden introducir elementos externos que afectan la conductividad eléctrica y la presencia de sólidos totales disueltos. Morales et al. (2021) y Moreno et al. (2018), respaldan la afirmación sobre la influencia de condiciones climáticas específicas en parámetros físicos. La turbulencia del agua

causada por vientos moderados y las lluvias se destacan como factores relevantes en la variabilidad de la conductividad eléctrica y la presencia de sólidos totales disueltos.

Las actividades humanas en la cuenca, como la recreación en la laguna o la presencia de población en la orilla, pueden contribuir a cambios en la calidad del agua. Descargas de aguas residuales, u otras emisiones pueden introducir contaminantes y nutrientes, afectando los parámetros químicos y microbiológicos. Además, las actividades recreativas pueden aumentar el riesgo de contaminación microbiológica, especialmente si no se implementan prácticas adecuadas de gestión. Quispe (2022) y Gutiérrez (2018), respaldan la afirmación sobre el impacto de las actividades humanas en la cuenca. Ambos estudios identifican que actividades como la recreación, la agricultura y la presencia de población aledaña al lugar contribuyen a cambios en la calidad del agua, introduciendo contaminantes y nutrientes que afectan parámetros químicos y microbiológicos.

Desde una perspectiva química, el análisis de pH, sulfatos y nitratos revela fluctuaciones mensuales que pueden ser explicadas en términos de fuentes de contaminación y procesos naturales. De allí que se destaque la necesidad de identificar las fuentes de contaminación, ya sean de origen antropogénico o natural, y diseñar estrategias de gestión adecuadas para abordar estas problemáticas y mantener la calidad del agua. Argota et al. (2020) y Brousett et al. (2021), respaldan la idea de fluctuaciones mensuales en pH, sulfatos y nitratos como indicadores de contaminación. Ambos abogan por identificar las fuentes de contaminación y diseñar estrategias de gestión.

La evaluación microbiológica, particularmente la presencia de coliformes termotolerantes, puede entenderse como un indicador de contaminación fecal, posiblemente asociada a actividades recreativas en la laguna. Se aboga por la participación activa de la comunidad y la implementación de medidas preventivas para mitigar riesgos de contaminación. Quispe (2022) respalda la afirmación sobre la evaluación microbiológica y la presencia de coliformes termotolerantes como indicadores de contaminación fecal, posiblemente asociada a actividades recreativas en la laguna.

Entender estos factores es esencial para desarrollar estrategias de gestión efectivas. Los hallazgos sugieren un enfoque holístico que considere no solo los aspectos ambientales, sino también las interacciones complejas entre los factores climáticos, humanos y biológicos que influyen en la calidad del agua. La comprensión de estas influencias estacionales y actividades antropogénicas proporciona una base para la formulación de políticas y prácticas de gestión adaptativas y sostenibles en el contexto de la laguna Bahía de los Incas. Hernández et al. (2021), proporciona respaldo al abogar por un enfoque holístico que considere no solo los aspectos ambientales sino también las complejas interacciones entre factores climáticos, humanos y biológicos que influyen en la calidad del agua.

Este enfoque integral destaca la necesidad de estrategias de gestión adaptativas que consideren la complejidad de los sistemas hídricos y promuevan la sostenibilidad a largo plazo, resguardando así la viabilidad del uso recreativo de esta importante fuente de agua en Puno, Perú. Morales et al. (2021), respalda los hallazgos en la evaluación de la calidad del agua al destacar la necesidad de estrategias de gestión adaptativas que consideren la complejidad de los sistemas hídricos y promuevan la sostenibilidad a largo plazo.

Por otra parte, la evaluación de la calidad del agua de la laguna confinada Bahía de los Incas en el Lago Titicaca, Puno, revela importantes aspectos relacionados con el enriquecimiento de nutrientes y sus impactos en el ecosistema acuático. La eutrofización es un proceso natural o inducido por actividades humanas que conlleva un aumento significativo en la concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, en un cuerpo de agua, desencadenando cambios en su composición y funcionamiento. Según Argota et al. (2020), la eutrofización es un proceso natural o inducido por actividades humanas que conlleva un aumento significativo en la concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, en un cuerpo de agua, desencadenando cambios en su composición y funcionamiento

En los resultados obtenidos como se muestra en el consolidado (figura 10), la variación mensual de parámetros físico-químicos sugiere una posible tendencia hacia la

eutrofización en la laguna. En particular, los incrementos observados en la conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos y nitratos a lo largo de los meses pueden ser indicativos de una mayor carga de nutrientes en el agua. Estos nutrientes pueden provenir de diversas fuentes, como la escorrentía agrícola, aguas residuales o la descomposición de materia orgánica, contribuyendo al proceso de eutrofización. En el estudio de Brousett et al. (2021), se encontró que la variación mensual de parámetros físico-químicos sugiere una posible tendencia hacia la eutrofización en la laguna, con incrementos observados en la conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos y nitratos a lo largo de los meses, lo que puede ser indicativo de una mayor carga de nutrientes en el agua

El aumento en la temperatura registrada en los meses posteriores también puede influir en la velocidad de los procesos biogeoquímicos asociados con la eutrofización. Las condiciones más cálidas favorecen la actividad biológica y la liberación de nutrientes desde sedimentos, lo que puede intensificar aún más el fenómeno de eutrofización, como se menciona en el estudio de Argota et al. (2020).

La evaluación microbiológica, específicamente la presencia de coliformes termotolerantes, podría estar relacionada con la proliferación de organismos enriquecidos por nutrientes, ya que la eutrofización puede crear condiciones propicias para el crecimiento bacteriano. Esto podría representar un riesgo adicional para el uso recreativo del agua, ya que la eutrofización a menudo está asociada con la disminución de la calidad bacteriológica del agua. La evaluación microbiológica, específicamente la presencia de coliformes termotolerantes, podría estar relacionada con la proliferación de organismos enriquecidos por nutrientes, ya que la eutrofización puede crear condiciones propicias para el crecimiento bacteriano, como se menciona en el estudio de Argota et al. (2020). Esto también se evidenció en el estudio de Quispe (2022), donde se encontró contaminación por coliformes y características fisicoquímicas de la laguna confinada del malecón turístico - Bahía confinada de los incas-Puno.

La disminución de la transparencia del agua, evidenciada por el análisis con el Disco de Secchi, es coherente con los efectos de la eutrofización. El aumento de algas y fitoplancton, favorecido por la presencia de nutrientes, puede reducir la transparencia y afectar la penetración de la luz solar en el agua. La disminución de la transparencia del agua, coincide con los hallazgos previos de Argota et al. (2020) y Brousett et al. (2021) al evaluar el impacto de la minería. En ambos estudios, se sugiere que el aumento de algas y fitoplancton, vinculado a la presencia de nutrientes, contribuye a la reducción de la transparencia, siendo este fenómeno coherente con los efectos de la eutrofización.

El exceso de nutrientes también fue reportado por Moreno et al. (2018) mediante cuantificación directa en sedimentos de la Bahía Interior.

La acumulación de nutrientes, el aumento de la temperatura y los efectos asociados con la eutrofización pueden tener implicaciones significativas para la sostenibilidad del uso recreativo de esta fuente de agua en Puno, destacando la necesidad de estrategias de gestión que aborden y mitiguen estos procesos. Estos hallazgos tienen implicaciones similares a las descritas por Argota et al. (2020) y Brousett et al. (2021) quienes resaltan la necesidad de estrategias de gestión, aunque con diferencias en el tipo y fuentes de nutrientes determinadas. Se requiere complementar con evaluaciones como las de Rojas et al. (2021) y Morales et al. (2021) para analizar la calidad microbiológica.

Los resultados obtenidos en el análisis de los parámetros físicos como la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y transparencia total actúan como indicadores clave de la salud hídrica. La consistencia en sus niveles dentro de los estándares establecidos sugiere una estabilidad en el ecosistema acuático, lo cual puede ser atribuido a una gestión efectiva de los recursos hídricos. Las fluctuaciones estacionales y condiciones climáticas son consideradas en este enfoque, y la estabilidad observada en estos parámetros refleja una adaptación a los cambios naturales.

En el ámbito de los parámetros químicos, se aboga por la identificación de fuentes de contaminación y la implementación de estrategias de gestión adecuadas. Los valores controlados de pH, sulfatos y nitratos indican una gestión eficiente para mantener la

calidad química del agua en niveles aptos para la recreación. La variabilidad limitada en estos parámetros refleja la implementación exitosa de prácticas de control y monitoreo.

El análisis microbiológico, con recuentos de coliformes termotolerantes dentro de límites aceptables, sugiere una gestión que aborda adecuadamente las fuentes de contaminación fecal. Las variaciones observadas podrían estar relacionadas con factores estacionales o actividades humanas, pero se mantienen dentro de los parámetros permitidos para aguas recreativas.

La evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la laguna Bahía de los Incas, en los meses de abril, mayo y junio, revela que la calidad del agua se mantiene en conformidad con los límites establecidos por la Normativa Nacional de Calidad Ambiental del agua, específicamente para la categoría destinada a actividades recreativas.

En relación a los parámetros físicos, la estabilidad en la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD) y transparencia total proporciona indicios favorables que contrarrestan los efectos asociados con la eutrofización. Generalmente, en cuerpos de agua afectados por la eutrofización, se observaría un aumento en los sólidos totales disueltos y una disminución en la transparencia total debido al florecimiento de algas. En este caso, la estabilidad de estos parámetros sugiere que la laguna mantiene un equilibrio adecuado y no muestra signos significativos de eutrofización, respaldando así su aptitud para actividades recreativas.

En cuanto a los parámetros químicos, la gestión efectiva de la laguna se refleja en la estabilidad del pH, sulfatos y nitratos dentro de los rangos aceptables. La eutrofización, caracterizada por un aumento excesivo de nutrientes, podría influir en la química del agua, pero los valores controlados indican que la laguna no está experimentando niveles anómalos que puedan desencadenar procesos eutróficos.

En el análisis microbiológico, las variaciones en los recuentos de coliformes termotolerantes, aunque presentes, se mantienen en niveles que no superan los límites

permitidos. La eutrofización puede afectar la calidad microbiológica del agua, pero la laguna logra mantener condiciones microbiológicas aceptables para la recreación.

En resumen, el análisis detallado de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la laguna Bahía de los Incas durante los meses de abril, mayo y junio revela que la calidad del agua se mantiene dentro de los límites establecidos por la Normativa Nacional de Calidad Ambiental del agua, específicamente para la categoría 1 destinada a actividades recreativas. Estos hallazgos respaldan la idoneidad de la laguna Bahía de los Incas para actividades recreativas, proporcionando una base sólida para la continuidad de su uso previsto según los lineamientos del estudio.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- Los resultados obtenidos indican de manera consistente que los parámetros evaluados cumplen con los estándares establecidos por la Normativa Nacional de Calidad Ambiental del agua, específicamente para la categoría 1 destinada a actividades recreativas. Tanto en términos de temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, transparencia total, pH, sulfatos, nitratos, la laguna Bahía de los Incas ha demostrado condiciones que la hacen adecuada y segura para actividades recreativas planificadas excepto en el caso del parámetro microbiológico en el mes de Mayo y Junio obtuvo valores por encima del límite permisible el cual no lo hace apta para uso recreativo. De lo anterior se desprende que la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca es un entorno acuático no propicio y saludable para el uso recreativo en la región de Puno durante el período investigado.

SEGUNDA.- En términos de temperatura, se evidenció que las mediciones oscilaron desde 5.1 °C en el mes de abril, 2.3 °C en el mes de mayo y 5.4°C en el mes de Junio resultados que se encuentran dentro de los límites establecidos por las normativas nacionales para la categoría 1 destinada a actividades recreativas, registrando variaciones mínimas que no comprometieron la estabilidad térmica de la laguna. Asimismo los resultados más altos obtenidos para la conductividad eléctrica fue en el mes de Junio en el punto P4 (1275 μ S/cm), en el caso de los sólidos totales disueltos fue en el mes de junio en el P4 (642 mg/L) y la transparencia total, aspectos cruciales para la recreación, también se mantuvieron consistentemente en rangos que cumplen con los estándares, indicando condiciones estables y propicias para actividades recreativas en la laguna. Desde el punto de vista de los parámetros físicos analizados, la laguna Bahía de los

Incas en el Lago Titicaca presenta condiciones óptimas para el uso recreativo durante el periodo de estudio.

TERCERA.- Los resultados más altos obtenidos en el caso de los parámetros químicos fueron, pH 9.0 en el mes de abril (P1,P2,P3,P4), sulfatos 138.60 mg/L en el mes de junio (P4) y nitratos 0.40 mg/L en el mes de junio (P4), lo cual indica que se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por las normativas nacionales para la categoría 1, destinada a actividades recreativas. Este hallazgo sugiere que la laguna exhibe características químicas que la hacen adecuada para el uso recreativo planificado. La estabilidad en estos parámetros químicos es esencial, ya que contribuye a la preservación de un entorno acuático seguro y compatible con actividades recreativas en la región de Puno.

Los resultados revelan que, a pesar de variaciones observadas en los recuentos, estos se mantuvieron en niveles que superan los límites permitidos para la categoría 1 de aguas recreativas, según la normativa nacional. Esta consistencia en los niveles microbiológicos sugiere que la laguna presenta condiciones microbiológicas no aceptables puesto que el resultado más alto obtenido fue 460 NMP/100ml en el mes de mayo (P3) y 220 (P4) en el mes de Junio para el uso recreativo planificado en la región de Puno y el límite permisible de ECA es <200.

RECOMENDACIONES

PRIMERA.- Se recomienda a la Municipalidad de Puno realizar trabajos de monitoreo continuo en la bahía confinada Los Incas, en colaboración con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), para determinar la concentración de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Estos estudios permitirán obtener datos actualizados sobre la calidad del agua y su evolución a lo largo del tiempo. Se sugiere que estos datos sean considerados como base para evaluar el estado del agua antes de otorgar licencias de funcionamiento a embarcaciones, especialmente aquellas denominadas "patitos" para uso recreativo por parte de la población.

SEGUNDA.- A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y al Instituto del Mar del Perú (IMARPE), se recomienda implementar un plan de monitoreo más frecuente enfocado en coliformes fecales, así como determinar posibles fuentes de contaminación fecal en el entorno, proponiendo establecer un plan de gestión ambiental participativo, asimismo se alienta a tesisistas interesados en investigar sobre la calidad de las aguas superficiales en la bahía confinada Los Incas a utilizar estas recomendaciones como guía para estudios más detallados, incluyendo la evaluación de parámetros críticos adicionales como oxígeno disuelto, clorofila, cianobacterias y metales, con el fin de obtener un diagnóstico más integral y preciso.

TERCERO.- Al Gobierno local como entidad de fiscalización ambiental (EFA) que inspeccione y verifique la descarga de efluentes clandestinos sin ningún tratamiento previo. Esto es crucial para identificar posibles fuentes de contaminación y tomar medidas correctivas para proteger la calidad del agua en la bahía confinada Los Incas.

BIBLIOGRAFÍA

- Argota Pérez, G., Escobar-Mamani, F., & Moreno Terrazas, E. G. (2020). Calidad estacionaria del agua ante el costo ambiental sostenible relativo con agregación de biomarcadores: Bahía de Puno, lago Titicaca, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(2), 146–154. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.602>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (11 enero 2016). *R.J N°010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- Aveiga, A., Noles, P., de la Cruz, A., Peñarrieta, F., & Alcántara, F. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 10(3),30–41. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000300030
- Benítez, B. M., Ramírez, M. C., Rosales, M. A., Vílchez, D. M., Rangel, L. C., Ferrer, K. J., & Ávila, A. G. (2016). Evaluación físico-química y microbiológica del agua potable envasada en bolsas que se venden en la zona céntrica de la ciudad de Maracaibo-Venezuela. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 35(4), 107–113. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642016000400005
- Bracho, I. A., & Fernández, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*,33(3),339-349. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122017000300007

- Brousett-Minaya, M. A., Rondan-Sanabria, G., Chirinos-Marroquín, M., & Biamont-Rojas, I. (2021). Impacto de la minería en Aguas Superficiales de la Región Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, 21(21), 187–208.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2021000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cabezas Sánchez, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 309–316. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Carrasquero, S. J., Muñoz, C. E., Tuvíñez, P. C., Vargas, R. D., Vargas, C. J., & Marín, J. C. (2016). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscinas de dos complejos recreacionales del Estado Zulia. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 56(2), 202–210.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482016000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Castañeda, A., Flores, H., & Cuevas, R. (2019). Diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales en la región de Los Altos Norte de Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 28(6), 1–13. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1843>
- Castillo, D. E., Tuesta, L., & Salazar, S. E. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 24(2), 219–234. <http://www.doi.org/10.36390/telos242.02>
- Chán, M., & Peña, W. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán, Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 19–23.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662015000100019

Chibinda, C., Arada-Pérez, M. de los A., & Pérez-Pompa, N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 303–321.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212017000200010

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017, July 7). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*.
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Estupiñán-Torres, S. M., Ávila de Navia, S. L., Barrera Aguirre, D., Baquero Torres, R., Díaz Ibañez, D. A., & Rodríguez Ramírez, A. H. (2020). Características bacteriológicas, físicas y pH del agua de consumo humano del municipio de Une-Cundinamarca. *Nova*, 18(33), 101–112
<https://doi.org/10.22490/24629448.370>

Fernández, M., & Guardado, R. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105–119.
<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciabstract&pid=S1993-80122021000100105>

García, I. (2022). *Factores de riesgo que influyen en la transmisión de enfermedades diarreicas agudas en lactantes mayores que acuden al Hospital Básico de Baba, Junio Noviembre 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13391/P-UTB-FCS-ENF-000232.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Guadarrama Tejas, R., Kido-Miranda, J., Roldan-Antúnez, G., & Salas-Salgado, M. (2016). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2,

1–10.

https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recur sos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Natu rales_V2_N5_1.pdf

Gutiérrez, V. R. (2018). Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME–WQI y el ICA–PE, Puno – 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión].

<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1771>

Hernández, O., Mancilla, O. R., Palomera, C., Olgún, J. L., Flores, H., Can, Á., Ortega, H. M., & Sánchez, E. I. (2020a). Evaluación de la calidad del agua y de la Ribera en dos cuencas tributarias del Río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), 689–701. <https://doi.org/10.20937/rica.53595>

Hernández, O., Mancilla, Ó. R., Palomera, C., Olgún, J. L., Flores, H., Can, Á., Ortega, H. M., & Sánchez, E. I. (2020b). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), 689–701. <https://doi.org/10.20937/RICA.53595>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). McGraw Hill.

<https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hernández-Álvarez, U., Pinedo-Hernández, J., Paternina-Urbe, R., Marrugo-Negrete, J. L., Hernández-Álvarez, U., Pinedo-Hernández, J., Paternina-Urbe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada

- Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
- Huamán, S., Lucen, M., Paredes Mariela, & Changanqui, D. (2020). Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *South Sustainability*, 1–8.
<https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/779/747/>
- Huamán-Vilca, S., Lucen-Espinoza, M., Paredes-Vite, M., & Alfaro, D. C. (2020). South Sustainability. *South Sustainability*, 1(2), e019–e019.
<https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-019>
- Jacobo, F. del R. (2018). Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes. *Revista de El Colegio de San Luis*, 8(16), 267–293. <https://doi.org/10.21696/rcsl9162018760>
- Jacobo-Marín, D., & Santacruz de León, G. (2021). Contaminantes emergentes en el agua: Regulación en México, principio precautorio y perspectiva comparada. *Revista de Derecho Ambiental*, 15, 51.
<https://doi.org/10.5354/0719-4633.2021.57414>
- Lala, H., & Fernández, M. (2020). Análisis de la Sostenibilidad mediante Huella Hídrica de la microcuenca del Río Pita, Ecuador. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 11(1), 169–234. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-01-05>
- Landero, S. A. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de la Laguna La Pólvara en Villahermosa, Tabasco* [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Villahermosa].
http://itvillahermosa.edu.mx/docs/departamentos/tesis/repositorio_de_tesis_2014-2020/Tesis%20Samuel%20Andres%20Landero%20Garcia.pdf

- Masachessi, G., Emilse, V., di Cola, G., Re, V., & Nates, S. (2022). Evaluación de la calidad de aguas superficiales en espacios recreacionales, una propuesta integradora de marcadores químicos y microbiológicos. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba*, 79(2), 210–214.
<https://doi.org/10.31053/1853.0605.v79.n2.33403>
- Mendoza, M. A. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>
- Morales, J. (2022). Evaluación del monitoreo de la calidad de agua superficial de la laguna Angascancha para el consumo humano – Colquijirca Pasco 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2524>
- Morales, E., Díaz, E. García, L., Veneros, J., Chavez, S. & Medina, C. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los lagos de Tunants y Yahuahua, en la región Amazonas, Perú. *Revista de la Universidad del Zulia*, 12(32), 139-158.
<https://doi.org/10.46925//rdluz.32.11>
- Moreno, E., Argota, G., Alfar, R., Aparicio, M., Atencio, S., & Goyzueta, G. (2018). Cuantificación de metales en sedimentos superficiales de la bahía interior, lago Titicaca-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(1), 09–18.
<https://doi.org/10.18271/RIA.2018.326>
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41–51.
<http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>
- Quispe, D. B. (2022). Contaminación por coliformes y características fisicoquímicas de la laguna confinada del malecón turístico - bahía interior de Puno [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. *Universidad Nacional del Altiplano*.

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/18016/Quispe_Ramos_Deysi_Brigida.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, J., Serna, J., & Sánchez, J. (2016). Índices de calidad en cuerpos de agua superficiales en la planificación de los recursos hídricos. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(1), 159–167. <https://doi.org/10.22335/rict.v8i1.306>

Rojas, E. M., Ortiz, E. A. D., García, L., Guevara, J. V., Quintana, S. C., & Tafur, C. A. M. (2021). Calidad físicoquímica y microbiológica del agua en los lagos de Tunants y Yahuahua, en la región Amazonas, Perú. *Revista de La Universidad Del Zulia*, 12(32), 139–158. <https://doi.org/10.46925//RDLUZ.32.11>

Sánchez, H., & Reyes, C. (2021). *Metodología y Diseños en la investigación científica* (Universidad Ricardo Palma, Ed.; Lima).

http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-y-disenos-en-la-investigacion-cientifica_53685

Sánchez, R., & García, K. (2018). Tratamiento de aguas residuales con cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. «*La Granja*» *Revista de Ciencias de La Vida*, 27(1), 103–111.

<https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/27.2018.08>

Sandoval, E. R. (2021). Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Privada San Carlos].

<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./243>

Terneus-Jácome, E., & Yáñez, P. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial

en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida* , 27(1), 36–50.

<https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.03>

Tudela-Mamani, J. W. (2017). Estimación de beneficios económicos por el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno (Perú).

Desarrollo y Sociedad, 2017(79), 189–237. <https://doi.org/10.13043/DYS.79.6>

Verdejo, M., Fuente-Diez, E. , & Veiga de cabo, J. (2008). Modelo de investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño *Revista Med Segr Trab*, 81–88

<https://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v54n210/aula.pdf>

Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina*

Experimental y Salud Pública , 35(2), 304–308.

<https://doi.org/https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
General ¿Cuál es la calidad de agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?	General Evaluar la calidad de la agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.	Hipótesis general La calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumple con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.	Físicos: - Conductividad - Temperatura - Sólidos totales disueltos - Transparencia Químicos: - pH - Sulfatos - Nitratos Microbiológicos: - Coliformes termotolerantes	- Análisis de laboratorio - Ficha de recolección de parámetros fisicoquímicos - Ficha técnica del punto de muestreo - Estadística descriptiva	- Los datos se compararon con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, según D.S. N°004-2017-MINAM
Específicos ¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, transparencia) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?	Específicos Determinar los parámetros físicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.	Específicos Los parámetros físicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumple con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.			

<p>¿Cuáles serán los valores de los parámetros químicos (pH, sulfatos y nitratos) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?</p>	<p>Determinar los parámetros químicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.</p>	<p>Los parámetros químicos en la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumple con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.</p>		
<p>¿Cuáles serán los valores de los parámetros microbiológicos (coliformes termotolerantes) del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023?</p>	<p>Determinar los parámetros microbiológicos de la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del Lago Titicaca para uso recreativo, Puno, 2023.</p>	<p>Los parámetros microbiológicos en la calidad del agua superficial de la laguna confinada Bahía de los Incas del lago Titicaca, Puno, 2023 no cumple con los parámetros del ECA de agua establecidos para uso recreativo.</p>		

Anexo 02: Panel fotográfico.



Figura 13: Georreferenciación de los puntos de muestreo.



Figura 14: Toma de muestra para análisis de parámetros in situ.



Figura 15: Uso de disco secchi para medir transparencia.



Figura 16: Medición de transparencia.



Figura 17: Medición de parámetros fisicoquímicos in situ.



Figura 18: Toma de muestra para análisis en laboratorio.



Figura 19: Materiales utilizados en el proyecto.

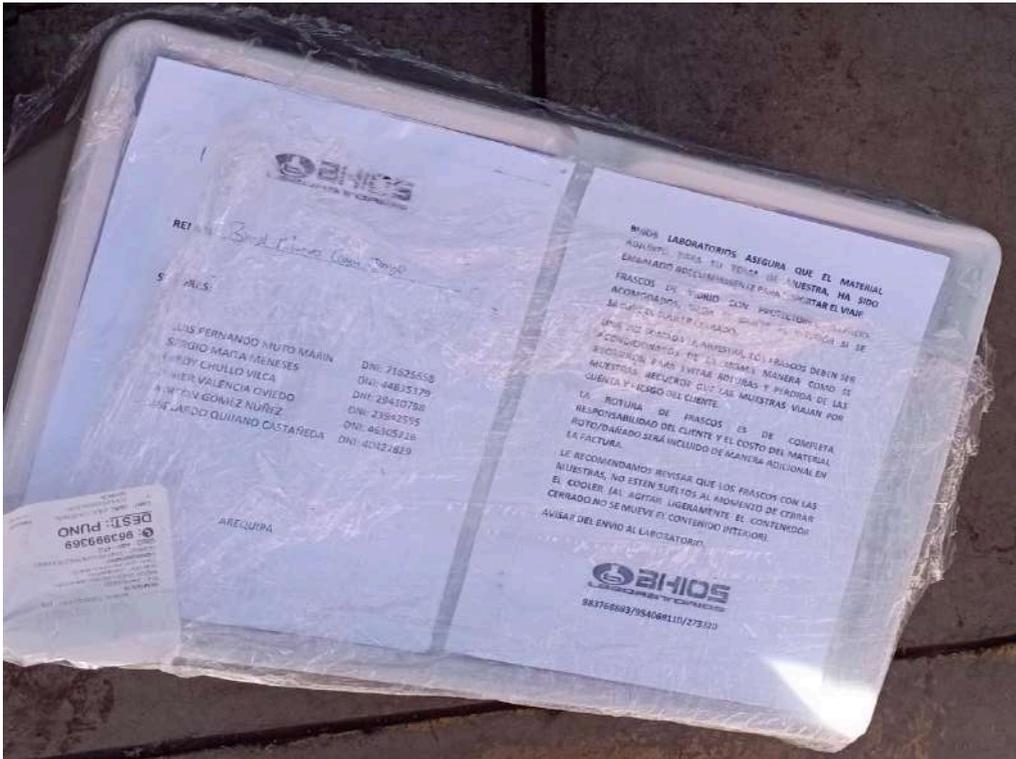


Figura 20: Envío de cooler con muestras al Laboratorio para su análisis.

Anexo 03: Cadenas de custodia

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS EN CAMPO

Evaluador: _____

Fecha: _____

Evaluación: _____

Lugar: _____

REGISTRO DE DATOS						
Parámetros físicos	Unidad de medida	Número de muestreos				Observaciones
		P1	P2	P3	P4	
Temperatura	°C					
Conductividad eléctrica	µS/cm					
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L					
Transparencia	cm					
Parámetros químicos	Unidad	Número de muestreos				
		P1	P2	P3	P4	

	de medid a					Observacione s
pH	-					
Hora de muestreo:						
Coordenadas:						

Observaciones: _____

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS EN CAMPO EN EL MES DE ABRIL

Evaluador: Bianet Milagros Cooya Jorge **Fecha:** 28/04/23

Evaluación: Evaluación de parámetros físico-químicos del agua **Lugar:** Bahía Confinada de los Incaos
septentrional de la Bahía Confinada de los Incaos

REGISTRO DE DATOS						
Parámetros físicos	Número de muestreos					Observaciones
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04	
Temperatura	°C	5.1	5.1	5.1	5.1	-
Conductividad eléctrica	µS/cm	931	934	945	972	-
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	481	478	474	496	-
Transparencia	cm	Transparencia total 98	transparencia total 92	transparencia total 88	transparencia total 85	-
Parámetros químicos	Número de muestreos					Observaciones
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04	
pH	-	9.0	9.0	8.9	8.7	-
Hora de muestreo:		9:52 A.M.	10:02 A.M.	10:08 A.M.	10:17 A.M.	-
Coordenadas:		15°49'51.09"S 70°0'59.93"O	15°49'55.47"S 70°1'1.88"O	15°50'0.71"S 70°1'2.13"O	15°50'5.68"S 70°0'59.25"O	-

Observaciones: - agua despejado
- oleaje moderado
- Presencia de algas
- Viento con intensidad moderada

Figura 21: Datos obtenidos en campo en el mes de abril.

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS EN CAMPO EN EL MES DE MAYO

Evaluador: Brunet Kelagros Coaya Jorge **Fecha:** 29/05/23
Evaluación: Evaluación de parámetros físico-químicos de la Bahía Confinada de los Incos **Lugar:** Bahía Confinada de los Incos

REGISTRO DE DATOS						
Parámetros físicos	Número de muestreos					
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	Observaciones
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04	
Temperatura	°C	2.3	2.3	2.3	2.3	-
Conductividad eléctrica	µS/cm	1080	1083	1081	1086	-
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	565	560	560	565	-
Transparencia	cm	transparencia total 96	transparencia total 91	transparencia total 89	transparencia total 84	-
Parámetros químicos	Número de muestreos					
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	Observaciones
		L-BINC-01	L-BINC-02	L-BINC-03	L-BINC-04	
pH	-	7.5	7.5	7.5	7.5	-
Hora de muestreo:		8:40 A.M.	8:55 A.M.	9:13 A.M.	9:25 A.M.	-
Coordenadas:		15°49'51.09"S 70°0'59.43"O	15°49'55.47"S 70°1'1.88"O	15°50'0.71"S 70°1'2.13"O	15°50'5.68"S 70°0'59.25"O	-

Observaciones: - oleaje moderado
 - clima templado
 - viento con intensidad moderada.

Figura 22: Datos obtenidos en campo en el mes de mayo.

TABLA DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS EN CAMPO EN EL MES DE JUNIO

Evaluador: Bianet Melagros Cereza Jorge Fecha: 30/06/23
 Evaluación: Evaluación de Parámetros físico-químicos del agua superficial de la Bahía confinada de los Incas Lugar: Bahía Confinada de los Incas

REGISTRO DE DATOS						
Parámetros físicos	Número de muestreos					Observaciones
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	
Temperatura	°C	5.4	5.4	5.4	5.4	Clima templado
Conductividad eléctrica	µS/cm	1265	1261	1259	1275	-
Sólidos totales disueltos (STD)	mg/L	638	634	632	642	-
Transparencia	cm	transparencia total 97	transparencia total 91	transparencia total 90	transparencia total 86	-
Parámetros químicos	Número de muestreos					Observaciones
	Unidad de medida	P1	P2	P3	P4	
pH	-	8.1	8.0	8.0	7.8	-
Hora de muestreo:		9:31 A.M.	9:46 A.M.	10:01 A.M.	10:15 A.M.	-
Coordenadas:		15°49'51.09" S 70°0'59.93" O	15°49'55.47" S 70°1'1.88" O	15°50'0.71" S 70°1'2.13" O	15°50'5.68" S 70°0'59.25" O	-

Observaciones: Presencia de algas
 - Cielo despejado
 - oleaje leve
 - Viento con moderada intensidad

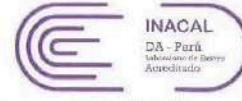
Figura 23. Datos obtenidos en campo en el mes de junio.

Anexo 04: Certificado de análisis de agua de laboratorio

ANÁLISIS DE LABORATORIO ABRIL – P1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 1864- 2023

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS COCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-01.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 28/04/2023 09:52 Procedencia: Latitud: 15° 49'51.09"S - Longitud: 70°0'59.93"O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1600 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.1°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0654-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/04/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 1864- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-01.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	<1.8	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	0.38	mg/L
FQ	pH*	9.0	U de pH
FQ	Temperatura*	5.1	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)	109.57	mg/L
FQ	Conductividad	931	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	481	mg/L

ABREVIATURAS:

°C	: Grados Celsius
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
U de pH	: Unidades de pH
mg/L	: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 8221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ ⁻)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrates, Method 8039: Cadmium Reduction Method, Pag. 591, 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water, 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050.2013 (Revisada 2018), 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4500-SO ₄ -E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C, 23rd Ed. 2017, Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA. Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método.
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 28/04/2023 al 06/05/2023
MB 28/04/2023 al 05/05/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 11/05/2023



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO ABRIL – P2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 1865- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN	: JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA	: L-BINC-02.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 28/04/2023 10:02 Procedencia: Latitud: 15° 49'55.47"S - Longitud: 70° 1'1.88"O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 1600 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.1°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0654-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 28/04/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 1865- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-02.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	23	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	0.37	mg/L
FQ	pH*	9.0	U de pH
FQ	Temperatura*	5.1	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ -*)	109.49	mg/L
FQ	Conductividad	934	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	478	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L	: Miligramos por litro
U de pH	: Unidades de pH
°C	: Grados Celsius
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate, Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1.11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ -*)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

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

LD: Límite de detección del método.

LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/04/2023 al 06/05/2023

MB 28/04/2023 al 05/05/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 11/05/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO ABRIL – P3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 1866-2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN	: JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA	: L-BINC-03.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 28/04/2023 10:08 Procedencia: Latitud: 15° 50'0.71"S - Longitud: 70°12.13'O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 1600 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.1°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0654-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 28/04/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 1866-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-03.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	7.8	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	0.37	mg/L
FQ	pH*	8.9	U de pH
FQ	Temperatura*	5.1	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	110.64	mg/L
FQ	Conductividad	945	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	474	mg/L

ABREVIATURAS:

µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
U de pH	: Unidades de pH
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
°C	: Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate, Method 8039: Cadmium Reduction Method, Pag. 591, 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water, 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO42-E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C, 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/04/2023 al 06/05/2023
MB 28/04/2023 al 05/05/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 09/05/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 1867- 2023

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-04.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 28/04/2023 10:17 Procedencia: Latitud: 15°50'5.68"S - Longitud: 70°0'59.25"O, Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1600 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.1°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0654-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/04/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-JE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 1867- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-04.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	33	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	0.39	mg/L
FQ	pH*	8.7	U de pH
FQ	Temperatura*	5.1	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)	112.13	mg/L
FQ	Conductividad	972	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	496	mg/L

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
°C	: Grados Celsius
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
mg/L	: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ ⁻)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591, 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B. Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/04/2023 al 06/05/2023
MB 28/04/2023 al 05/05/2023
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 09/05/2023



Miguel Valdívía Martínez
Blgo. Miguel Valdívía Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANALISIS DE LABORATORIO MAYO – P1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2550- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-01.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 29/05/2023 08:40 Procedencia: Latitud: 15° 49'51.09"S - Longitud: 70°0'59.93"O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 03 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.3°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0869-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 29/05/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 2550- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-01.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	79	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	pH*	7.5	U de pH
FQ	Temperatura*	2.3	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	108.50	mg/L
FQ	Conductividad	1080	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	565	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L	: Miligramos por litro
°C	: Grados Celsius
U de pH	: Unidades de pH
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH, Nitrato, Method 8039: Cadmium Reduction Method, Pag. 591, 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1.11.1.03 pH of Water, 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018), 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en ag
Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4500-SO ₄ -E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C, 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por * < indica menor al límite de cuantificación del método
LD: Límite de detección del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 29/05/2023 al 08/06/2023
MB 29/05/2023 al 05/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/06/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO MAYO – P2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2551 - 2023

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-02.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 29/05/2023 08:55 Procedencia: Latitud: 15° 49'55.47"S - Longitud: 70°1'1.88"O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 03 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.3°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0869-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 29/05/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 2551 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-02.	UNIDADES
MB	Numeraación de Coliformes Termotolerantes o Fecales	33	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	pH*	7.5	U de pH
FQ	Temperatura*	2.3	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ -*)	107.50	mg/L
FQ	Conductividad	1081	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	560	mg/L

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
°C	: Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeraación de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1: 11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2019). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ -*)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO4-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 29/05/2023 al 08/06/2023
MB 29/05/2023 al 05/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/06/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO MAYO – P3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 2552- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS COOYA JORGE

DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-03.

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 29/05/2023 09:13 Procedencia: Latitud: 15° 50'0.71"S - Longitud: 70°12.13'O. Puno, Puno, Puno.

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 03 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.3°C

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

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

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 0868-2023

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/05/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2552- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-03.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales	460	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	pH*	7.5	U de pH
FQ	Temperatura*	2.3	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	107.34	mg/L
FQ	Conductividad	1081	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	560	mg/L

ABREVIATURAS:

°C	: Grados Celsius
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
U de pH	: Unidades de pH

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate, Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 501, 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water, 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050-2013 (Revisada 2018), 2013, Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4500-SO42-E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag. 1-4, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C, 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 LD: Límite de detección del método.
 LC: Límite de cuantificación del método.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 29/05/2023 al 08/06/2023
 MB 29/05/2023 al 05/06/2023
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/06/2023



Bto. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO MAYO – P4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 2553 - 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS COCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido ligeramente turbio.
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-04.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 29/05/2023 09:25 Procedencia: Latitud: 15°50'5.68"S - Longitud: 70°0'59.25"O. Puno, Puno, Puno.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 03 envases PET de 500 mL c/u. y 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 2.3°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 0869-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 29/05/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quíñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2553- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-04.	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	130	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	<0.10	mg/L
FQ	pH*	7.5	U de pH
FQ	Temperatura*	2.3	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ -2)	108.99	mg/L
FQ	Conductividad	1068	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	665	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 °C : Grados Celsius
 U de pH : Unidades de pH
 µS/cm : Microsiemens por centímetro
 mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium)
 Nitrato (NO₃-) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrato. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev.2
 pH : AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:71.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2018
 Temperatura : Norma Técnica Peruana 214.050.2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
 Sulfato (SO₄-2) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
 Conductividad : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B. Pag 1-4, 23rd Ed. 2017 Conductivity. Laboratory Method.
 Sólidos Totales Disueltos : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 23rd Ed. 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método
 LD: Límite de detección del método.
 LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 29/05/2023 al 08/06/2023
 MB 29/05/2023 al 05/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/06/2023



Bgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO JUNIO – P1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3430-2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS COYA JORGE

DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente

CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-01

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 30/06/2023 09:31 Latitud: 15° 49'51.09"S - Longitud: 70°0'59.93"O

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 03 envases PET de 500 mL c/u, 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.4 °C.

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

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

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1132-2023

FECHA DE RECEPCIÓN : 30/06/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 3430- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-01	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	70	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻)*	0.29	mg/L
FQ	pH*	8.1	U de pH
FQ	Temperatura*	5.4	*C
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)	135.70	mg/L
FQ	Conductividad	1265	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	638	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 *C : Grados Celsius
 U de pH : Unidades de pH
 mg/L : Miligramos por litro
 µS/cm : Microsiemens por centímetro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
 Nitrato (NO₃⁻) : Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev. 2.
 pH : AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1: 11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
 Temperatura : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
 Sulfato (SO₄⁻²) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
 Conductividad : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
 Sólidos Totales Disueltos : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

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

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 30/06/2023 al 06/07/2023
 MB 30/06/2023 al 07/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/07/2023



Bigo-Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3431 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-02
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 30/06/2023 09:46 Latitud: 15° 49'55.47"S - Longitud: 70°1'1.88"O
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 03 envases PET de 500 mL c/u, 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.4 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1132-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 30/06/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quíñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3431 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-02	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	140	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	0.32	mg/L
FQ	pH*	8.0	U de pH
FQ	Temperatura*	5.4	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	132.81	mg/L
FQ	Conductividad	1261	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	634	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L	: Miligramos por litro
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
U de pH	: Unidades de pH
°C	: Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate, Method 8039: Cadmium Reduction Method, Pag 591, 4th Ed. Rev 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.03 pH of Water, 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4500-SO4-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity, Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS, Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 30/06/2023 al 06/07/2023
MB 30/06/2023 al 07/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/07/2023



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO JUNIO – P3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 3432- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS COCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-03
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 30/06/2023 10:01 Latitud: 15° 50'0.71"S - Longitud: 70° 1'2.13"O
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 03 envases PET de 500 mL c/u, 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.4 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1132-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 30/06/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3432- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-03	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	94	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ ⁻) [*]	0.30	mg/L
FQ	pH [*]	8.0	U de pH
FQ	Temperatura [*]	5.4	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ ⁻²)	133.22	mg/L
FQ	Conductividad	1259	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	632	mg/L

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
°C	: Grados Celsius
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
mg/L	: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Nitrato (NO ₃ ⁻)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag. 591. 4th Ed. Rev. 2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1.11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en ag
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B, Pag 1-4, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 30/06/2023 al 06/07/2023

MB 30/06/2023 al 07/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/07/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANÁLISIS DE LABORATORIO JUNIO – P4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 3433- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : BIANET MILAGROS CCOYA JORGE
DIRECCIÓN : JR. ECHENIQUE 303 FRENTE A GRAEL
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente
CODIFICACIÓN / MARCA : L-BINC-04
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 30/06/2023 10:15 Latitud: 15° 50'5.68"S - Longitud: 70°0'59.25"O
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2100 mL aprox. Compuesta por 01 envase vidrio de 500 mL para análisis MB y 03 envases PET de 500 mL c/u, 01 envase PET de 100 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.4 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1132-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 30/06/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3433 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL L-BINC-04	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	220	NMP/100mL
FQ	Nitrato (NO ₃ -)*	0.40	mg/L
FQ	pH*	7.8	U de pH
FQ	Temperatura*	5.4	°C
FQ	Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	138.60	mg/L
FQ	Conductividad	1275	µS/cm
FQ	Sólidos Totales Disueltos	642	mg/L

ABREVIATURAS:

U de pH	: Unidades de pH
NMP/100mL	: Número más probable por 100 mililitros
°C	: Grados Celsius
mg/L	: Miligramos por litro
µS/cm	: Microsiemens por centímetro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Nitrato (NO ₃ -)	: Water Analysis Handbook HACH. Nitrate. Method 8039: Cadmium Reduction Method. Pag 591. 4th Ed. Rev.2.
pH	: AOAC Official Method 973.41 Chapter 11 Subchapter 1: 1.11.1.03 pH of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Temperatura	: Norma Técnica Peruana: 214.050.2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Sulfato (SO ₄ - ²⁻)	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4500-SO42-E. 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2510-B. Pag 1-4. 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
LD: Límite de detección del método.
LC: Límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 30/06/2023 al 06/07/2023

MB 30/06/2023 al 07/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/07/2023



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 05: Estándar de calidad ambiental para agua

14 **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de Junio de 2017 /  **El Peruano**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Águas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Águas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Águas 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
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₄₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromoclorometano	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	0,006	0,006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organoclorados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	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	**
Carbamato				
Aldoarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. GIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
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	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoos, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(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).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ($\text{NO}_2\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO_2).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{ECA_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{ECA_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{ECA_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{ECA_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FISICOS-QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$)	mg/L	10	**
Nitritos ($\text{NO}_2\text{-N}$)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C.	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1.000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.