

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



**T E S I S**

**Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos  
hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco),  
sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Eliana Rusbelinda SALCEDO JACO**

**Asesor:**

**Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**

**Cerro de Pasco – Perú – 2025**

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



**T E S I S**

**Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos  
hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco),  
sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

-----  
**Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**  
**PRESIDENTE**

-----  
**Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA**  
**MIEMBRO**

-----  
**Mg. Josué Hermilio DÍAZ LAZO**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión  
Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 283-2025-UNDAC/UIFI**

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

Tesis:

**“Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022”**

Apellidos y nombres del tesista

**Bach. Eliana Rusbelinda, SALCEDO JACO**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Ing. Miguel Ángel, BASUALDO BERNUY**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**19 %**

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 10 de junio del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO  
ISIDRO Ruben Edgar FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 10.06.2025 08:27:40 -05:00

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi fortaleza a seguir adelante, A mis padres quienes han creído en mí y me han brindado su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de varias personas a las que quiero mostrar mi agradecimiento, al Ing. Miguel Ángel Basualdo Bernuy por su orientación y apoyo durante el proceso, así como su asesoría, a mis padres por siempre motivarme a seguir adelante, a la Universidad por facilitarme las herramientas que me han permitido alcanzar mis objetivos y a los docentes cuyas enseñanzas y orientación han sido fundamentales en mi formación profesional.

**Gracias.**

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el área de influencia definido por las aguas superficiales de distintos cuerpos de agua evaluados dentro de la Unidad Hidrográfica Mantaro específicamente correspondiente al ALA Pasco 2022-I, confrontados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) de acuerdo a las categorías a las que pertenecen. La investigación sobre la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) es de vital importancia porque abarca desde la salud pública hasta la sostenibilidad ambiental y económica de la región a largo plazo.

La investigación se centró en evaluar la calidad de los cuerpos de agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), enfocándose en diversos parámetros químicos, físicos y microbiológicos, comparándolos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en las diferentes categorías y subcategorías. El estudio incluyó muestreos en varios cuerpos de agua, como ríos y lagunas, en los cuales se analizó la presencia de metales pesados, nutrientes, y otros contaminantes.

Los resultados revelaron varias violaciones a los ECA en diversas ubicaciones. En el río San Juan, se encontraron altos niveles de cianuro libre, cadmio disuelto, cobre, mercurio, plomo, zinc, fósforo total, sólidos suspendidos totales y otros metales, superando los límites permitidos por los ECA para Agua en la Categoría 4, subcategoría E2. También se identificaron violaciones respecto a los valores de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en varios puntos de muestreo. A manera similar, en cuerpos de agua de la región, como el río Anticocha y el río San José, se observaron transgresiones en los límites de cianuro, fósforo total, pH, metales pesados como plomo y zinc, entre otros.

Además, en las lagunas de la región, como Quiulacocha, Naticocha, Palcash y otras, se detectaron niveles de fósforo, nitrógeno, sólidos suspendidos totales, metales pesados (arsénico, cadmio, cobre, plomo) y otros parámetros fuera de los rangos establecidos por los ECA, comprometiendo la calidad del agua en estos entornos acuáticos.

Los resultados corroboran estudios previos que han señalado la influencia de las actividades humanas, particularmente la minería y el vertimiento de aguas residuales, como principales fuentes de contaminación en la cuenca del río Mantaro. Esta investigación pone de manifiesto la necesidad de implementar medidas de gestión más estrictas y monitoreos continuos para preservar la calidad del agua y mitigar los impactos ambientales en los cuerpos de agua de la región.

Por tanto, el estudio subraya la urgencia de tomar acciones correctivas para reducir la contaminación y garantizar que las masas de agua ubicadas dentro de la unidad hidrográfica del Mantaro (ALA Pasco) cumplan con los estándares ambientales, protegiendo así la salud humana, la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos.

**Palabras claves:** Calidad de agua superficial, Análisis del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), estándares de calidad ambiental para agua.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the area of influence defined by the surface waters of different water bodies evaluated within the Mantaro Hydrographic Unit specifically corresponding to the ALA Pasco 2022-I, confronted with the Environmental Quality Standards for Water (ECA-Water) according to the categories to which they belong. Research on the quality of surface water resources in the Mantaro Hydrographic Unit (ALA Pasco) is of vital importance because it ranges from public health to the long-term environmental and economic sustainability of the region.

The research focused on evaluating the quality of water bodies in the Mantaro Hydrographic Unit (ALA Pasco), focusing on various chemical, physical and microbiological parameters, comparing them with the Environmental Quality Standards (EQS) for water in the different categories and subcategories. The study included sampling in several water bodies, such as rivers and lagoons, in which the presence of heavy metals, nutrients, and other pollutants were analyzed.

The results revealed several ECA violations at various locations. In the San Juan River, high levels of free cyanide, dissolved cadmium, copper, mercury, lead, zinc, total phosphorus, total suspended solids, and other metals were found, exceeding the limits allowed by the ECAs for Water in Category 4, subcategory E2. Violations were also identified with respect to pH, electrical conductivity and dissolved oxygen values at several sampling points. Similarly, in bodies of water in the region, such as the Anticocha and San José rivers, transgressions were observed in the limits for cyanide, total phosphorus, pH, heavy metals such as lead and zinc, among others.

In addition, in the region's lagoons, such as Quiulacocha, Naticocha, Palcash and others, levels of phosphorus, nitrogen, total suspended solids, heavy metals (arsenic,

cadmium, copper, lead) and other parameters outside the ranges established by the ECAs were detected, compromising water quality in these aquatic environments.

The results corroborate previous studies that have pointed to the influence of human activities, particularly mining and wastewater discharge, as the main sources of contamination in the Mantaro River basin. This research highlights the need to implement stricter management measures and continuous monitoring to preserve water quality and mitigate environmental impacts on the region's water bodies.

Therefore, the study highlights the urgency of taking corrective actions to reduce pollution and ensure that the water bodies located within the Mantaro hydrographic unit (ALA Pasco) comply with environmental standards, thus protecting human health, biodiversity and aquatic ecosystems.

**Key words:** Surface water quality, analysis of surface water quality monitoring in the Mantaro hydrographic unit (ALA Pasco), environmental quality standards for water.

## INTRODUCCIÓN

El acceso a agua limpia y segura constituye un derecho esencial y un componente clave para la salud humana y la preservación de los ecosistemas. Sin embargo, en diversas cuencas hidrográficas del Perú, la calidad del agua se ha visto cada vez más comprometida por la contaminación. Un ejemplo claro es la cuenca del río Mantaro, una de las más relevantes en la región andina, que enfrenta serios problemas derivados de actividades humanas como la minería, la agricultura intensiva y el vertido de aguas residuales (ANA, 2015). Estas acciones han deteriorado la calidad del agua, afectando tanto a los cuerpos de agua superficiales como a los ecosistemas acuáticos que dependen de ellos.

Diversas investigaciones han evaluado la calidad del agua en el río Mantaro y sus afluentes. Un estudio desarrollado por Mallqui, Miguel y Reyes (2022) efectuaron un análisis temporal que evidenció concentraciones elevadas de metales pesados como cadmio, cobre, plomo y zinc, las cuales superan ampliamente los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), especialmente en áreas próximas a descargas de aguas residuales. Asimismo, la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2022) ha señalado que varios cuerpos hídricos de la región no alcanzan los niveles de calidad establecidos, lo que resalta la necesidad de implementar un monitoreo constante como parte de una gestión sostenible de los recursos hídricos.

En la cuenca del río Mantaro, los principales contaminantes identificados comprenden metales pesados, coliformes termotolerantes y compuestos orgánicos como los fenoles, los cuales han superado los límites permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en múltiples puntos de muestreo (ANA, 2014). En este contexto, el presente estudio se orienta a evaluar la calidad del agua en distintos cuerpos hídricos que integran la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco),

enfocándose en ríos y lagunas. Para ello, se comparan los resultados obtenidos con los valores de referencia de los ECA y se analizan sus implicancias en términos de salud ambiental y humana.

La presente investigación tiene como propósito identificar los parámetros de calidad del agua que exceden los valores máximos permitidos según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) correspondientes a la Categoría 3, Subcategorías D1 y D2, así como a la Categoría 4, Subcategorías E1 y E2. Asimismo, se analiza el origen de las principales fuentes de contaminación en la región. Los resultados obtenidos buscan proporcionar una base técnica sólida para la implementación de futuras estrategias de gestión y remediación, orientadas a la mejora de la calidad del agua en la cuenca del río Mantaro.

Es así que, en atención a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, tengo el honor de presentar ante ustedes la presente tesis titulada “**Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022**”, a fin de alcanzar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Los motivos que llevaron a elegir esta investigación son porque esta investigación no solo aborda un problema crítico en la región, sino que también tiene el potencial de generar un impacto positivo a largo plazo en la salud, el medio ambiente y la economía local. Su relevancia trasciende el ámbito académico y se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible, haciendo de este estudio una contribución significativa al bienestar de la comunidad y la conservación del entorno natural.

Por tanto, la presente investigación está constituida por 4 capítulos: Capítulo I: Problema de Investigación, capítulo II: Marco teórico, capítulo III: Metodología y técnicas de investigación y capítulo IV: Presentación de resultados.

**El Tesista.**

## INDICE

## PAGINA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	3
1.3. Formulación del Problema .....	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas Específicos .....	4
1.4. Formulación de Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Justificación de la Investigación .....	5
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	7

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	9
2.2. Bases teóricas - científicas .....	14
2.2.1. El agua.....	14

2.2.2. Recursos Hídricos .....	15
2.2.3. La Contaminación del Agua.....	15
2.2.4. Calidad de agua .....	16
2.2.5. Estándares de Calidad Ambiental (ECA).....	17
2.2.6. Fuentes de Contaminación .....	18
2.2.7. Gestión de Recursos Hídricos .....	18
2.2.8. Impacto en la Salud y el Ecosistema.....	18
2.2.9. Marco Legal .....	19
2.3. Definición de términos conceptuales .....	20
2.4. Enfoque filosófico - epistémico .....	22

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	26
3.2. Nivel de Investigación .....	27
3.3. Característica de la Investigación .....	28
3.4. Métodos de Investigación .....	30
3.5. Diseño de investigación .....	30
3.6. Procedimiento del muestreo.....	31
3.6.1. Población.....	31
3.6.2. Muestra.....	31
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	38
3.9. Orientación Ética.....	39

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	42
4.1.1. Identificación de fuentes contaminantes del año 2018-2020 de los recursos hídricos de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro (AAAM).....	42
4.1.2. Vertimientos Autorizados .....	46
4.1.3. Parámetros Evaluados .....	47
4.1.4. Resultados del análisis de parámetros en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)... .....	49
4.1.5. Análisis de los resultados que rebasan los límites establecidos en los ECA para Agua .....	73
4.2. Discusión de resultados.....	120

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Puntos de Monitoreo de la calidad del agua superficial de la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA Pasco – 2022 - I.....	32
<b>Tabla 2.</b> UHM (ALA Pasco): Variables analizadas y cantidad de muestras recolectadas en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro – 2022 .....	36
<b>Tabla 3.</b> Origen de contaminantes detectados de acuerdo con la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, 2022. ....	44
<b>Tabla 4.</b> Vertimientos Autorizados según la Autoridad Nacional del Agua, setiembre 2022 - ALA Pasco .....	46
<b>Tabla 5.</b> Parámetros evaluados y número de muestras, en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro – ALA Pasco, 2022 I. ....	48
<b>Tabla 6.</b> Informe sobre los resultados de los parámetros in situ y microbiológicos del agua superficial, categoría 3, de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, periodo 2022 – I – ALA Pasco. ....	50
<b>Tabla 7.</b> Informe sobre los resultados de los parámetros in situ y microbiológicos del agua superficial, categoría 4, de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, periodo 2022 – I – ALA Pasco. ....	54
<b>Tabla 8.</b> Resumen de los Parámetros que Transgreden los ECA para agua, Categoría - 3, abril - mayo 2022 - ALA Pasco.....	65
<b>Tabla 9.</b> Resumen de los Parámetros que Transgreden los ECA para agua, Categoría - 4, abril - mayo 2022 - ALA Pasco.....	69

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Valores de aceites y grasas – ALA Pasco .....	74
<b>Gráfico 2.</b> Valores de Conductividad – ALA Pasco.....	75
<b>Gráfico 3.</b> Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) – ALA Pasco.....	76
<b>Gráfico 4.</b> Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) – ALA Pasco .....	77
<b>Gráfico 5.</b> Valores de fenoles – ALA Pasco.....	78
<b>Gráfico 6.</b> Valores de oxígeno disuelto – ALA Pasco.....	79
<b>Gráfico 7.</b> Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco.....	80
<b>Gráfico 8.</b> Valores de Sulfatos – ALA Pasco .....	81
<b>Gráfico 9.</b> Valores de Aluminio – ALA Pasco.....	82
<b>Gráfico 10.</b> Valores de Arsénico – ALA Pasco.....	83
<b>Gráfico 11.</b> Valores de Cadmio – ALA Pasco.....	84
<b>Gráfico 12.</b> Valores de Cobre – ALA Pasco .....	85
<b>Gráfico 13.</b> Valores de Hierro – ALA Pasco.....	86
<b>Gráfico 14.</b> Valores de Manganeseo – ALA Pasco.....	87
<b>Gráfico 15.</b> Valores de Mercurio – ALA Pasco .....	88
<b>Gráfico 16.</b> Valores de Plomo – ALA Pasco.....	89
<b>Gráfico 17.</b> Valores de Zinc – ALA Pasco.....	90
<b>Gráfico 18.</b> Valores de Coliformes Termotolerantes – ALA Pasco .....	91
<b>Gráfico 19.</b> Valores de Conductividad – ALA Pasco.....	92
<b>Gráfico 20.</b> Valores de Fósforo Total – ALA Pasco .....	93
<b>Gráfico 21.</b> Valores de Nitrógeno Total – ALA Pasco.....	94
<b>Gráfico 22.</b> Valores de Oxígeno Disuelto – ALA Pasco.....	96
<b>Gráfico 23.</b> Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco.....	97
<b>Gráfico 24.</b> Valores de Sólidos Suspendidos Totales – ALA Pasco .....	98

<b>Gráfico 25.</b> Valores de Sulfuros – ALA Pasco.....	99
<b>Gráfico 26.</b> Valores de Arsénico – ALA Pasco.....	100
<b>Gráfico 27.</b> Valores de Cadmio Disuelto – ALA Pasco.....	101
<b>Gráfico 28.</b> Valores de Cobre – ALA Pasco .....	102
<b>Gráfico 29.</b> Valores de Níquel – ALA Pasco .....	103
<b>Gráfico 30.</b> Valores de Plomo – ALA Pasco.....	104
<b>Gráfico 31.</b> Valores de Selenio – ALA Pasco .....	105
<b>Gráfico 32.</b> Valores de Talio – ALA Pasco.....	106
<b>Gráfico 33.</b> Valores de Zinc – ALA Pasco .....	107
<b>Gráfico 34.</b> Valores de Cianuro Libre – ALA Pasco.....	108
<b>Gráfico 35.</b> Valores de conductividad – ALA Pasco.....	109
<b>Gráfico 36.</b> Valores de Fósforo Total – ALA Pasco .....	110
<b>Gráfico 37.</b> Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco.....	111
<b>Gráfico 38.</b> Valores de Sólidos Suspendidos Totales – ALA Pasco .....	112
<b>Gráfico 39.</b> Valores de Cadmio Disuelto – ALA Pasco.....	113
<b>Gráfico 40.</b> Valores de Cobre – ALA Pasco .....	114
<b>Gráfico 41.</b> Valores de Mercurio – ALA Pasco .....	115
<b>Gráfico 42.</b> Valores de plomo – ALA Pasco.....	117
<b>Gráfico 43.</b> Valores de Talio – ALA Pasco.....	118
<b>Gráfico 44.</b> Valores de zinc – ALA Pasco.....	119

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

El estado ambiental de los cuerpos de agua representa un componente esencial para la salud humana y la estabilidad ecológica. En la Unidad Hidrográfica Mantaro, situada en la región de Pasco, Perú, se enfrentan retos considerables vinculados a la contaminación y a la gestión ineficiente del recurso hídrico. Aunque esta unidad es vital para actividades como la agricultura, la industria y el abastecimiento poblacional, se han evidenciado signos de degradación en la calidad del agua superficial, lo que implica riesgos potenciales tanto para la salud pública como para la conservación de la biodiversidad en la zona.

Durante el año 2022 se realizaron monitoreos sistemáticos de la calidad del agua en esta unidad hidrográfica, con el propósito de determinar el estado actual de los recursos hídricos en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por la normativa vigente. No obstante, aún no se ha efectuado un análisis detallado e integral de los datos obtenidos que permita

identificar con precisión las principales fuentes de contaminación, así como las variaciones espaciales y temporales en la calidad del agua. Esta carencia limita la interpretación técnica de los resultados y su aplicación en la formulación de estrategias eficaces para la gestión y conservación de los recursos hídricos en la cuenca.

La degradación de la calidad del agua ocasiona efectos negativos importantes sobre el medio ambiente, la salud pública y la economía a escala mundial. En este marco, el presidente del Banco Mundial, David Malpass, ha señalado que la degradación de los cuerpos hídricos limita el crecimiento económico y agrava los niveles de pobreza en numerosos países. Este efecto se explica por el aumento en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), indicador que refleja la presencia de contaminación orgánica en el agua. Cuando la DBO supera ciertos umbrales críticos, se ha observado una reducción de hasta un tercio en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) en las regiones ubicadas dentro de las cuencas afectadas. (Iberdrola, 2022)

La región de Pasco, debido a su marcada actividad minera, presenta una alta vulnerabilidad a la contaminación derivada de dichas actividades, siendo el recurso hídrico uno de los más afectados. Esta situación reviste particular gravedad, ya que las actividades industriales como la minería, la metalurgia y la siderurgia emplean grandes volúmenes de agua en procesos productivos tales como enfriamiento, transporte, procesamiento y otros. Los residuos generados en estos procesos contienen una amplia gama de contaminantes que son vertidos en cuerpos de agua como ríos, lagos y, en algunos casos, océanos. Entre los contaminantes destacan petróleo, hidrocarburos, breas, aceites minerales, fluoruros y compuestos con elementos químicos altamente tóxicos como plomo,

arsénico, selenio, manganeso, mercurio, así como sustancias con propiedades radiactivas. (Fundación AQUAE)

El presente estudio plantea investigar las características de la calidad del agua superficial en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA PASCO), centrándose en los parámetros críticos que se han medido y en cómo estos se comportan con los estándares establecidos. Se busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los principales contaminantes presentes en los cuerpos de agua de la unidad hidrográfica? ¿Qué factores ambientales y antropogénicos influyen en el estado ambiental del agua? ¿Cómo se relacionan los resultados del monitoreo con la salud pública y la sostenibilidad del ecosistema local?

El estudio de estos factores resulta fundamental para el diseño e implementación de estrategias eficaces orientadas a la gestión y recuperación sostenible de los recursos hídricos en la región. Asimismo, permite fomentar la conciencia pública respecto a la relevancia de conservar el recurso agua y respaldar el desarrollo de políticas que aseguren su calidad. En este sentido, la presente investigación no solo aporta al conocimiento científico, sino que también ofrece insumos técnicos valiosos para la toma de decisiones en materia de protección ambiental y salud pública, beneficiando directamente a las comunidades que dependen de estos recursos.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

El trabajo de investigación aquí presentado se encuentra definido por las aguas superficiales de distintos cuerpos de agua evaluados dentro de la Unidad Hidrográfica Mantaro específicamente correspondiente al ALA Pasco, confrontados de esta manera con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua).

### ***El ámbito de influencia:***

La Unidad Hidrográfica Mantaro, con código Pfafstetter 4996 tiene una extensión de 34,363.19 km<sup>2</sup> y se ubica en la región central del Perú, en la región hidrográfica del Amazonas. Políticamente, comprende territorios correspondientes a los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Junín, Lima y Pasco. Por tanto, en esta investigación se tomó como área de influencia al ALA Pasco que se describen más adelante.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) estarán sujetos al cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAS)?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Cómo se comportan los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)?
- b. ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), que se examinarán y valorarán según lo que haya sido reportado por el laboratorio?
- c. ¿Qué factores ambientales y antropogénicos influyen en la calidad del agua de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar y valorar los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), considerando los estándares de calidad ambiental para el agua.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar y evaluar el comportamiento de los resultados derivados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)
- b. Definir que parámetros fisicoquímicos de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), se examinarán y valorarán según lo que haya sido reportado por el laboratorio.
- c. Identificar y determinar qué factores ambientales y antropogénicos influyen en la calidad del agua de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco).

## **1.5. Justificación de la Investigación**

La investigación sobre la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) es de vital importancia por diversas razones, que abarcan desde la salud pública hasta la sostenibilidad ambiental y económica de la región a largo plazo, y se fundamenta a continuación.

**Salud Pública:** La calidad del agua es un factor crítico para la salud de las comunidades locales. La contaminación de los recursos hídricos puede inducir la aparición de enfermedades, comprometer la seguridad alimentaria y afectar negativamente la calidad de vida de los residentes. Al identificar y caracterizar

los contaminantes predominantes, esta investigación aporta información esencial para el diseño e implementación de estrategias de prevención y mitigación orientadas a salvaguardar la salud pública.

**Sostenibilidad Ambiental:** La Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) contiene una amplia diversidad de ecosistemas con alta riqueza biodiversa. Un análisis detallado de la calidad del agua facilita una comprensión profunda de los efectos de la contaminación sobre dichos ecosistemas y sus procesos funcionales. Esta información resulta fundamental para el desarrollo e implementación de estrategias de conservación y restauración que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales a mediano y largo plazo.

**Desarrollo Económico:** La región sustenta su economía en actividades que demandan agua de alta calidad, como la agricultura y la pesca. La evaluación de la calidad del agua y su cumplimiento con los estándares ambientales establecidos posibilita la identificación de riesgos que pueden comprometer estas actividades productivas. Esta información brinda a agricultores y empresarios la base para adoptar decisiones fundamentadas, orientadas a reducir pérdidas y asegurar la sostenibilidad y viabilidad de sus operaciones.

**Políticas Públicas:** Los hallazgos de esta investigación ofrecen información relevante a las autoridades tanto locales como nacionales, facilitando la elaboración de políticas públicas eficientes para la gestión del recurso hídrico. La evidencia científica generada constituirá un fundamento técnico para el desarrollo de normativas y programas orientados a la conservación y mejora de la calidad de los recursos acuáticos.

**Sensibilización y Educación:** Esta investigación también tiene como objetivo sensibilizar sobre la importancia del recurso hídrico y la urgencia de su

protección. La difusión de los resultados contribuye a involucrar a la comunidad y a los actores relevantes en iniciativas de conservación, impulsando un enfoque colaborativo para la gestión sostenible del agua.

**Investigación y Conocimiento Científico:** Finalmente, esta investigación amplía el conocimiento existente sobre la calidad del agua en la región, proporcionando datos fundamentales que podrán ser empleados en estudios futuros y análisis comparativos. Además, facilita la cooperación entre instituciones académicas, entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales en los procesos de investigación y gestión del recurso hídrico.

De este modo, el estudio no solo aborda una problemática crítica en la región, sino que también posee el potencial de generar beneficios sostenibles a largo plazo en términos de salud pública, conservación ambiental y desarrollo económico local. Su trascendencia va más allá del ámbito académico, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y constituyéndose en una aportación relevante para el bienestar comunitario y la preservación del entorno natural.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Entre las principales limitaciones identificadas durante el desarrollo de la investigación se destaca el acceso restringido a los puntos de monitoreo, debido a su cantidad y la dificultad geográfica para llegar a ellos, lo que obstaculizó la realización de observaciones directas y el análisis in situ de la calidad del agua en la zona de estudio. Asimismo, los procesos burocráticos dentro de las instituciones responsables, como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Administración Local de Agua (ALA) de la Unidad Hidrográfica Mantaro, generaron retrasos en la obtención y organización de la información requerida.

Adicionalmente, la carencia de registros continuos y sistemáticos limitó la posibilidad de efectuar análisis comparativos de largo plazo. La investigación también se vio condicionada por restricciones en los recursos financieros y humanos, lo que redujo el alcance y la profundidad del estudio. Aunque el enfoque se centró en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), los resultados obtenidos no necesariamente pueden extrapolarse a otras unidades hidrográficas del país o la región, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Además, la influencia de estudios previos o paralelos realizados en la misma área, junto con las diferencias metodológicas y de enfoque, dificultó la comparación directa de resultados.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Para **Mallqui, J.; Miguel, Y. & Reyes, Sh. (2022)** en su tesis titulada: Análisis espacio temporal de la calidad de agua del río Mantaro influenciada por las aguas residuales del año 2004 - 2008 y 2015 – 2019, llegan a las siguientes conclusiones importantes y relevantes para la presente investigación:

Los datos recopilados fueron analizados mediante métodos estadísticos adecuados para muestras independientes con distribuciones no paramétricas, específicamente utilizando las pruebas de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney. Estos análisis permitieron interpretar y comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). Se evidenció una variabilidad significativa en las concentraciones de metales pesados como cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), así como en coliformes termotolerantes, mientras que parámetros fisicoquímicos como el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto mostraron estabilidad relativa a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, la evaluación frente a los ECA reveló que, durante los 10 años de análisis, las concentraciones de cadmio superaron los límites en un 90 % de los casos, el cobre en un 50 %, el plomo y el zinc en un 100 %, el oxígeno disuelto en un 90 %, y los coliformes termotolerantes también en un 90 %. En contraste, los valores de pH y conductividad eléctrica se mantuvieron dentro de los rangos permitidos por la normativa. Estos resultados conducen a la conclusión de que la descarga de aguas residuales tiene un efecto negativo considerable sobre la calidad del agua en el río Mantaro.

Según **INRENA (2007)** en un estudio realizado sobre: Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa, resume sus hallazgos en las siguientes conclusiones

En el Distrito de Riego Juliaca se han establecido 11 sectores de riego, de los cuales 10 se ubican en la cuenca del río Cabanillas y 1 en la cuenca del río Lampa. El proceso de inventario de fuentes hídricas se ha realizado por cuencas e intercuenas, aplicando la metodología desarrollada por el ingeniero Otto Pfafstetter. Se identificaron un total de 9 cuencas e intercuenas de nivel 5, que en conjunto abarcan una superficie de 4,908.443 km<sup>2</sup> e incluyen las cuencas de los ríos Cabanillas y Lampa.

Dentro del área de estudio, se registraron 1,629 fuentes de agua superficial. En la cuenca del río Cabanillas se inventariaron 1,043 fuentes hídricas, distribuidas en 442 quebradas (42 %), 373 manantiales (36 %), 64 lagunas (6 %), 51 ríos (5 %) y 113 bofedales (11 %). En el ámbito de la cuenca del río Lampa se registraron 586 fuentes, compuestas por 245 quebradas, 191 manantiales, 43 ríos, 57 lagunas y 50 bofedales.

**ANA (2022)** Realizo el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro 2021-II., llegando a las siguientes conclusiones:

Durante el período comprendido entre el 21 de septiembre y el 25 de octubre de 2021, se llevó a cabo el monitoreo de la calidad del agua superficial en la Unidad Hidrográfica Mantaro, en temporada de transición hidrológica. Esta actividad fue coordinada por la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, en conjunto con las Administraciones Locales de Agua de Pasco, Mantaro, Huancavelica y Ayacucho, y contó con el apoyo del Proyecto de Gestión de Recursos Hídricos.

La evaluación consistió en analizar parámetros físicos, químicos y microbiológicos en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), cuyos resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. El análisis se realizó considerando la clasificación funcional de los cuerpos de agua según las siguientes categorías: Categoría 1 (Subcategorías A1 y A2), Categoría 3 (Subcategoría D1) y Categoría 4 (Subcategorías E1 y E2).

De acuerdo con los informes emitidos por el laboratorio acreditado SGS del Perú S.A.C. y conforme al Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, de las 185 muestras recolectadas durante la campaña de monitoreo de calidad del agua en la Cuenca del Mantaro 2021-II, solo algunos cuerpos de agua cumplieron con los límites establecidos en los ECA. Entre ellos se encuentran los ríos Aguascocha, Tishgo, Pachacayo, Chía, Cedro y Vilca, así como las lagunas Acucocha y Ñahuinpuquio. Los demás cuerpos de agua presentaron incumplimientos en distintos parámetros y categorías.

**ANA (2014)** en una revista publica un estudio realizado sobre: Diagnóstico de la calidad de los recursos hídricos en el Perú 2000-2012, y llega a las conclusiones siguientes:

Para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos, se empleó como base legal el Decreto Ley N.º 17752 – Ley General de Aguas, que establece los valores límite por tipo de uso, y la Ley N.º 29338 – Ley de Recursos Hídricos. Asimismo, se consideraron disposiciones complementarias como la R.D. N.º 1152-2005-DIGESA/SA, que define la clasificación de los cuerpos de agua superficial, la R.J. N.º 202-2010-ANA y el D.S. N.º 002-2008-MINAM, los cuales establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. En este análisis se seleccionaron nueve parámetros representativos: coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pH, conductividad eléctrica, y concentraciones de mercurio, cadmio, plomo, arsénico e hierro.

Los resultados obtenidos reflejan un deterioro significativo de la calidad del agua, principalmente atribuido a la descarga no regulada de contaminantes provenientes de actividades informales, pasivos ambientales no remediados y una deficiente gestión de residuos sólidos. Esta situación fue evidenciada mediante el análisis de 59 Unidades Hidrográficas, en las que se identificó que los vertimientos de aguas residuales de origen poblacional y productivo, sin autorización, constituyen una fuente crítica de contaminación. Además, se determinaron factores adicionales como la influencia de la geoquímica natural, la erosión de suelos y las actividades mineras informales e ilegales.

Estas condiciones ambientales adversas generan impactos negativos tanto en la dinámica socioeconómica como en el entorno ecológico, deteriorando la calidad de vida de las comunidades asentadas en dichas unidades hidrográficas.

El diagnóstico pone en evidencia la necesidad urgente de adoptar medidas integrales de gestión ambiental y control de fuentes de contaminación.

Según la **OEFA (2021)**, en el estudio titulado Factores que influyen en el establecimiento de Límites Máximos Permisibles para garantizar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental en Agua, se presentan antecedentes relevantes que guardan estrecha relación con el presente estudio:

En determinados escenarios, aunque las descargas de efluentes cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) o los estándares establecidos, la interacción sinérgica entre distintos contaminantes puede impedir el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). En este sentido, el estudio desarrollado por Wang et al. (2015) en regiones frías de China examina los efectos ambientales derivados de la adopción de normas más rigurosas para el vertimiento de aguas residuales, similares a los LMP en el contexto peruano. Los resultados del análisis sugieren que la imposición de requisitos más estrictos a las plantas de tratamiento resulta beneficiosa, especialmente en cuencas hidrográficas que presentan una baja capacidad de asimilación o resiliencia frente a la carga contaminante, contribuyendo así a una reducción más efectiva de los impactos ambientales adversos.

**Salvioli et al. (2017)** analizaron los Índices de Calidad del Agua (ICAs), equivalentes a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el contexto peruano, resaltando su utilidad como herramientas de síntesis y gestión del estado de los recursos hídricos. El estudio identificó que el deterioro de la calidad del agua en la zona evaluada está asociado al efecto sinérgico de múltiples fuentes de contaminación, principalmente provenientes de actividades industriales y descargas domésticas. A partir de esta evaluación, se enfatiza la necesidad de que

el Estado adopte medidas regulatorias orientadas al control de las actividades dentro de la cuenca urbana de la provincia de Buenos Aires. Asimismo, se plantea la implementación de una gestión integrada que permita una planificación eficiente de autorizaciones y la adecuada localización de nuevas actividades. Finalmente, se recomienda establecer programas de monitoreo continuo de los parámetros de calidad del agua, con el fin de evaluar su evolución y vincularla al uso del suelo.

**ANA (2015)** Realizó la Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Mantaro, llega a la siguiente conclusión referente al tema a investigar:

Los resultados obtenidos de los monitoreos de calidad del agua realizados por diversas entidades en la cuenca del río Mantaro evidencian que el principal problema ambiental en los cuerpos de agua está asociado a las elevadas concentraciones de metales pesados detectadas tanto en el agua superficial como en los sedimentos. Aunque parte de estos elementos podría tener un origen geogénico, la magnitud de las concentraciones observadas en gran parte de los cursos fluviales sugiere una influencia significativa de las actividades mineras intensivas desarrolladas en la zona. Entre las empresas identificadas como principales generadoras de presión ambiental negativa destacan: Compañía Minera Volcan S.A.A., Empresa Administradora Cerro S.A.C., Sociedad Minera El Brocal, Cerro de Pasco Corporation, Carbón Smerter, la refinería DOE RUN y Compañía de Minas Buenaventura. (p, 60)

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. El agua**

El agua constituye un recurso natural renovable pero altamente vulnerable, esencial para el sostenimiento de la vida y de carácter estratégico para

el desarrollo sostenible del país. Además de ser un insumo crítico en múltiples actividades humanas, su disponibilidad y calidad son fundamentales para la preservación de los sistemas ecológicos, el equilibrio de los ciclos hidrológicos y la garantía de la seguridad nacional. (Ley N° 29338, 2010).

El agua es un componente esencial que cubre cerca del 71 % de la superficie terrestre y cumple un rol fundamental en el sostenimiento de la vida, el desarrollo socioeconómico y el equilibrio de los ecosistemas. Se encuentra en los estados líquido, sólido (hielo) y gaseoso (vapor). Aunque es un recurso renovable, su disponibilidad y calidad están sujetas a variaciones derivadas de procesos naturales y actividades humanas, lo que resalta la necesidad de una gestión integral y sostenible para garantizar su uso racional y conservación a largo plazo. (Gleick, 1996).

### **2.2.2. Recursos Hídricos**

En el marco del cambio climático y el aumento progresivo de la demanda, los recursos hídricos comprenden todas las fuentes de agua susceptibles de ser aprovechadas para diversos usos, tales como el consumo humano, la agricultura, la industria, la generación energética y la conservación de ecosistemas. Estos recursos abarcan ríos, lagos, acuíferos, aguas subterráneas y precipitaciones. La gestión eficiente y sostenible de dichos recursos es esencial para asegurar su disponibilidad y calidad a largo plazo, atendiendo a las presiones ambientales y socioeconómicas actuales. (Unesco, 2015)

### **2.2.3. La Contaminación del Agua**

La contaminación hídrica se define como la incorporación de sustancias perjudiciales en cuerpos de agua, lo que modifica sus propiedades químicas, físicas y biológicas, generando impactos negativos en la salud humana, así como

en la fauna, flora y los ecosistemas acuáticos. Las principales fuentes contaminantes comprenden:

- Efluentes industriales, que incluyen descargas de compuestos químicos y metales pesados.
- Aguas residuales domésticas sin tratamiento adecuado, que contienen detergentes, productos farmacéuticos y nutrientes.
- Actividades agrícolas, mediante la infiltración de pesticidas y fertilizantes en los cuerpos de agua.
- Desechos sólidos, como plásticos y otros residuos que terminan en ríos y océanos.

La presencia de estos contaminantes puede desencadenar problemas como enfermedades de origen hídrico, reducción de la biodiversidad y deterioro en la calidad del agua disponible para diversos usos.

#### **2.2.4. Calidad de agua**

La calidad del agua se define como el estado del recurso hídrico en función de su composición química, física y biológica, así como su adecuación para usos específicos, tales como el consumo humano, actividades agrícolas y la conservación de ecosistemas. Para su evaluación, se consideran diversos parámetros que incluyen:

- Contaminantes biológicos, como bacterias, virus y otros microorganismos.
- Contaminantes químicos, tales como metales pesados, nutrientes (nitratos y fosfatos) y compuestos orgánicos.
- Propiedades físicas, entre ellas turbidez, pH y temperatura.

La calidad del agua es un factor crítico para la salud pública, la producción agroalimentaria y la sostenibilidad ambiental. Por ello, la gestión eficiente de los

recursos hídricos y la vigilancia constante de los parámetros de calidad son indispensables para prevenir la contaminación y garantizar el suministro de agua segura (EPA, 2021).

En términos técnicos, la calidad del agua se evalúa mediante el grado en que sus características físico-químicas y biológicas cumplen con los estándares requeridos para un uso determinado, considerando principalmente contaminantes físicos (sólidos suspendidos, turbidez), químicos (metales pesados, nutrientes) y biológicos (patógenos). (World Health Organization, 2017).

De igual manera, la calidad del agua se entiende como el conjunto de propiedades químicas, físicas y biológicas que determinan su idoneidad para diversos usos específicos, tales como el abastecimiento para consumo humano, actividades agrícolas y pecuarias, procesos industriales, generación de energía, navegación, actividades recreativas y la preservación de las funciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos. (UICN, 2018, p. 11).

#### **2.2.5. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**

Los estándares de calidad ambiental constituyen criterios normativos que definen los límites máximos admisibles para la presencia de contaminantes en los cuerpos de agua, con el propósito de salvaguardar la salud humana y preservar la integridad del medio ambiente. En el contexto peruano, dichos estándares son establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el marco de la Ley de Recursos Hídricos. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2017).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son criterios técnicos definidos por las autoridades competentes para regular la calidad de los recursos hídricos, con el fin de asegurar su aptitud para distintos usos, tales como el consumo humano, la actividad agrícola y la preservación de los ecosistemas

acuáticos. Estos estándares establecen concentraciones máximas permisibles para contaminantes específicos, fundamentándose en estudios científicos y análisis de riesgo que consideran la toxicidad de las sustancias y sus efectos potenciales sobre la salud humana y el medio ambiente. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2008).

#### **2.2.6. Fuentes de Contaminación**

La contaminación hídrica puede clasificarse según su origen en fuentes puntuales y no puntuales. Las fuentes puntuales se refieren a emisiones contaminantes localizadas y fácilmente identificables, como las descargas directas provenientes de instalaciones industriales o plantas de tratamiento. En contraste, las fuentes no puntuales corresponden a aportes difusos, difíciles de localizar, como la escorrentía superficial generada por actividades agrícolas extensivas o por procesos asociados a la expansión urbana. (United States Environmental Protection Agency. 2021).

#### **2.2.7. Gestión de Recursos Hídricos**

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) constituye un enfoque estratégico que promueve la coordinación y articulación en el manejo del agua, el suelo y otros recursos conexos, con el objetivo de optimizar los beneficios sociales y económicos. Este modelo de gestión busca garantizar el uso eficiente y equitativo de los recursos hídricos, preservando al mismo tiempo la integridad y sostenibilidad de los ecosistemas a largo plazo. (Global Water Partnership, 2000).

#### **2.2.8. Impacto en la Salud y el Ecosistema**

La contaminación de los cuerpos de agua genera impactos significativos sobre la salud pública y los ecosistemas acuáticos. La ingesta de agua con

presencia de agentes patógenos o sustancias tóxicas puede derivar en enfermedades infecciosas y crónicas en la población. Asimismo, el exceso de nutrientes en el agua, proceso conocido como eutrofización, puede desencadenar proliferaciones algales que reducen el oxígeno disuelto, provocando la mortandad de organismos acuáticos y el deterioro del equilibrio ecológico. (Postel, 1997).

#### **2.2.9. Marco Legal**

- a. Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos, incluyendo sus disposiciones modificatorias
- b. Decreto Supremo N.º 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, que desarrolla las disposiciones de la Ley N.º 29338, incorporando sus respectivas modificaciones para regular los procedimientos y competencias en la gestión del agua.
- c. Resolución Ministerial N.º 033-2008-AG, mediante la cual se aprueba la Metodología para la Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú, herramienta técnica fundamental para la planificación y gestión del recurso hídrico.
- d. Decreto Supremo N.º 004 - 2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.
- e. Decreto Supremo N.º 018-2017-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la ANA.
- f. Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA, que aprueba la clasificación de los cuerpos de aguas continentales superficiales.

Las políticas y normativas locales son esenciales para la gestión del agua. La colaboración entre autoridades, comunidades y organizaciones es clave para implementar estrategias efectivas. (Brouwer, 2004).

### 2.3. Definición de términos conceptuales

**Estándares de Calidad Ambiental (ECA).** Regulaciones establecidas por el Ministerio del Ambiente que definen los valores límite aceptables para diversos parámetros de calidad del agua, con el propósito de salvaguardar la salud pública y preservar el equilibrio ambiental.

**Monitoreo de calidad de agua.** El monitoreo de la calidad del agua consiste en la recolección sistemática y continua de información sobre los parámetros físico-químicos y biológicos de los cuerpos hídricos, tales como ríos, lagos y acuíferos. Esta actividad es fundamental para diagnosticar el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos, identificar la presencia de agentes contaminantes y verificar el cumplimiento de los estándares establecidos para los distintos usos del recurso hídrico.

**Los parámetros comunes monitoreados son los contaminantes biológicos:** Los parámetros que determinan la calidad del agua incluyen componentes biológicos como bacterias, virus y otros microorganismos patógenos; variables químicas tales como el pH, concentraciones de nitratos, fosfatos y metales pesados (por ejemplo, plomo y mercurio); así como propiedades físicas, entre las que se destacan la turbidez, la temperatura y la conductividad eléctrica. (Environmental Protection Agency, 2019).

**Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).** “Enfoque que coordina el desarrollo y gestión de recursos hídricos, tierra y recursos

relacionados para maximizar el bienestar social y económico, sin comprometer la sostenibilidad ambiental”. (Global Water Partnership, 2000).

**Calidad de agua.** Las características físico-químicas y biológicas del recurso hídrico definen su aptitud para usos determinados, tales como el abastecimiento de agua potable, actividades agrícolas o fines recreativos. La evaluación de estas propiedades se realiza mediante indicadores como el pH, la turbidez y la concentración de elementos traza, incluyendo metales pesados. (World Health Organization, 2017).

**Unidad Hidrográfica.** La conceptualización de unidad hidrográfica fue propuesta por Otto Pfafstetter en 1989, razón por la cual estas áreas también son denominadas “Ottocuencas”. Estas unidades representan áreas de captación de aguas delimitadas por líneas divisorias de aguas y se estructuran espacialmente a través de un sistema de codificación particular (UICN, 2010, p. 3).

**Unidad Hidrográfica Mantaro** Zona geográfica que comprende el conjunto de ríos, lagos y acuíferos pertenecientes a la cuenca del río Mantaro, localizada en la región de Pasco, Perú. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2020).

**Cuenca Hidrográfica:** Una cuenca hidrográfica es una extensión territorial en la cual las precipitaciones convergen hacia un punto de drenaje común, como un río, lago o mar. Esta área está delimitada por divisorias de aguas, que corresponden a las elevaciones topográficas que separan una cuenca de otra. Las cuencas hidrográficas son esenciales para el ciclo hidrológico, ya que capturan y regulan tanto las aguas superficiales como las subterráneas, desempeñando un papel crucial en la sostenibilidad de los ecosistemas, la producción agrícola y el suministro de agua. (López, 2014).

**Fuentes Puntuales de Contaminación:** Fuentes de contaminación claramente identificables, tales como las descargas puntuales provenientes de industrias o estaciones de tratamiento de aguas residuales. (United States Environmental Protection Agency, 2019).

**Fuentes No Puntuales de Contaminación:** “Contaminación que proviene de áreas amplias y difusas, como la escorrentía agrícola y la urbanización, complicando su control y monitoreo”. (National Research Council, 2001).

#### **2.4. Enfoque filosófico - epistémico**

El enfoque filosófico-epistémico de la investigación comprende los fundamentos filosóficos que guían la generación de conocimiento, así como los procedimientos mediante los cuales se construye dicho conocimiento, considerando los métodos empleados, los objetos de estudio y la interpretación de los datos. Para el análisis de los datos obtenidos del seguimiento de la calidad de los cuerpos de agua superficiales, se adoptan diversas perspectivas filosóficas, siendo la más pertinente para esta investigación el epistemicismo ambiental junto con un enfoque empírico-científico. A continuación, se presenta la estructura del enfoque filosófico-epistémico aplicado en este estudio.

##### **1. Epistemología Empírica y Científica:**

La investigación sobre la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) se fundamenta en un enfoque epistemológico empírico-científico, donde el conocimiento se obtiene a través de la observación sistemática, la obtención de datos cuantitativos y su análisis riguroso. En este marco, se enfatiza la objetividad y exactitud de las mediciones, utilizando estándares nacionales e internacionales de calidad ambiental para el agua,

con el fin de evaluar el estado de los recursos hídricos. El proceso de recopilación de datos comprende monitoreo de campo, análisis en laboratorio y aplicación de métodos estadísticos, componentes esenciales del enfoque empírico aplicado.

## **2. Epistemología Ambiental**

Un aspecto esencial de la investigación es el reconocimiento de la interdependencia entre los seres humanos, sus actividades y los recursos naturales, en particular el agua. Desde la perspectiva de la epistemología ambiental, el conocimiento sobre la calidad del agua va más allá de un enfoque técnico, integrando la comprensión de los impactos del uso humano en el entorno. Este enfoque sostiene que los problemas ecológicos, como la contaminación del agua, deben abordarse mediante un marco interdisciplinario que combine evidencia científica con consideraciones éticas y sociales, incorporando aspectos de sostenibilidad y los derechos humanos vinculados al acceso a agua potable.

## **3. Conocimiento Técnico y Normativo**

Otro componente del enfoque epistemológico se focaliza en la validación y comparación de los resultados obtenidos con respecto a los estándares de calidad ambiental establecidos para los recursos hídricos. En este marco, el conocimiento se construye conforme a un marco regulatorio que establece umbrales específicos para los indicadores de calidad del agua, tales como pH, turbidez y concentración de metales pesados. Desde una perspectiva epistemológica, la validación de estos estándares permite determinar si las condiciones ambientales cumplen con los límites aceptables o si requieren medidas correctivas. Así, la interpretación de los datos científicos se articula

con la normativa que define los parámetros permisibles para garantizar el bienestar ambiental y la salud humana.

#### **4. Perspectiva de los valores en la ciencia**

Aunque se adopta un enfoque científico y empírico, es importante reconocer que las ciencias ambientales, especialmente en la gestión de recursos hídricos, no son totalmente neutrales. Las decisiones relacionadas con la selección de indicadores, su interpretación y la definición de umbrales aceptables están influenciadas por valores éticos y sociales. En este marco, la investigación se fundamenta en una epistemología orientada a la sostenibilidad, que requiere equilibrar el conocimiento técnico con la responsabilidad social y ambiental, asegurando que los resultados contribuyan a la conservación de los ecosistemas y al bienestar de las comunidades involucradas.

#### **5. Enfoque de la ciencia y la política:**

Desde una perspectiva epistemológica, se reconoce que los datos obtenidos del muestreo de la calidad del agua trascienden la mera información técnica, impactando directamente en la formulación de políticas públicas para la gestión hídrica. La interpretación de los datos de calidad del agua en relación con los estándares ambientales constituye una ciencia aplicada que orienta decisiones regulatorias sobre actividades industriales, agrícolas y urbanas que pueden influir en la calidad de los recursos hídricos.

En síntesis, el enfoque filosófico-epistémico de esta investigación se fundamenta en una epistemología científica y empírica, basada en la observación detallada de parámetros de calidad del agua. Asimismo, se reconoce la relevancia de los valores y normativas que orientan la

interpretación de dichos resultados dentro de un contexto ambiental y social, evidenciando la interrelación entre ciencia, ética y política en la gestión de los recursos hídricos.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para la presente investigación es Descriptiva y Correlacional por las siguientes razones:

**Investigación Descriptiva:** La presente investigación está orientada a la obtención y análisis de datos relacionados con la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), efectuando una evaluación comparativa frente a los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECAS). Su propósito principal es caracterizar el estado vigente de la calidad hídrica, determinando los niveles de diversos parámetros físico-químicos y verificando su conformidad con los límites normativos establecidos. Este método se fundamenta en la observación y registro del contexto actual, sin intervenir ni modificar las variables estudiadas.

**Investigación Correlacional:** Aunque la investigación es principalmente descriptiva, también incluye un análisis correlacional en el que se examina la relación entre diferentes factores que influyen en la calidad del agua, como actividades agrícolas, industriales o urbanas en la cuenca. Esto permite entender

mejor los patrones de calidad del agua y la posible influencia de diversas variables sobre el cumplimiento de los ECAS.

### **3.2. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación de la presente investigación se clasifica en varios niveles, teniendo en cuenta los objetivos y métodos planteados. En este caso, la investigación se describe como descriptiva y correlacional, y estos tipos de investigación se encuentran en el nivel exploratorio y relacional respectivamente y se explica a continuación:

#### **a. Nivel Descriptivo:**

El estudio fue concebido para caracterizar el estado vigente de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del Mantaro (ALA Pasco). Para ello, se llevó a cabo la recopilación de datos referentes a distintos parámetros de calidad del agua, tales como pH, turbidez y concentración de metales pesados, entre otros, los cuales fueron evaluados en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAS). El propósito consistió en observar, analizar y documentar la condición actual del recurso hídrico, sin realizar alteraciones en las variables, limitándose únicamente a la recolección y procesamiento de la información existente.

#### **b. Nivel Correlacional:**

Aunque la investigación es principalmente de carácter descriptivo, incluye un componente correlacional que analiza las interrelaciones entre variables, tales como las actividades agrícolas, industriales y urbanas en la cuenca del Mantaro, y los indicadores de calidad del agua. Este análisis correlacional tiene como finalidad establecer la influencia que dichas actividades ejercen sobre los resultados del monitoreo hídrico, evaluando la existencia de

asociaciones significativas entre la presencia de determinados contaminantes y las actividades antropogénicas en la zona. De este modo, el estudio busca identificar patrones de comportamiento y posibles relaciones causa-efecto, ubicándose dentro del nivel correlacional o explicativo.

**c. Nivel Aplicado:**

Considerando que la investigación se basó en la evaluación del cumplimiento de los estándares de calidad del agua en una región específica, se enmarca dentro de un enfoque aplicado. Su propósito trasciende la mera generación de conocimiento teórico sobre la calidad del recurso hídrico, orientándose a la producción de información relevante para la gestión sostenible del agua en la cuenca. Esta información resulta de interés tanto para formuladores de políticas públicas como para gestores locales de recursos hídricos y ambientales.

En síntesis, el estudio se clasifica como exploratorio en su componente descriptivo y correlacional en su análisis de relaciones entre variables. El enfoque integral del proyecto es de carácter práctico, consolidándolo como una investigación de nivel aplicado.

**3.3. Característica de la Investigación**

Estas características garantizan que la investigación sea rigurosa, relevante y útil para la gestión de los recursos hídricos en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco).

La principal característica de esta investigación es que es de tipo no experimental y descriptiva, ya que no se llevó a cabo ninguna intervención, sino que se describieron los hechos tal como sucedieron. Cabe resaltar que posee un enfoque descriptivo porque esta investigación tiene como objetivo describir y

documentar el estado actual de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), sin intentar modificar variables o realizar experimentos.

Así mismo la investigación posee ciertas características específicas que a continuación se pasan a describir:

- **Objetividad**, la investigación se basó en datos cuantitativos y cualitativos recopilados de manera imparcial, sin sesgos personales, asegurando que los resultados reflejen con precisión la realidad de la calidad del agua.
- La investigación se considera **procedimental** porque siguió un procedimiento establecido sistemático para obtener los resultados. Se inició con una idea inicial, continuando con la formulación de la hipótesis y, finalmente, buscando alcanzar los resultados esperados.
- **Temporalidad**, ya que el análisis de la calidad del agua se realizó en un período específico, lo permitió la identificación de patrones o tendencias en un tiempo específico.
- **Es sistemática**, porque utilizó métodos estandarizados para la recolección y análisis de datos, lo que permitió una comparación coherente de los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAS).
- **Es estructurada**, porque cada componente de la investigación estuvo interconectada, lo que implicó que las variables de estudio pudieron relacionarse entre sí. (Zita, A. 2022)

La relación existente con variables externas, aunque el enfoque principal fue descriptivo, porque la investigación incluyó un análisis de la correlación entre la calidad del agua y factores externos, como actividades humanas y condiciones ambientales, para enriquecer la comprensión de los resultados.

### 3.4. Métodos de Investigación

El método de investigación garantiza un análisis exhaustivo y riguroso de la calidad de los recursos hídricos en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), aportando así a una mejor comprensión de los retos y oportunidades en la gestión del recurso agua.

La metodología empleada es de carácter mixto, integrando enfoques cuantitativos y cualitativos. Predominantemente, el estudio se basó en datos cuantitativos, tales como las concentraciones de contaminantes y el comportamiento de los parámetros de calidad del agua. Sin embargo, también incorporó un análisis cualitativo orientado a interpretar los resultados del monitoreo en relación con la normativa ambiental vigente (Estándares de Calidad Ambiental para Agua), permitiendo evaluar su grado de cumplimiento y su impacto en la protección ambiental y la salud de las comunidades circundantes.

### 3.5. Diseño de investigación

El diseño de investigación más adecuado para este estudio fue un diseño no experimental de tipo descriptivo y correlacional y se fundamenta a continuación:

- **Descriptivo:** Se centró en describir las características actuales de la calidad del agua en la cuenca del Mantaro (ALA Pasco), comparándolas con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos.
- **Correlacional:** Se buscó identificar las relaciones entre las actividades humanas (agricultura, industria, urbanización) y la calidad del agua, mediante el análisis de la correlación entre estas variables.

### **3.6. Procedimiento del muestreo**

#### **3.6.1. Población**

El estudio considera como población de análisis a todos los cuerpos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) 2022 – I.

#### **3.6.2. Muestra**

El grupo seleccionado para el análisis en esta investigación estuvo representado por la red de puntos de muestreo que está conformada por 50 puntos ubicados en el ámbito de la Administración Local de Agua Pasco (ALA Pasco) y es el siguiente:

Los resultados de los parámetros in situ y de los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se evaluaron de manera comparativa con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Agua, de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM según la categoría asignada al cuerpo natural de agua. A continuación, se presentan en las siguientes tablas los sitios de control de la calidad de aguas superficiales dentro de la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA Pasco – 2022 – I y los Parámetros evaluados y número de muestras en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro – Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco):

*Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la calidad del agua superficial de la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA Pasco –  
2022 - I*

N°	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud
				Este	Norte	m.s.n.m
1	CATEGORIA 3	RSjua2	Río San Juan, aproximadamente a 25 m después del puente que dirige a la Comunidad Campesina Pacoyán (margen derecha).	356066	8816663	4192
2		RSjua3	Río San Juan, aproximadamente a 22 m después del puente Los Ángeles, carretera hacia la Comunidad Campesina de Sacra Familia.	356767	8813331	4192
3		RSjua5	Río San Juan, aproximadamente a 150 m antes de la confluencia con el río Andacancha.	359922	8805498	4149
4		RSjua10	Río San Juan, aproximadamente 100 m después de la confluencia con el río Ragra. (margen izquierda).	356657	8815337	4190
5		RSjua11	Río San Juan, aproximadamente 100 m después de las actividades de las caleras (margen derecha).	356574	8808188	4209
6		RRagr1	Río Ragra, canal derecho aproximadamente a 60 m antes de la confluencia con el canal izquierdo (margen izquierdo).	359197	8816930	4245
7		RRagr2	Río Ragra, canal izquierdo aproximadamente a 40 m antes de la confluencia con el canal derecho (margen derecha).	359175	8816894	4255
8		RRagr3	Río Ragra, aproximadamente a 50 m antes de tributar al río San Juan (margen derecha).	356709	8815509	4195
9		RRagr4	Río Ragra, después del vertimiento de aguas residuales tratadas de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.	358804	8816968	4236
10		RRagr5	Río Ragra, antes del vertimiento de aguas residuales tratadas de la Empresa Administradora Cerro S.A.C.	359016	8816968	4243

<b>11</b>		<b>RRagr6</b>	Río Ragra, inicio de canal margen izquierdo.	361530	8818578	4314
<b>12</b>		<b>RRagr7</b>	Río Ragra, inicio de canal margen derecho.	361473	8819590	4319
<b>13</b>		<b>RGash1</b>	Río Gashan, aproximadamente a 120 m después de la confluencia con el río Huarapampa.	356658	8811960	4185
<b>14</b>		<b>RAnda2</b>	Río Andacancha, aproximadamente a 200 m antes de las pozas de colección de las aguas de la quebrada Andacancha.	356658	8811960	4185
<b>15</b>	<b>CATEFORIA 4</b>	<b>LAlca1S</b>	Laguna Alcacocha, altura de la salida de la laguna (margen derecha).	355662	8827209	4343
<b>16</b>		<b>RSjua6</b>	Río San Juan, aproximadamente a 22 m después del puente antiguo, carretera hacia Huayllay (margen derecha).	360351	8805265	4142
<b>17</b>		<b>RSjua7</b>	Río San Juan, aproximadamente a 300 m después de la confluencia con el río Blanco (margen derecha).	361625	8798661	4111
<b>18</b>		<b>RSjua13</b>	Río San Juan, aproximadamente 100 m después del vertimiento del establecimiento penitenciario Cochamarca (margen derecha).	361417	8794470	4098
<b>19</b>		<b>LAcuc1S</b>	Laguna Acucocha, a la salida de la laguna.	333328	8807264	4497
<b>20</b>		<b>LPunr1S</b>	Laguna Punrún, a la salida de la laguna.	344473	8802982	4310
<b>21</b>		<b>LPunr2S</b>	Laguna Punrún, cerca de la población Jumasha.	333366	8802075	4322
<b>22</b>		<b>RBlan1</b>	Río Blanco, aproximadamente 100 m después del puente río Blanco.	360395	8799614	4113
<b>23</b>		<b>LAnga1S</b>	Laguna Angascancha, en la represa de la laguna.	364087	8812201	4356
<b>24</b>		<b>LYana1S</b>	Laguna Yanacocha, altura de la represa antigua.	366248	8809011	4271
<b>25</b>		<b>LPata1S</b>	Laguna Patarcocha, cercano a la estación de bombeo.	362977	8818324	4338
<b>26</b>		<b>LQuilc1S</b>	Laguna Quilcamachay, al extremo sureste de la laguna	359540	8820136	4293
<b>27</b>		<b>LYanm2S</b>	Laguna Yanamate, al lado sur este de la laguna.	363550	8814979	4336
<b>28</b>		<b>LQuiu1S</b>	Laguna Quiulacocha, al extremo oeste de la laguna.	359319	8816844	4274

29		<b>RColo1</b>	Río Colorado, aproximadamente a 600 m del puente.	357782	8791311	4119
30		<b>LHuar1S</b>	Laguna Huaroncocha, frente a la presa de relaves de la Compañía Minera Chungar S.A.	344879	8779262	4607
31		<b>LHuar2S</b>	Laguna Huaroncocha, cerca al punto de captación de agua para uso poblacional de Huayllay.	343809	8779298	4603
32		<b>LNati1S</b>	Laguna Naticochoa, altura de la salida de la laguna.	344275	8781209	4607
33		<b>RSjos1</b>	Río San José, antes de la población de Huayllay.	349514	8783404	4170
34		<b>RAnti1</b>	Río Anticona, a 15 m después del puente Anticona.	354222	8786148	4359
35		<b>LPalc3S</b>	Laguna Palcash, a la salida de la laguna.	368302	8806184	4307
36		<b>LDupa1S</b>	Delta Upamayo, altura del puente Upamayo - Centro Poblado San Pedro de Pari.	361991	8792461	4082
37		<b>LChin1S</b>	Lago Chinchaycocha, frente al centro poblado San Pedro de Pari.	365834	8787653	4098
38		<b>LChin2S</b>	Lago Chinchaycocha, al suroeste de Ninacaca.	373674	8786260	4095
39		<b>LChin3S</b>	Lago Chinchaycocha, al noreste del mirador del Lago Chinchaycocha	372387	8782875	4095
40		<b>LChin4S</b>	Lago Chinchaycocha, al noroeste de la localidad de Huayre.	382187	8785086	4095
41		<b>LChin5S</b>	Lago Chinchaycocha, al noroeste del centro poblado de Chuiroc.	378674	8784423	4095
42		<b>LChin6S</b>	Lago Chinchaycocha, centro del Lago Chinchaycocha.	379249	8781270	4098
43		<b>LChin7S</b>	Lago Chinchaycocha, al este del mirador del Lago Chinchaycocha	375616	8780462	4098
44		<b>LChin8S</b>	Lago Chinchaycocha, al suroeste de la localidad de Huayre.	383321	8781592	4095
45		<b>LChin9S</b>	Lago Chinchaycocha, al este de Ondores.	379943	8777292	4095
46		<b>LChin10S</b>	Lago Chinchaycocha, al Noroeste de la localidad de Junín.	383683	8778048	4095
47		<b>RChac1</b>	Río Chacachimpa, al lado oeste de la localidad de Junín.	388514	8766049	4100
48		<b>RCarh1</b>	Río Carhuamayo, a 300 m de la localidad de Carhuamayo.	382201	8792150	4105

<b>49</b>		<b>RHual1</b>	Río Hualamayo, a 300 m de la localidad de Ondores.	375416	8774213	4105
<b>50</b>		<b>RPoma1</b>	Río Pomahuaílín, frente a la localidad de Vicco.	366367	8793860	4100

**Fuente: ANA (2022) /INFORME TECNICO N° 0025-2022-ANA-AAA.MAN/MAP.**

Para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), se realizaron los análisis de los siguientes parámetros en el monitoreo del ámbito de la Administración Local de Agua Pasco (ALA Pasco).

**Tabla 2.** UHM (ALA Pasco): Variables analizadas y cantidad de muestras recolectadas en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro –

2022

PARÁMETROS	ALA PASCO		TOTAL
	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	
<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Sólidos Suspendedos Totales (SST)</b>	--	20	<b>20</b>
<b>Cloruros</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Sulfatos</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Sulfuros</b>	--	20	<b>20</b>
<b>Fósforo Total</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Nitratos</b>	--	20	<b>20</b>
<b>Nitrógeno Total</b>	--	12	<b>12</b>
<b>Aceites y grasas</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Bicarbonatos</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Cianuro WAD</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Conductividad</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Detergentes (SAAM)</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Fenoles</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Fluoruros</b>	14	--	<b>14</b>
<b>Oxígeno Disuelto</b>	14	20	<b>34</b>
<b>pH</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Amoníaco - N</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Coliformes termotolerantes</b>	14	20	<b>34</b>
<b>Metales y metaloides (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn).</b>	14	20	<b>34</b>

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) – Autoridad Administrativa del Agua Mantaro – PGIRH

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de datos en la presente investigación, se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

#### a. Técnicas:

- **Recolección de Datos:** La recolección de datos primarios se basó en los resultados del control de la calidad del agua superficial, incluyendo tanto los parámetros medidos in situ como aquellos analizados en laboratorio a partir de las muestras obtenidas durante la campaña de monitoreo realizada por la Autoridad Local del Agua (ALA) Pasco en la Unidad Hidrográfica Mantaro, correspondiente al primer semestre de 2022. Los parámetros fueron evaluados y analizados conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA), específicamente para la Categoría 3, Subcategorías D1 y D2, y la Categoría 4, Subcategorías E1 y E2. Luego se pasó a recolectar los datos secundarios, que consistió en la revisión de estudios previos, informes de monitoreo existentes y estadísticas oficiales relacionadas con la calidad del agua en la región, entre otros.
- **Sistema de Análisis:** Se utilizaron métodos estandarizados para la recolección y análisis de datos, lo que permitió la comparación coherente de los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECAS).
- **Análisis de Cumplimiento:** El análisis se centró en determinar si los parámetros de calidad del agua cumplen con los estándares establecidos, lo que se alinea con los objetivos de una investigación descriptiva.

#### **b. Instrumentos:**

- Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua), de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM según la categoría asignada al cuerpo natural de agua.
- ANA (2022) Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro 2022 - I (4996). Informe Técnico N° 0025-2022-ANA-AAA.MAN/MAP.
- Reportes de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Mantaro (ALA Pasco) – Primer semestre 2022.

#### **3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Las técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de datos consisten en una serie de procedimientos metodológicos diseñados para recopilar, estructurar e interpretar la información requerida. Entre estas técnicas se consideraron las siguientes actividades:

- **Gestión institucional:** Se llevó a cabo la coordinación administrativa con la Autoridad Local del Agua (ALA) Pasco, con el objetivo de acceder oficialmente a los informes técnicos del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Mantaro, correspondientes al periodo 2022-I.
- **Sistematización de datos:** La información obtenida fue organizada mediante tablas y representaciones gráficas, facilitando su análisis estructurado y comparativo.
- **Análisis e interpretación normativa:** Los resultados fueron analizados e interpretados con base en la normativa ambiental vigente, específicamente los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), a fin de

evaluar el grado de cumplimiento de los valores límites permisibles establecidos para las diferentes categorías y subcategorías aplicables al entorno evaluado.

- **Comparación con Estándares:** Se efectuó la evaluación de los resultados obtenidos en relación con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECAS) establecidos por el Ministerio del Ambiente del Perú, determinando de esta manera el grado de cumplimiento.

### 3.9. Orientación Ética

La investigación aquí presentada, se adhiere a principios éticos fundamentales que guiaron todo el proceso de la investigación. A continuación, se detallan las orientaciones éticas que se siguieron:

- **Respeto a la Comunidad:**

**Valoración de Conocimientos Locales:** Se tomó en cuenta la experiencia y el conocimiento local sobre el uso y la calidad del agua, integrando estas perspectivas en el análisis.

- **Transparencia:**

**Divulgación de Metodologías y Resultados:** Se informó a las partes interesadas sobre la metodología utilizada y los resultados obtenidos. Esto incluye la sustentación de los resultados y publicación de la investigación de manera accesible y comprensible.

**Responsabilidad en la Comunicación:** Se comunicará de manera responsable y precisa cualquier hallazgo relacionado con la calidad del agua, evitando alarmismos innecesarios.

- **Protección del Medio Ambiente:**

**Promoción de la Conservación:** Los resultados de la investigación se utilizarán para promover la conservación y la gestión sostenible de los recursos hídricos en la región.

- **Ética en la Investigación Científica:**

**Integridad y Honestidad:** Se garantiza la integridad científica en todas las etapas de la investigación, desde la recolección de datos hasta la interpretación de resultados y la redacción del informe final.

- **Confidencialidad:**

**Protección de Datos Sensibles:** Se protegerán en todo momento los datos proporcionados por las partes interesadas, garantizando que la información recopilada se manejó de manera confidencial y se utilizó solo para los fines establecidos en la investigación.

- **Beneficio Social:**

**Orientación hacia la Acción:** La investigación tiene como objetivo el contribuir a la mejora de la calidad del agua y el bienestar de las comunidades locales, proponiendo recomendaciones basadas en los hallazgos que benefician a la población y al entorno.

Al seguir estas orientaciones éticas, la investigación buscó no solo cumplir con estándares científicos, sino también promover el respeto, la transparencia y la responsabilidad social y ambiental en el análisis de la calidad de los recursos hídricos.

Esta investigación ha sido estructurada de manera rigurosa y proporciona información relevante sobre una problemática ambiental de interés tanto para la población del área de estudio como para las autoridades locales y

regionales. La información presentada se basa en datos primarios provenientes de fuentes confiables, fueron procesados conforme a las normas metodológicas establecidas por la UNDAC, a cargo del área de Grados y Títulos.

Los hallazgos y el análisis fueron desarrollados en concordancia con los objetivos específicos, las evidencias obtenidas y las hipótesis formuladas. Se concluye que el presente estudio representa una contribución original, necesaria y pertinente para la comprensión y gestión de la calidad ambiental de los recursos hídricos en la zona de influencia.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Con el fin de obtener los resultados del presente análisis, se procedió a recopilar información relacionada con la calidad del agua superficial, tomando como referencia el Plan de Trabajo para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Mantaro – periodo 2022-I. Este plan fue aprobado por la Autoridad Administrativa del Agua X Mantaro, en coordinación con la Autoridad Local del Agua (ALA) Pasco y el Proyecto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. En este contexto, se llevó a cabo un monitoreo integral de la cuenca del Mantaro entre el 19 de abril y el 17 de mayo de 2022, constituyendo la base técnica sobre la cual se sustenta la información que se presenta a continuación.

##### **4.1.1. Identificación de fuentes contaminantes del año 2018-2020 de los recursos hídricos de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro (AAAM)**

La actualización del Inventario de Fuentes Contaminantes (IFC) en la cuenca del río Mantaro se llevó a cabo mediante cuatro campañas de campo,

desarrolladas en los siguientes periodos: del 28 de mayo al 5 de julio de 2018 (primera campaña), del 9 al 29 de abril de 2019 (segunda campaña), del 25 de julio al 5 de agosto de 2019 (tercera campaña) y del 16 al 30 de julio de 2020 (cuarta campaña). Estas actividades se ejecutaron conforme a los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución Jefatural N.º 136-2018-ANA.

Como resultado del proceso de identificación, se registró un total de 598 fuentes contaminantes en la Unidad Hidrográfica Mantaro. De estas, el 4,2 % son de origen natural y el 95,8 % corresponden a fuentes de origen antropogénico. Entre las 573 fuentes de origen antropogénico, se determinó que el 74,7 % están asociadas a descargas de aguas residuales, el 17,8 % a residuos sólidos y el 7,5 % a vertimientos directos de sustancias contaminantes.

En cuanto a las aguas residuales, principal fuente de contaminación en la unidad hidrográfica estudiada, se identificó que el 78,7 % corresponde a descargas de origen municipal, el 10,5 % a domésticas, el 6,5 % a actividades agropecuarias, el 1,6 % a procesos agroindustriales, otro 1,6 % a operaciones minero-metalúrgicas, y tanto el sector energético como el industrial (procesamiento de productos alimenticios) representan el 0,5 % cada uno. Esta caracterización abarca la totalidad de las fuentes contaminantes registradas por la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro (AAAM) en su jurisdicción. (Consultar anexos: Fuentes contaminantes identificadas en el ámbito de la ALA Pasco, según la AAAM).

*Tabla 3. Origen de contaminantes detectados de acuerdo con la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, 2022.*

UH	Código Pfafstetter UH	Origen de la FC /1	Naturaleza de la FC /1	Tipo de FC /1	Número de FC /1	Sub Total
<b>MANTARO</b>	<b>4996</b>	<b>NATURAL</b>	<b>Aguas Naturales</b>	Aguas Minero – Medicinal (Mineral).	7	22
				Agua Minero – Medicinal (Termo – Mineral).	15	
			<b>Depósitos Naturales</b>	Depósitos No metálicos	1	3
				Depósitos Metálicos	2	
		<b>ANTROPOGÉNICA</b>	<b>Aguas Residuales</b>	Agroindustriales	7	428
				Agropecuarios	28	
				Domésticas	45	
				Energéticas	2	
				Industriales	2	
				Minero metalúrgicas	7	
				Municipales	337	
			<b>Residuos Sólidos</b>	Gestión Municipal	53	102
				Gestión NO municipal, No peligrosos	18	
				Gestión No municipal, Peligrosos	31	
			Lavado de Material No Metálico	22	43	
			Material de Construcción	1		
			Lavado de Vehículo	2		
			Lavado de Ropa	7		
Lavado de alimentos	3					
Extracción de Material de acarreo	4					

		<b>Sustancias Dispuestas "In situ"</b>	Derrame de Hidrocarburos	1	
			Construcción de Pozos Sépticos	1	
			Construcción de Buzones	1	
			Agua de Proceso Minero	1	
<b>TOTAL</b>					<b>598</b>

**Pd: 1/FC es fuente contaminante.**

**Fuente: Autoridad Nacional de Agua (ANA), 2022.**

#### 4.1.2. Vertimientos Autorizados

De acuerdo a la información obtenida del Registro Administrativo de Autorizaciones de Vertimientos y Reúso de la Autoridad Nacional del Agua al año 2022, en el ámbito de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) se cuenta con las autorizaciones de vertimientos de agua residuales detalladas en la siguiente Tabla:

*Tabla 4. Vertimientos Autorizados según la Autoridad Nacional del Agua, setiembre 2022 - ALA Pasco*

ENTIDAD	U. OPERATIVA	RESOLUCIÓN DIRECTORAL	Tipo	Número de Vertimientos
<b>ALA PASCO</b>				
CORPORACIÓN MINERA CENTAURO	UNIDAD PRODUCCIÓN QUICAY	R.D. N° 0163-2022-ANA-DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas.	3
PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.	UNIDAD DE PRODUCCIÓN HUARON	R.D. N° 0166-2015-ANA-DGCRH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas.	1
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C	UNIDAD MINERA ANIMÓN	R.D. N° 0135-2020-ANA-DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas.	1
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A	UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE COLQUIJRCA – HUARAUCACA	R.D. N° 0010-2021-ANA-DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas tratadas.	1
SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A	UNIDAD DE PRODUCCION DE COLQUIJRCA	R.D.N° 0187-2019-ANA- DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas	1
INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO	E.P. COCHAMARCA - AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INTEMAMIENTO PENITENCIARIO	R.D. N° 0252_2016-ANA-DGCRH	Vertimiento de Aguas Residuales Municipales tratadas.	1
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	U.E.A. CERRO DE PASCO	R.D.N° 0115-2015-ANA-DGCRH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas (En proceso de renovación).	3
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	UNIDAD MINERA DE CERRO DE PASCO - DEPÓSITO DE RELAVES DE OCROYOC	R.D.N° 0099-2019-ANA- DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas.	1
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	UNIDAD MINERA DE CERRO DE PASCO	R.D.N° 0133-2019-ANA- DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales industriales tratadas.	1
OXIDOS DE PASCO S.A.C.	PLANTA DE ÓXIDO DE LA UNIDAD ECONÓMICA ADMINISTRATIVA CERRO DE PASCO	R.D. N° 0055-2019-ANA- DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas tratadas.	1
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLAY	PTARD HUAYCHAO	R.D. N° 0183-2018-ANA-DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales Municipales tratadas.	1
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SIMON BOLIVAR	PTAR SACRA FAMILIA	R.D. N° 136-2018-ANA-DCERH	Vertimiento de Aguas Residuales Domésticos tratadas.	1

Fuente: Autoridad Nacional de Agua (ANA), 2022.

#### **4.1.3. Parámetros Evaluados**

Los resultados de los parámetros in situ y de los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se evaluaron de manera comparativa con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua) contemplados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM según la categoría asignada al cuerpo natural de agua superficial.

##### **a. Parámetros medidos In Situ**

Los parámetros temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto fueron medidos in situ con el equipo multiparamétrico debidamente calibrado, y con número de certificación N° LFQ-028-2022, LFQ-029-2022, LFQ-030-2022, LFQ-031-2022, LFQ-032-2022, LFQ-033-2022, LFQ-034-2022 y LFQ-035-2022.

##### **b. Parámetros analizados en el Laboratorio**

Las muestras de agua colectadas en el monitoreo de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), fueron analizadas por un laboratorio cuyos métodos de ensayo cuentan con la acreditación de la NTP - ISO/IEC1 17025:2017, otorgado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), se realizaron los análisis de los siguientes parámetros:

**Tabla 5. Parámetros evaluados y número de muestras, en el ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro – ALA Pasco, 2022 I.**

<b>Número de parámetros evaluados en el ámbito de la AAA X Mantaro, según puntos de muestreo</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Según ALA y Categoría ECA</b>		<b>TOTAL</b>
	<b>ALA Pasco</b>		
	<b>Categoría 3</b>	<b>Categoría 4</b>	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	14	20	<b>34</b>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	14	--	<b>14</b>
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	--	20	<b>20</b>
Sólidos Disueltos Totales	--	--	--
Cloruros	14	--	--
Sulfatos	14	--	<b>14</b>
Sulfuros	--	20	<b>20</b>
Fósforo Total	14	20	<b>34</b>
Nitratos	--	20	<b>20</b>
Nitrógeno Total	--	12	<b>12</b>
Aceites y Grasas	14	20	<b>34</b>
Bicarbonatos	14	--	<b>14</b>
Cianuro WAD	14	--	<b>14</b>
Conductividad	14	20	<b>34</b>
Detergentes SAAM	14	--	<b>14</b>
Fenoles	14	20	<b>34</b>
Fluoruros	14	--	<b>14</b>
Oxígeno disuelto	14	20	<b>34</b>
pH	14	20	<b>34</b>
Amoniaco - N	14	20	<b>34</b>
Coliformes Termotolerantes	14	20	<b>34</b>
E. Coli	--	--	--
Huevos de Helmintos	--	--	--
Metales y metaloides (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn).	14	20	<b>34</b>

**Fuente: ANA (2022)/Informe Técnico N° 0025-2022-ANA-AAA.MAN/MAP.**

#### **4.1.4. Resultados del análisis de parámetros en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)**

Los resultados obtenidos de los parámetros medidos directamente en campo (in situ), así como los analizados en laboratorio a partir de las unidades muestrales recolectadas durante el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro 2022 – I (ALA Pasco), fueron analizados conforme a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Esta evaluación consideró la Categoría 1, Subcategoría A2; la Categoría 3, correspondiente al riego de cultivos y abastecimiento de agua para consumo animal (Subcategoría D1); y la Categoría 4, destinada a la conservación del ambiente acuático, Subcategoría E2. Los datos se presentan detalladamente en las tablas siguientes:

**Tabla 6. Informe sobre los resultados de los parámetros in situ y microbiológicos del agua superficial, categoría 3, de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, periodo 2022 – I – ALA Pasco.**

		Categoría 3								
		ECA-AGUA		Resultado						
		Cat.3-D1	Cat.3-D2	RAnda1	RGash1	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5
Nombre del Cuerpo de Agua				Río ANDACANCHA	Río Gasha	Río RAGRA				
Fecha monitoreo		DD/MM/YYYY	DD/MM/YYYY	27/04/2022	22/04/2022	20/04/2022	20/04/2022	21/04/2022	20/04/2022	20/04/2022
Hora Monitoreo		hh:mm	hh:mm	11:30	11:45	12:30	12:10	11:30	13:00	13:30
Nro del Informe del Ensayo analítico				MA2217677-A	MA2217218-A	MA2216705-A	MA2216705-A	MA2216902-A	MA2216705-A	MA2216705-A
Departamento				PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.3-D1	Cat.3-D2	RAnda1	RGash1	RRagr1	RRagr2	RRagr3	RRagr4	RRagr5
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>										
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=10	< 0,4	< 0,4	< 0,4	13,8	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoniaco-N	mg/L	---	---	2,741	< 0,01	1,302	10,31	9,779	12,19	2,083
Bicarbonatos	mg/L	<=518	---	41,2	180,3	335,6	212,6	172,9	212,9	301,4
Cianuro WAD	mg/L	<=0,1	<=0,1	< 0,0008	< 0,0008	0,0043	0,0029	< 0,0008	0,0273	< 0,0008
Cloruros	mg/L	<=500	---	8,58	0,363	13,808	17,658	14,83	22,23	13,506
Conductividad	(µS/cm)	<=2500	<=5000	2050	252,7	2366	654,7	2558	3056	1921
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=15	<=15	< 2,6	< 2,6	< 2,6	15,8	< 2,6	3,4	3,3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	<=40	<=40	< 4,5	< 4,5	4,5	36	< 4,5	22,3	8
Detergentes (SAAM)	mg/L	<=0,2	<=0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fenoles	mg/L	<=0,002	<=0,01	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0136	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fluoruros	mg/L	<=1	---	0,49	0,038	0,464	< 0,004	0,385	0,548	0,322
Fósforo Total	mg/L	---	---	< 0,01	< 0,01	0,225	4,06	0,422	0,433	0,638
Nitratos (NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	<=100	<=100	1,92	< 0,052	0,058	< 0,052	< 0,052	0,135	0,074
Nitritos-N	mg/L	<=10	<=10	< 0,002	< 0,002	0,058	< 0,002	< 0,002	0,135	0,074
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 4	= 5	8,171	12,5	3,45	3,968	4,666	3,546	3,539
pH	Unidad de PH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	8,477	8,876	7,692	8,031	7,958	8,214	7,8
Sulfatos	mg/L	<=1000	<=1000	1352,73	4,4	1438,41	142,79	1743,76	1993,02	1068,02
Temperatura	°C	±3	±3	15,95	14,645	13,007	12,512	11,617	13,201	12,805
<b>INORGANICOS</b>										
Aluminio	mg/L	<=5	<=5	0,98	0,112	0,645	1,474	0,56	0,46	0,849
Antimonio	mg/L	---	---	0,00135	< 0,00013	0,05196	0,00456	0,05843	0,02804	0,05739
Arsénico	mg/L	<=0,1	<=0,2	0,00458	0,00368	0,12334	0,0592	0,12291	0,06763	0,13458
Bario	mg/L	<=0,7	---	0,0223	0,0305	0,0431	0,0287	0,0296	0,0435	0,0437
Berilio	mg/L	<=0,1	<=0,1	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00015	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	0,00016	< 0,00003	0,00677	0,00481	0,01117	0,00426	0,01145
Boro	mg/L	<=1	<=5	0,029	< 0,006	0,041	< 0,006	0,042	0,047	0,031
Cadmio	mg/L	<=0,01	<=0,05	0,00092	< 0,00003	0,01215	0,00706	0,00587	0,00885	0,01214
Calcio	mg/L	---	---	568,993	58,598	458,621	99,216	283,331	492,502	370,698
Cesio	mg/L	---	---	0,005	< 0,0003	0,0743	0,0007	0,0287	0,0483	0,0536

Cobre	mg/L	<=0,2	<=0,5	0,08223	< 0,00009	0,18536	0,34681	0,54435	0,13148	0,24235
Cromo Total	mg/L	<=0,1	<=1	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0022	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Estaño	mg/L	---	---	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00112	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	1,7913	0,1094	1,7788	0,1837	3,0307	2,8243	1,3681
Galio	mg/L	---	---	< 0,00012	0,00033	0,00143	0,00049	0,00147	0,0009	0,00129
Germanio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	---	---	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	<=5	---	0,6962	0,095	24,1569	21,2916	14,743	15,3156	25,6076
Lantano	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Litio	mg/L	<=2,5	<=2,5	0,0708	0,0011	0,2298	0,0126	0,1356	0,1714	0,1679
Lutecio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	---	<=250	55,237	2,27	233,274	12,34	193,262	317,667	166,532
Manganeso	mg/L	<=0,2	<=0,2	1,56982	0,02464	16,34428	2,80571	33,88973	58,02789	12,89747
Mercurio	mg/L	<=0,001	<=0,01	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	0,0002	< 0,00009	< 0,00009
Molibdeno	mg/L	---	---	0,00138	0,00041	0,00094	0,00116	0,00258	0,0013	0,00104
Niobio	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,2	<=1	0,0036	< 0,0006	0,0041	0,0101	0,0057	0,0055	0,0048
Plata	mg/L	---	---	0,00007	< 0,00001	< 0,00001	0,001055	0,000831	< 0,00001	< 0,00001
Plomo	mg/L	<=0,05	<=0,05	0,009	< 0,0006	0,0483	0,0901	0,0432	0,0413	0,0874
Potasio	mg/L	---	---	11,52	0,56	12,79	9,19	11,58	15,23	10,39
Rubidio	mg/L	---	---	0,0281	< 0,0009	0,0706	0,0099	0,0505	0,0702	0,0515
Selenio	mg/L	<=0,02	<=0,05	0,004	< 0,0013	0,003	< 0,0013	< 0,0013	0,0025	0,0023
Silice	mg/L	---	---	1,67	3,06	12,41	9,67	6,95	8,14	11,04
Silicio	mg/L	---	---	0,78	1,43	5,8	4,52	3,25	3,8	5,16
Sodio	mg/L	---	---	21,684	0,996	12,803	27,613	65,784	93,498	13,318
Talio	mg/L	---	---	0,00134	< 0,00006	0,05337	0,0014	0,0152	0,03143	0,03989
Tantalio	mg/L	---	---	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	---	---	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	---	---	< 0,0006	0,0015	0,0043	0,0124	0,0064	0,0031	0,0079
Vanadio	mg/L	---	---	0,0019	< 0,0003	0,0038	0,0031	< 0,0003	0,0022	0,0032
Wolframio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00009	< 0,00006	< 0,00006	0,00007
Zinc	mg/L	<=2	<=24	0,2259	< 0,0026	4,7953	2,7989	2,4238	2,7523	4,043
Zirconio	mg/L	---	---	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	0,00046	0,0017	< 0,00045
<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLÓGICOS</b>										
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=1000	2	4	< 1,8	< 1,8	4	4,5	< 1,8
Huevos de Helminths	Huevo/L	1	---	0	0	0	0	0	0	0

Nombre del Cuerpo de Agua		Categoría 3								
		ECA-AGUA		Resultado						
		Cat.3-D1	Cat.3-D2	RRagr6	RRagr7	RSjua10	RSjua11	RSjua2	RSjua3	RSjua5
		DD/MM/YYYY	DD/MM/YYYY	Río RAGRA	Río RAGRA	Río SAN JUAN				
Fecha monitoreo	hh:mm	hh:mm	20/04/2022	20/04/2022	21/04/2022	22/04/2022	19/04/2022	21/04/2022	27/04/2022	
Hora Monitoreo	MA2216705-A	MA2216705-A	MA2216902-A	MA2217218-A	MA2216569-A	MA2216902-A	MA2217677-A			
Nro del Informe del Ensayo analítico	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	
Departamento										
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.3-D1	Cat.3-D2	RRagr6	RRagr7	RSjua10	RSjua11	RSjua2	RSjua3	RSjua5
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>										
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=10	17,5	14,3	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoniaco-N	mg/L	---	---	18,31	7,048	4,236	2,448	0,017	4,27	2,878
Bicarbonatos	mg/L	<=518	---	310,5	254,4	178,7	< 1,2	159,9	82,6	154,8
Cianuro WAD	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,0032	0,0022	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	0,0103
Cloruros	mg/L	<=500	---	31,548	19,342	7,184	8,406	0,385	9,602	3,714
Conductividad	(µS/cm)	<=2500	<=5000	875,1	600,5	1418	1896	255,3	1572	850,4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=15	<=15	50,3	68,7	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	<=40	<=40	110,5	230,2	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5
Detergentes (SAAM)	mg/L	<=0,2	<=0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fenoles	mg/L	<=0,002	<=0,01	0,0524	0,0261	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fluoruros	mg/L	<=1	---	< 0,004	< 0,004	0,226	0,316	0,044	0,348	0,191
Fósforo Total	mg/L	---	---	5,246	2,204	0,291	1,118	< 0,01	0,141	0,174
Nitratos (NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	<=100	<=100	< 0,052	< 0,052	0,206	0,402	< 0,052	0,348	< 0,052
Nitritos-N	mg/L	<=10	<=10	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,084	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 4	= 5	3,675	4,076	4,538	7,123	7,542	3,819	7,283
pH	Unidad de PH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	8,312	8,073	8,113	3,1	8,653	6,962	8,355
Sulfatos	mg/L	<=1000	<=1000	69,51	82,36	586,15	1127,06	3,13	976,54	376,27
Temperatura	°C	±3	±3	10,213	10,8	14,12	15,46	11,709	14,27	14,765
<b>INORGANICOS</b>										
Aluminio	mg/L	<=5	<=5	0,858	0,728	0,323	9,272	0,053	0,976	3,113
Antimonio	mg/L	---	---	0,00279	0,00123	0,02878	0,04865	< 0,00013	0,03574	0,0043
Arsénico	mg/L	<=0,1	<=0,2	0,05012	0,01537	0,07568	1,86343	0,00567	0,22328	0,03489
Bario	mg/L	<=0,7	---	0,0272	0,0276	0,029	0,0433	0,0243	0,0261	0,0471
Berilio	mg/L	<=0,1	<=0,1	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00031	< 0,00006	< 0,00006	0,00011
Bismuto	mg/L	---	---	0,0047	0,00719	0,0072	0,05955	0,00012	0,01028	0,00138
Boro	mg/L	<=1	<=5	0,03	< 0,006	0,023	0,015	< 0,006	0,025	0,018
Cadmio	mg/L	<=0,01	<=0,05	0,00309	0,00158	0,00246	0,03392	< 0,00003	0,0063	0,00164
Calcio	mg/L	---	---	59,018	77,58	163,519	210,037	44,188	173,146	169,657
Cesio	mg/L	---	---	0,0006	0,0005	0,0135	0,0075	< 0,0003	0,0133	0,0039
Cobalto	mg/L	<=0,05	<=1	0,00169	0,00091	0,00127	0,00395	0,00013	0,00176	0,00205

Cromo Total	mg/L	<=0,1	<=1	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0099	< 0,0003	< 0,0003	0,0026
Estaño	mg/L	----	----	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00366	< 0,0001	< 0,0001	0,0003
Estroncio	mg/L	----	----	0,1007	0,107	1,4614	0,7819	0,0713	1,5424	0,691
Galio	mg/L	----	----	0,00027	0,00013	0,00081	0,03898	< 0,00012	0,0038	0,00097
Germanio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	----	----	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	<=5	----	5,8656	4,5272	7,7684	230,65	0,2321	22,3455	5,7476
Lantano	mg/L	----	----	0,002	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Litio	mg/L	<=2,5	<=2,5	0,0148	0,0038	0,0662	0,0334	< 0,0003	0,0692	0,0269
Lutecio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00007	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	----	<=250	7,044	9,497	94,674	59,734	5,901	108,399	40,971
Manganeso	mg/L	<=0,2	<=0,2	0,79344	2,12708	15,89902	13,13535	0,0276	17,94991	7,15235
Mercurio	mg/L	<=0,001	<=0,01	< 0,00009	< 0,00009	0,00023	0,00147	< 0,00009	0,0003	0,00025
Molibdeno	mg/L	----	----	0,00145	0,001	0,00352	0,00185	< 0,00006	0,00331	0,00173
Niobio	mg/L	----	----	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,2	<=1	0,0037	0,0035	0,0032	0,0099	< 0,0006	0,0028	0,0063
Plata	mg/L	----	----	< 0,00001	< 0,00001	0,000566	0,002961	< 0,00001	0,001208	0,001937
Plomo	mg/L	<=0,05	<=0,05	0,0346	0,0134	0,0278	0,0821	0,0015	0,0173	0,0112
Potasio	mg/L	----	----	15,67	8,79	5,88	4,86	0,59	6,13	3,21
Rubidio	mg/L	----	----	0,0152	0,0085	0,0238	0,0203	< 0,0009	0,0258	0,0122
Selenio	mg/L	<=0,02	<=0,05	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	----	----	9,69	7,62	5,24	2,98	4,16	5,01	12,47
Silicio	mg/L	----	----	4,53	3,56	2,45	1,39	1,94	2,34	5,83
Sodio	mg/L	----	----	58,337	36,363	32,84	19,17	1,217	34,043	16,387
Talio	mg/L	----	----	0,00034	0,00025	0,00717	0,01915	< 0,00006	0,00896	0,00208
Tantalio	mg/L	----	----	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	----	----	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	----	----	0,0154	0,0076	0,0048	0,0543	0,0014	0,0094	0,0465
Vanadio	mg/L	----	----	0,0021	< 0,0003	< 0,0003	0,0069	< 0,0003	< 0,0003	0,0158
Wolframio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	0,00057	< 0,00006	0,00007	0,00014
Zinc	mg/L	<=2	<=24	0,739	0,8378	1,162	11,1676	0,016	2,1459	0,3404
Zirconio	mg/L	----	----	0,00283	< 0,00045	< 0,00045	0,00142	< 0,00045	< 0,00045	0,00178
<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICOS</b>										
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=1000	5400	9200	2	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	----	0	0	0	0	0	0	0

**1/ Parámetros evaluados in situ.**

El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; “ ---- “significa, Parámetro no evaluado

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022

**Tabla 7. Informe sobre los resultados de los parámetros in situ y microbiológicos del agua superficial, categoría 4, de la Autoridad Administrativa del Agua Mantaro, periodo 2022 – I – ALA Pasco.**

		Categoría 4									
		ECA-AGUA Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	ECA-AGUA Cat.4-E2 Rios Costa y Sierra	LAcuc1S	LAlca1S	LAnga1S	LHuar2S	LNati1S	LPalc3S	LPata1S	LPunr1S
Nombre del Cuerpo de Agua				Laguna Natural Acucocha	Laguna Natural Alcacochoa	Otros Laguna Angascancha	Otros Laguna Huaroncocha	Laguna Natural NATICOCHA NORTE	Otros Laguna Palcash	Otros Laguna Patarcocha	Laguna Natural Punrún
Fecha monitoreo		DD/MM/YYYY	DD/MM/YYYY	09/05/2022	19/04/2022	28/04/2022	29/04/2022	29/04/2022	28/04/2022	10/05/2022	09/05/2022
Hora Monitoreo		hh:mm	hh:mm	14:30	15:10	14:00	11:30	10:00	12:40	11:30	15:30
Nro del Informe del Ensayo análítico				MA2219274-A	MA2216592-A	MA2217882-A	MA2217892-A	MA2217892-A	MA2217882-A	MA2219530-A	MA2219273-A
Departamento				PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	Cat.4-E2 Rios Costa y Sierra	LAcuc1S	LAlca1S	LAnga1S	LHuar2S	LNati1S	LPalc3S	LPata1S	LPunr1S
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>											
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	3,2	< 0,4
Amoniaco-N	mg/L	---	---	0,011	0,015	< 0,01	0,018	0,177	0,014	15,115	0,014
Cianuro Libre	mg/L	<=0,0052	<=0,0052	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Clorofila A	mg/L	<=0,008	---	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Conductividad	(µS/cm)	<=1000	<=1000	102,3	115,3	168,9	159,1	1815	255,9	657,9	237,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=5	<=10	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Fenoles	mg/L	<=2,56	<=2,56	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fósforo Total	mg/L	<=0,035	<=0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,157	3,393	< 0,01
Nitratos (NO3-)	mg/L	<=13	<=13	< 0,062	0,068	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062
Nitrógeno Total	mg/L	<=0,315	---	0,14	0,78	1,17	0,54	0,53	1,65	29,42	0,27
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 5	>=5	8,11	9,603	8,607	10,565	7,62	8,539	3,193	10,123
pH	Unidad de PH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	8,771	10,502	9,343	8,927	7,95	9,053	8,758	9,352
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	= 25	<=100	< 3	15	13	< 3	4	9	70	< 3
Sulfuros	mg/L	<=0,002	<=0,002	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	0,7062	< 0,0019
Temperatura	°C	±3	±3	14,178	11,203	12,848	11,31	20,58	11,835	14,228	13,12
<b>INORGANICOS</b>											
Aluminio	mg/L	---	---	0,017	1,042	0,039	0,012	0,118	0,024	0,106	0,005
Antimonio	mg/L	<=0,64	<=0,64	< 0,00013	< 0,00013	0,00116	0,00043	0,01234	0,00036	0,00089	0,00015
Arsénico	mg/L	<=0,15	<=0,15	0,0031	0,00253	0,00589	0,0073	0,05186	0,0173	0,00996	0,00483
Bario	mg/L	<=0,7	<=0,7	0,0055	0,0275	0,0089	0,0255	0,0357	0,0062	0,0222	0,027
Berilio	mg/L	---	---	< 0,00006	0,00067	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00013	< 0,00003
Boro	mg/L	---	---	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,006	2,433	< 0,006	0,013	0,017
Cadmio	mg/L	---	---	0,00007	0,00194	< 0,00003	0,00004	0,00007	< 0,00003	0,00014	< 0,00003
Cadmio Disuelto	mg/L	<=0,00025	<=0,00025	0,00005	0,0016	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00012	< 0,00003
Calcio	mg/L	--	--	27,274	11,052	32,406	27,446	395,422	69,308	39,367	45,888

Cobalto	mg/L	---	---	< 0,00003	0,00336	0,00005	0,00003	0,00031	0,0001	0,00042	< 0,00003
Cobre	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,01263	0,03284	0,00025	0,00017	0,00151	0,0003	0,00455	< 0,00009
Cromo Total	mg/L	---	---	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,0009	0,0005
Cromo VI	mg/L	<=0,011	<=0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estaño	mg/L	---	---	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0002	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	0,0271	0,0485	0,1936	0,2287	8,6548	0,0458	0,1058	0,3819
Galio	mg/L	---	---	< 0,00012	< 0,00012	0,00013	< 0,00012	0,00019	0,00012	0,00025	< 0,00012
Germanio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	---	---	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	---	---	< 0,0013	0,2444	0,0626	0,0292	0,1805	0,552	0,6331	0,0087
Lantano	mg/L	---	---	< 0,0015	0,0025	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Litio	mg/L	---	---	0,0004	0,0014	0,0006	0,0007	1,0701	< 0,0003	0,0048	0,0032
Lutecio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	---	---	3,157	1,297	3,991	2,901	35,818	7,569	4,903	4,784
Manganeso	mg/L	---	---	0,00094	1,51161	0,00961	0,04905	0,46709	0,35877	0,73926	0,00358
Mercurio	mg/L	<=0,0001	<=0,0001	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009
Molibdeno	mg/L	---	---	0,00027	0,00033	0,00013	0,00073	0,0512	0,00022	0,00052	0,00211
Niobio	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,052	<=0,052	< 0,0006	0,0058	< 0,0006	< 0,0006	0,0012	< 0,0006	0,0018	< 0,0006
Plata	mg/L	---	---	< 0,00001	0,000398	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Plomo	mg/L	<=0,0025	<=0,0025	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0006	<b>0,0089</b>	< 0,0006	<b>0,0101</b>	<b>0,0063</b>
Potasio	mg/L	---	---	0,29	1,86	1,91	0,93	13,93	1,23	12,82	0,78
Rubidio	mg/L	---	---	< 0,0009	0,0071	0,0011	< 0,0009	0,1032	< 0,0009	0,014	< 0,0009
Selenio	mg/L	<=0,005	<=0,005	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	---	---	1,85	8,92	0,67	1,39	38,43	3,21	10,53	2,18
Silicio	mg/L	---	---	0,86	4,17	0,32	0,65	17,97	1,5	4,92	1,02
Sodio	mg/L	--	--	0,246	1,163	0,568	2,836	86,354	0,385	55,852	2,931
Talio	mg/L	<=0,0008	<=0,0008	< 0,00006	0,00009	< 0,00006	< 0,00006	0,00046	< 0,00006	0,00042	< 0,00006
Tantalo	mg/L	---	---	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	---	---	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	---	---	0,0008	0,0026	< 0,0006	< 0,0006	0,003	< 0,0006	0,0193	< 0,0006
Vanadio	mg/L	---	---	< 0,0003	< 0,0003	0,0013	0,0007	0,0024	< 0,0003	0,0021	0,0131
Wolframio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0046	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	---	---	< 0,00006	0,00016	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Zinc	mg/L	<=0,12	<=0,12	0,0143	<b>0,1485</b>	0,0028	<b>0,2522</b>	0,0292	0,0046	0,0687	0,0216
Zirconio	mg/L	---	---	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045
<b>MICROBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICOS</b>											
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=2000	< 1,8	2	2	2	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Huevos de Helmintos	Huevo/L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**1/ Parámetros evaluados in situ.**

**El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; “ --- “significa, Parámetro no evaluado**

**Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022**

		Categoría 4									
		ECA-AGUA	ECA-AGUA	Resultado							
		Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	Cat.4-E2 Rios Costa y Sierra	LPunr2S	LQuil1S	LQuiu1S	LYanm2S	RAnti1	RBlan1	RColo1	RPoma1
Nombre del Cuerpo de Agua	DD/MM/YYY	DD/MM/YYY	Laguna Natural Punrún	Otros Laguna Quilcamachay	Otros Laguna Quiulacochoa	Otros Laguna Yanamate	Otros Río Anticona	Río BLANCO	Río Colorado	Otros Río Pomahuailín	
Fecha monitoreo			09/05/2022	10/05/2022	10/05/2022	10/05/2022	29/04/2022	27/04/2022	25/04/2022	10/05/2022	
Hora Monitoreo	hh:mm	hh:mm	12:00	10:00	10:45	12:30	15:00	14:30	13:00	15:00	
Nro del Informe del Ensayo analítico			MA2219273-A	MA2219530-A	MA2219530-A	MA2219530-A	MA2217888-A	MA2217638-A	MA2217396-A	MA2219532-A	
Departamento			PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	PASCO	
PARAMETROS	UNIDAD	Cat.4-E1 Lagunas y Lagos	Cat.4-E2 Rios Costa y Sierra	LPunr2S	LQuil1S	LQuiu1S	LYanm2S	RAnti1	RBlan1	RColo1	RPoma1
<b>FISICOS - QUIMICOS</b>											
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoniaco-N	mg/L	---	---	0,012	1,4	0,024	7,14	0,254	0,023	< 0,01	< 0,01
Cianuro Libre	mg/L	<=0,0052	<=0,0052	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Clorofila A	mg/L	<=0,008	---	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	---	---	---	---
Conductividad	(µS/cm)	<=1000	<=1000	219,3	218,9	10326	8,446	1365	223,8	182,4	209,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<=5	<=10	< 2,6	< 2,6	< 2,36	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Fenoles	mg/L	<=2,56	<=2,56	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0175	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fósforo Total	mg/L	<=0,035	<=0,05	< 0,01	0,333	0,027	6,519	0,049	0,061	< 0,01	< 0,01
Nitratos (NO3-)	mg/L	<=13	<=13	0,226	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	< 0,062	0,089	< 0,062
Nitrógeno Total	mg/L	<=0,315	---	0,19	1,59	0,24	18,21	---	---	---	---
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 5	>=5	8,14	7,817	3,394	4,77	8,126	7,183	8,707	8,723
pH	Unidad de PH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	9,012	8,47	2,332	1,782	8,88	9,52	8,809	8,81
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	= 25	<=100	12	93	9	10	5	7	< 3	< 3
Sulfuros	mg/L	<=0,002	<=0,002	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019
Temperatura	°C	±3	± 3	14,278	18	15,32	16,43	13,381	14,49	10,14	15,25
<b>INORGANICOS</b>											
Aluminio	mg/L	---	---	0,016	17,18	0,057	58,867	0,041	0,163	0,04	0,018
Antimonio	mg/L	<=0,64	<=0,64	0,00023	0,00112	0,00091	0,07379	0,01741	0,00042	< 0,00013	0,00041
Arsénico	mg/L	<=0,15	<=0,15	0,00425	1,40801	0,01007	12,07324	0,03428	0,00544	0,00276	0,00848
Bario	mg/L	<=0,7	<=0,7	0,0204	0,002	0,0156	0,0069	0,0197	0,0229	0,0339	0,0365
Berilio	mg/L	---	---	< 0,00006	0,00247	< 0,00006	0,0032	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	< 0,00003	0,00136	0,00096	0,11457	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00035
Boro	mg/L	---	---	0,015	0,064	< 0,006	0,07	1,223	0,022	0,016	< 0,006
Cadmio	mg/L	---	---	0,00005	0,23402	0,00039	0,20031	< 0,00003	0,00003	< 0,00003	0,00012
Cadmio Disuelto	mg/L	<=0,00025	<=0,00025	< 0,00003	0,23384	0,00025	0,2003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,00011
Calcio	mg/L	--	--	47,871	272,702	14,434	335,505	253,336	39,896	29,556	36,946

Cobalto	mg/L	---	---	< 0,00003	0,04344	0,00018	0,03058	0,00218	0,00006	< 0,00003	< 0,00003
Cobre	mg/L	<=0,1	<=0,1	< 0,00009	1,92082	0,0112	13,76043	0,02398	0,00073	< 0,00009	0,00373
Cromo Total	mg/L	---	---	< 0,0003	0,0185	< 0,0003	0,06	0,0212	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Cromo VI	mg/L	<=0,011	<=0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estaño	mg/L	---	---	< 0,0001	0,00046	< 0,0001	0,00443	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	0,382	1,2194	0,1414	1,3111	3,2649	0,392	0,2781	0,1557
Galio	mg/L	---	---	< 0,00012	0,03128	0,00098	0,24362	0,00029	< 0,00012	0,00016	< 0,00012
Germanio	mg/L	---	---	< 0,0006	0,001	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	---	---	< 0,00015	0,00018	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	---	---	0,0239	1570,258	1,846	988,0306	0,2633	0,125	0,0983	0,2915
Lantano	mg/L	---	---	< 0,0015	0,004	< 0,0015	0,0051	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Litio	mg/L	---	---	0,0027	0,1697	0,0007	0,116	0,4947	0,0034	0,0032	0,0013
Lutecio	mg/L	---	---	< 0,00006	0,00089	< 0,00006	0,00073	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	---	---	4,412	1590,632	7,773	116,108	32,103	4,191	3,511	7,063
Manganeso	mg/L	---	---	0,00223	602,00094	0,77028	46,58773	3,12408	0,00601	0,00399	0,02346
Mercurio	mg/L	<=0,0001	<=0,0001	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009	0,00015	< 0,00009	< 0,00009	< 0,00009
Molibdeno	mg/L	---	---	0,00209	0,03353	< 0,00006	0,00361	0,0439	0,00213	0,00074	0,0001
Niobio	mg/L	---	---	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Niquel	mg/L	<=0,052	<=0,052	< 0,0006	0,139	< 0,0006	0,0756	0,0064	0,0039	< 0,0006	< 0,0006
Plata	mg/L	---	---	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,000014	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001
Plomo	mg/L	<=0,0025	<=0,0025	< 0,0006	0,1984	0,0123	0,6589	0,0061	0,0009	< 0,0006	< 0,0006
Potasio	mg/L	---	---	0,78	1,15	0,47	9,36	9,68	0,71	0,65	0,74
Rubidio	mg/L	---	---	< 0,0009	0,0241	0,0011	0,0635	0,0594	0,001	0,002	0,001
Selenio	mg/L	<=0,005	<=0,005	< 0,0013	0,0198	< 0,0013	0,0057	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	---	---	1,73	26,38	1,59	17,94	29,78	2,41	9,07	5,59
Silicio	mg/L	---	---	0,81	12,33	0,74	8,38	13,92	1,13	4,24	2,61
Sodio	mg/L	---	---	2,756	13,816	2,748	7,237	49,294	2,68	3,022	3,435
Talio	mg/L	<=0,0008	<=0,0008	< 0,00006	0,02246	0,00039	0,10995	0,00074	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Tantalio	mg/L	---	---	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	---	---	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,007	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	---	---	< 0,0006	0,008	0,0018	0,1722	0,0018	0,0026	0,0013	0,0014
Vanadio	mg/L	---	---	0,0124	0,0077	< 0,0003	0,1275	0,0031	0,0123	0,0023	< 0,0003
Wolframio	mg/L	---	---	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0011	0,0022	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	---	---	< 0,00006	0,00482	< 0,00006	0,00441	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Zinc	mg/L	<=0,12	<=0,12	0,0206	285,4774	0,26	81,5698	0,2007	0,0043	0,004	0,0356
Zirconio	mg/L	---	---	< 0,00045	0,00126	< 0,00045	0,00141	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045	< 0,00045
<b>MICROBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICOS</b>											
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=2000	2	< 1,8	< 1,8	< 1,8	2	< 1,8	2	< 1,8
Huevos de Helminths	Huevo/L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**1/ Parámetros evaluados in situ.**

El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; “ --- ” significa, Parámetro no evaluado

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022

PARÁMETROS	CATEGORÍA 4						
	UNIDAD	ECA –AGUA Cat. 4 – E1 Lagunas y Lagos	ECA – AGUA Cat. 4 – E2 Ríos costa y sierra	RSjos1 Otros Río San José	RSjua13 Río San Juan	RSjua6 Río San Juan	RSjua7 Río San Juan
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA		DD/MM/YYY	DD/MM/YYY	29/04/2022	27/04/2022	27/04/2022	22/04/2022
Fecha Monitoreo		hh.mm	hh.mm	14:00	16:00	13:30	14:00
Hora monitoreo				MA2217888-A	MA2217638-A	MA2217638-A	MA2217116-A
Nº informe del ensayo analítico				PASCO	PASCO	PASCO	PASCO
Departamento							
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>							
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Amoniaco - N	mg/L	----	----	0,057	1,442	2,297	0,629
Cianuro Libre	mg/L	<=0,0052	<=0,0052	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	<b>0,0428</b>
Clorofila A	mg/L	<=0,008	---	---	---	---	---
Conductividad	(µS/cm)	<=1000	<=1000	<b>1337</b>	696,3	880,6	477,1
DBO5	mg/L	<=5	<=10	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6
Fenoles	mg/L	<=2,56	<=2,56	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Fósforo Total	mg/L	<=0,035	<=0,05	< 0,01	<b>0,112</b>	<b>0,196</b>	0,024
Nitratos (NO3-)	mg/L	<=13	<=13	< 0,062	0,394	< 0,062	< 0,062
Nitrógeno Total	mg/L	<=0,315	---	---	---	---	---
Oxígeno disuelto	mg/L	= 5	>=5	7,656	7,23	7,275	10,143
pH	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	8,409	8,372	8,275	8,177
SST	mg/L	= 25	<=100	8	26	<b>133</b>	13
Sulfuros	mg/L	<=0,002	<=0,002	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019	< 0,0019

Temperatura	°C	±3	± 3	10,91	14,93	14,83	14,305
<b>INORGÁNICOS</b>							
Aluminio	mg/L	---	---	0,171	0,606	3,215	0,326
Antimonio	mg/L	<=0,64	<=0,64	0,0036	0,00378	0,00465	0,00238
Arsénico	mg/L	<=0,15	<=0,15	0,02865	0,03001	0,04074	0,02156
Bario	mg/L	<=0,7	<=0,7	0,0263	0,0398	0,059	0,024
Berilio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006	0,00014	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	0,00012	0,00107	0,00147	0,00087
Boro	mg/L	---	---	0,809	0,018	0,021	0,016
Cadmio	mg/L	---	---	< 0,00003	0,00079	0,00189	0,00035
Cadmio Disuelto	mg/L	<=0,00025	<=0,00025	< 0,00003	<b>0,00068</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,00026</b>
Calcio	mg/L	---	---	281,032	104,029	139,345	96,087
Cesio	mg/L	--	--	0,03	0,0024	0,0047	0,0013
Cobalto	mg/L	---	---	0,00072	0,00101	0,00252	0,00048
Cobre	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,00883	0,06492	0,07137	<b>0,17595</b>
Cromo Total	mg/L	---	---	< 0,0003	0,0004	0,0019	< 0,0003
Cromo VI	mg/L	<=0,011	<=0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Estaño	mg/L	---	---	0,00121	< 0,0001	0,00025	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	5,5097	0,5604	0,6651	0,5248
Galio	mg/L	----	----	0,00036	0,00065	0,00144	0,00051
Germanio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Hafnio	mg/L	----	----	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015	< 0,00015
Hierro	mg/L	---	---	0,7648	2,5954	5,5456	1,5253
Lantano	mg/L	----	----	< 0,0015	< 0,0015	0,0016	< 0,0015
Litio	mg/L	---	---	0,2681	0,0167	0,0247	0,0108

Lutecio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006
Magnesio	mg/L	---	---	27,609	25,163	41,583	21,441
Manganeso	mg/L	---	---	1,11635	3,29575	7,08193	2,70962
Mercurio	mg/L	<=0,0001	<=0,0001	0,0001	<b>0,00064</b>	<b>0,00621</b>	<b>0,00037</b>
Molibdeno	mg/L	---	---	0,02491	0,00185	0,00179	0,00192
Niobio	mg/L	----	----	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Níquel	mg/L	<=0,052	<=0,052	0,0008	0,0015	0,0044	0,0017
Plata	mg/L	---	---	< 0,00001	0,000177	0,000101	0,00027
Plomo	mg/L	<=0,0025	<=0,0025	<b>0,019</b>	<b>0,0172</b>	<b>0,0093</b>	<b>0,0079</b>
Potasio	mg/L	---	---	4,23	2,89	3,76	1,83
Rubidio	mg/L	----	----	0,0239	0,0078	0,0137	0,0044
Selenio	mg/L	<=0,005	<=0,005	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Silice	mg/L	----	----	23,12	5,85	17,97	3,57
Silicio	mg/L	---	---	10,81	2,73	8,4	1,67
Sodio	mg/L	---	---	42,135	10,921	16,923	9,154
Talio	mg/L	<=0,0008	<=0,0008	< 0,00006	<b>0,00116</b>	<b>0,00193</b>	<b>0,00109</b>
Tantalio	mg/L	----	----	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021
Teluro	mg/L	----	----	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Titanio	mg/L	---	---	0,006	0,0147	0,0647	0,0036
Vanadio	mg/L	---	---	0,0028	0,0043	0,0121	0,0083
Wolframio	mg/L	----	----	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Yterbio	mg/L	----	----	< 0,00006	< 0,00006	0,00014	< 0,00006
Zinc	mg/L	<=0,12	<=0,12	<b>0,1873</b>	<b>0,2327</b>	<b>0,3732</b>	<b>0,1424</b>
Zirconio	mg/L	----	----	< 0,00045	< 0,00045	0,00208	< 0,00045

<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLÓGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=2000	4	2	< 1,8	< 1,8
Huevos de Helminthos	Huevo/L	---	---	---	---	---	---

**1/ Parámetros evaluados in situ.**

**El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; “----“ significa, Parámetro no evaluado**

**Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022**

PARÁMETROS	CATEGORÍA 4				
	UNIDAD	ECA –AGUA Cat. 4 – E1 Lagunas y Lagos	ECA – AGUA Cat. 4 – E2 Ríos costa y sierra	LChin25 Lago Chinchaycocha	LDupa1S Otros Laguna Delta Upamayo
NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA		DD/MM/YYY	DD/MM/YYY	04/05/2022	25/04/2022
Fecha Monitoreo		hh.mm	hh.mm	12:00	11:30
Hora monitoreo				MA2218598	MA2217388
N° informe del ensayo analítico				<b>PASCO</b>	<b>PASCO</b>
Departamento		<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	<=5	<=5	< 0,4	< 0,4
Cianuro Libre	mg/L	<=0,0052	<=0,0052	< 0,0008	< 0,0008
Clorofila A	mg/L	<=0,008	---	< 0,003	< 0,003
Conductividad	(µS/cm)	<=1000	<=1000	242,6	244,1
DBO5	mg/L	<=5	<=10	< 2,6	< 2,6
Fenoles	mg/L	<=2,56	<=2,56	< 0,0005	< 0,0005
Fósforo Total	mg/L	<=0,035	<=0,05	< 0,01	< 0,01
Nitratos (NO3-)	mg/L	<=13	<=13	< 0,062	< 0,062
Nitrógeno Total	mg/L	<=0,315	---	<b>0,7</b>	0,31
Oxígeno Disuelto	mg/L	= 5	>=5	7,283	8,577
pH	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	8,651	8,601
SST	mg/L	= 25	<=100	6	7
Sulfuros	mg/L	<=0,002	<=0,002	< 0,0019	< 0,0019
Temperatura	°C	±3	± 3	14,47	11,863
<b>INORGÁNICOS</b>					

Aluminio	mg/L	---	---	< 0,003	0,108
Antimonio	mg/L	<=0,64	<=0,64	< 0,00013	0,0008
Arsénico	mg/L	<=0,15	<=0,15	0,00332	0,00658
Bario	mg/L	<=0,7	<=0,7	0,04	0,0284
Berilio	mg/L	---	---	< 0,00006	< 0,00006
Bismuto	mg/L	---	---	< 0,00003	0,00016
Boro	mg/L	---	---	0,008	0,01
Cadmio	mg/L	---	---	< 0,00003	< 0,00003
Calcio	mg/L	---	---	36,991	36,685
Cobalto	mg/L	---	---	0,00003	0,00009
Cobre	mg/L	<=0,1	<=0,1	0,00116	0,00735
Cromo Total	mg/L	---	---	< 0,0003	< 0,0003
Cromo VI	mg/L	<=0,011	<=0,011	< 0,005	< 0,005
Estaño	mg/L	---	---	< 0,0001	< 0,0001
Estroncio	mg/L	---	---	0,1828	0,1766
Hierro	mg/L	---	---	0,0161	0,3746
Litio	mg/L	---	---	0,01	0,0079
Magnesio	mg/L	---	---	9,986	8,866
Manganeso	mg/L	---	---	0,03499	0,0627
Mercurio	mg/L	<=0,0001	<=0,0001	< 0,00009	< 0,00009
Molibdeno	mg/L	---	---	0,00028	0,00027
Níquel	mg/L	<=0,052	<=0,052	< 0,0006	< 0,0006
Plata	mg/L	---	---	< 0,00001	< 0,00001
Plomo	mg/L	<=0,0025	<=0,0025	< 0,0006	0,0062
Potasio	mg/L	---	---	1,16	0,73

Selenio	mg/L	<=0,005	<=0,005	< 0,0013	< 0,0013
Silicio	mg/L	---	---	1,71	1,46
Sodio	mg/L	---	---	5,36	5,075
Talio	mg/L	<=0,0008	<=0,0008	< 0,00006	0,00007
Titanio	mg/L	---	---	< 0,0006	0,0017
Vanadio	mg/L	---	---	0,0024	< 0,0003
Zinc	mg/L	<=0,12	<=0,12	0,0114	0,0439
<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICOS</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	<=1000	<=2000	2	< 1,8
Escherichia Coli	NMP/100ml	---	---	---	---
Huevos de Helmintos	Huevo/L	---	---	---	---

**1/ Parámetros evaluados in situ.**

El símbolo \*\* significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría; “ --- “significa, Parámetro no evaluado

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Laboratorio SGS del PERÚ S.A.C., 2022

**Tabla 8.** Resumen de los Parámetros que Transgreden los ECA para agua, Categoría - 3, abril - mayo 2022 - ALA Pasco.

<b>UNIDAD HIDROGRÁFICA</b>	<b>NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>PARÁMETROS QUE TRANSGREDEN EL ECA - AGUA</b>
4996	Río ANDACANCHA	RAnda1	Cat.3	Sulfatos
4996	Río ANDACANCHA	RAnda1	Cat.3	Manganeso
4996	Río Gashan	RGash1	Cat.3	pH
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Arsénico
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Zinc
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Sulfatos
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Cadmio
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río RAGRA	RRagr1	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Cobre
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Zinc
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Aceites y Grasas
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Fenoles
4996	Río RAGRA	RRagr2	Cat.3	Plomo

4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Zinc
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Conductividad
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Sulfatos
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Cobre
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr3	Cat.3	Arsénico
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Sulfatos
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Zinc
4996	Río RAGRA	RRagr4	Cat.3	Conductividad
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Arsénico
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Sulfatos
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Plomo
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Cadmio
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Zinc
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Cobre
4996	Río RAGRA	RRagr5	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Manganeso

4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Aceites y Grasas
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Hierro
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Coliformes Termotolerantes
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Cobre
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Fenoles
4996	Río RAGRA	RRagr6	Cat.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Fenoles
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Manganeso
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Coliformes Termotolerantes
4996	Río RAGRA	RRagr7	Cat.3	Aceites y Grasas
4996	Río SAN JUAN	RSjua10	Cat.3	Cobre
4996	Río SAN JUAN	RSjua10	Cat.3	Manganeso
4996	Río SAN JUAN	RSjua10	Cat.3	Hierro
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Cadmio
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Zinc
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Sulfatos
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Cobre
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	pH
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Plomo

4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Arsénico
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Manganeso
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Mercurio
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Aluminio
4996	Río SAN JUAN	RSjua11	Cat.3	Hierro
4996	Río SAN JUAN	RSjua2	Cat.3	pH
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Oxígeno Disuelto
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Arsénico
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Zinc
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Cobre
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Manganeso
4996	Río SAN JUAN	RSjua3	Cat.3	Hierro
4996	Río SAN JUAN	RSjua5	Cat.3	Manganeso
4996	Río SAN JUAN	RSjua5	Cat.3	Hierro

**Fuente: ANA (2022) Informe Técnico N° 0025-2022-ANA-AAA.MAN/MAP.**

**Tabla 9.** Resumen de los Parámetros que Transgreden los ECA para agua, Categoría - 4, abril - mayo 2022 - ALA Pasco.

<b>UNIDAD HIDROGRÁFICA</b>	<b>NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>PARÁMETROS QUE TRANSGREDEN EL ECA - AGUA</b>
4996	Laguna Natural Alcacocha	LAlca1S	Cat.4	Zinc
4996	Laguna Natural Alcacocha	LAlca1S	Cat.4	pH
4996	Laguna Natural Alcacocha	LAlca1S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Laguna Natural Alcacocha	LAlca1S	Cat.4	Cadmio Disuelto
4996	Otros	LAnga1S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Otros	LAnga1S	Cat.4	pH
4996	Otros	LHuar2S	Cat.4	Zinc
4996	Otros	LHuar2S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Laguna Natural Naticocha Norte	LNati1S	Cat.4	Plomo
4996	Laguna Natural Naticocha Norte	LNati1S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Laguna Natural Naticocha Norte	LNati1S	Cat.4	Conductividad
4996	Otros	LPalc3S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Otros	LPalc3S	Cat.4	Fósforo Total
4996	Otros	LPalc3S	Cat.4	pH
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Fósforo Total
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Sulfuros
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Sólidos Suspendidos Totales
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Plomo
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Oxígeno Disuelto
4996	Otros	LPata1S	Cat.4	Nitrógeno Total

4996	Laguna Natural Punrún	LPunr1S	Cat.4	pH
4996	Laguna Natural Punrún	LPunr1S	Cat.4	Plomo
4996	Laguna Natural Punrún	LPunr2S	Cat.4	pH
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Cadmio Disuelto
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Fósforo Total
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Zinc
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Plomo
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Sólidos Suspendidos Totales
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Niquel
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Selenio
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Cobre
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Arsénico
4996	Otros	LQuil1S	Cat.4	Talio
4996	Otros	LQuiu1S	Cat.4	Conductividad
4996	Otros	LQuiu1S	Cat.4	Oxígeno Disuelto
4996	Otros	LQuiu1S	Cat.4	pH
4996	Otros	LQuiu1S	Cat.4	Zinc
4996	Otros	LQuiu1S	Cat.4	Plomo
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Cobre
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Oxígeno Disuelto
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Selenio
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Fósforo Total
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Zinc
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Talio

4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	pH
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Cadmio Disuelto
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Niquel
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Nitrógeno Total
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Plomo
4996	Otros	LYanm2S	Cat.4	Arsénico
4996	Otros	RAnti1	Cat.4	Conductividad
4996	Otros	RAnti1	Cat.4	Zinc
4996	Otros	RAnti1	Cat.4	Mercurio
4996	Otros	RAnti1	Cat.4	Plomo
4996	Río Blanco	RBlan1	Cat.4	pH
4996	Río Blanco	RBlan1	Cat.4	Fósforo Total
4996	Otros	RSjos1	Cat.4	Zinc
4996	Otros	RSjos1	Cat.4	Plomo
4996	Otros	RSjos1	Cat.4	Conductividad
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Fósforo Total
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Plomo
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Talio
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Zinc
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Mercurio
4996	Río SAN JUAN	RSjua13	Cat.4	Cadmio Disuelto
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Zinc
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Mercurio
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Plomo
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Cadmio Disuelto

4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Talio
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Fósforo Total
4996	Río SAN JUAN	RSjua6	Cat.4	Sólidos Suspendidos Totales
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Talio
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Cadmio Disuelto
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Cianuro Libre
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Cobre
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Zinc
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Mercurio
4996	Río SAN JUAN	RSjua7	Cat.4	Plomo

**Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2022.**

#### **4.1.5. Análisis de los resultados que rebasan los límites establecidos en los ECA para Agua**

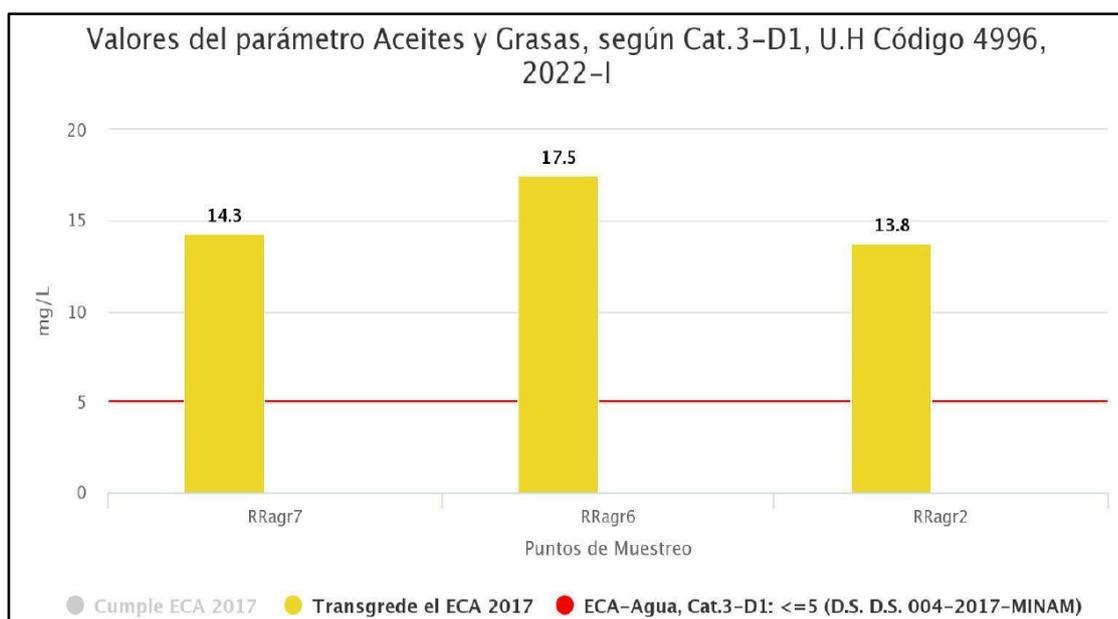
Esta sección incluye el análisis de los resultados de los parámetros que exceden los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM, conforme a las categorías establecidas para cada recurso hídrico en la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA PASCO 2022 –I (ver tabla 8 y 9), que a continuación se pasa a describir:

##### **1. Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales**

###### **a. Aceites y Grasas:**

Las grasas y aceites constituyen compuestos orgánicos compuestos principalmente por ácidos grasos provenientes de fuentes animales y vegetales, además de incluir hidrocarburos derivados del petróleo. Entre sus características más relevantes se encuentran su baja densidad, limitada solubilidad en agua y una biodegradabilidad reducida o prácticamente nula. Estas propiedades hacen que, en ausencia de una gestión adecuada, estas sustancias tiendan a acumularse en cuerpos de agua, generando una capa superficial que puede afectar la calidad del recurso hídrico.

**Gráfico 1. Valores de aceites y grasas – ALA Pasco**



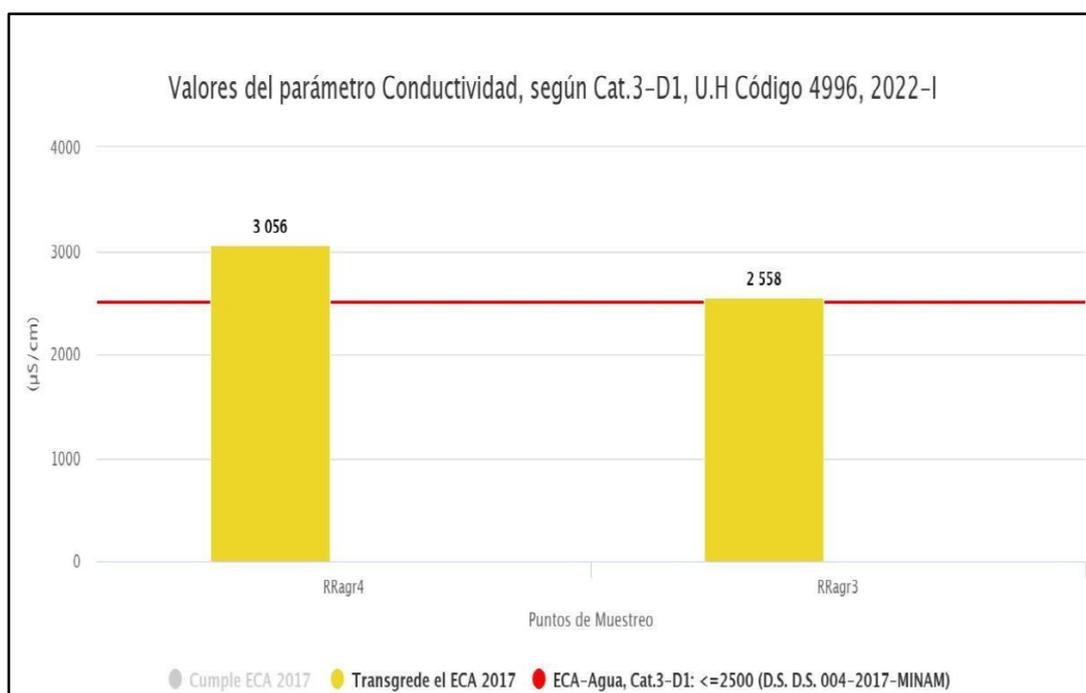
Fuente: Informe de ensayo MA2216705-A /6/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de aceites y grasas expresan que, el río Ragra en los puntos: RRagr2, RRagr6 y RRagr7; presentan valores de aceites y grasas que transgreden lo reglamentado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**b. Conductividad:**

El comportamiento de la conductividad en cuerpos lénticos, durante el período de mezcla de aguas suele ser más baja que en el período de estratificación térmica y, en esta situación, las aguas anóxicas del fondo pueden presentar valores más elevados de conductividad que las de la superficie.

**Gráfico 2. Valores de Conductividad – ALA Pasco**



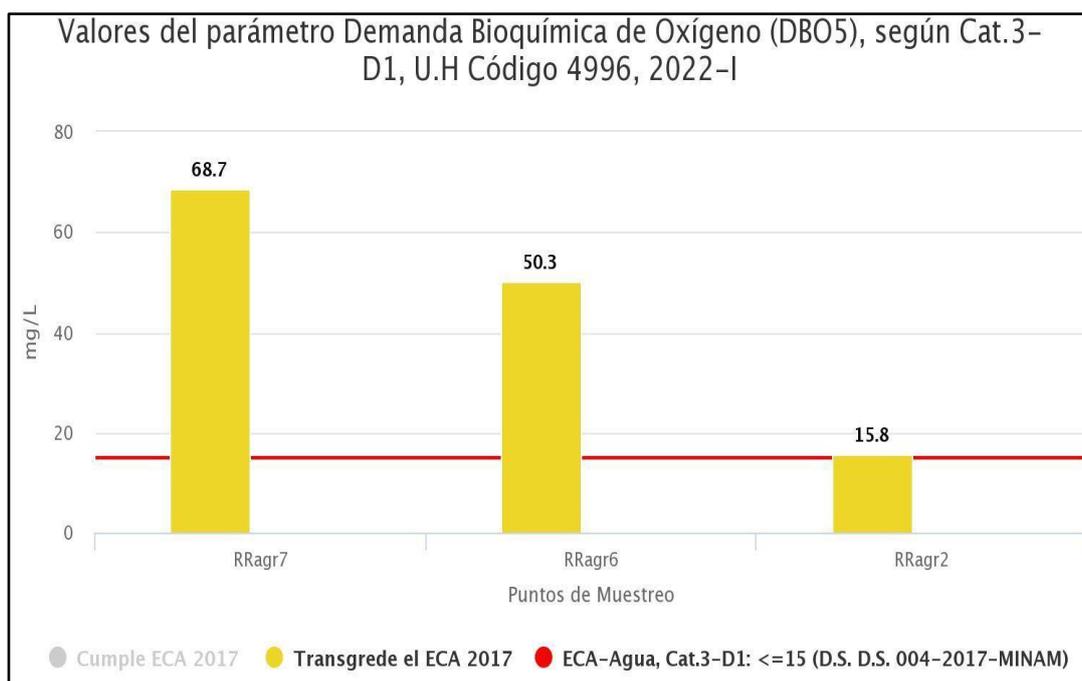
**Fuente:** Informes de ensayo MA2216569-A, MA2216705-A, MA2216902-A, MA2217677-A /ó/ Registro de datos en in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro - ALA Pasco, los hallazgos de la medición de conductividad manifiestan que, el río Ragra en los puntos: RRagr3 y RRagr4 presentan valores de conductividad que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1. (Ver gráfico 2)

**c. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) corresponde a la cantidad de oxígeno (expresada en mg/L) consumido por los microorganismos para la degradación bioquímica de la materia orgánica contenida en la muestra, durante un intervalo de tiempo específico y a una temperatura determinada. La medida de la DBO5 es, desde hace mucho tiempo, el método básico para determinar el grado de contaminación orgánica del agua.

**Gráfico 3.** Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) – ALA Pasco



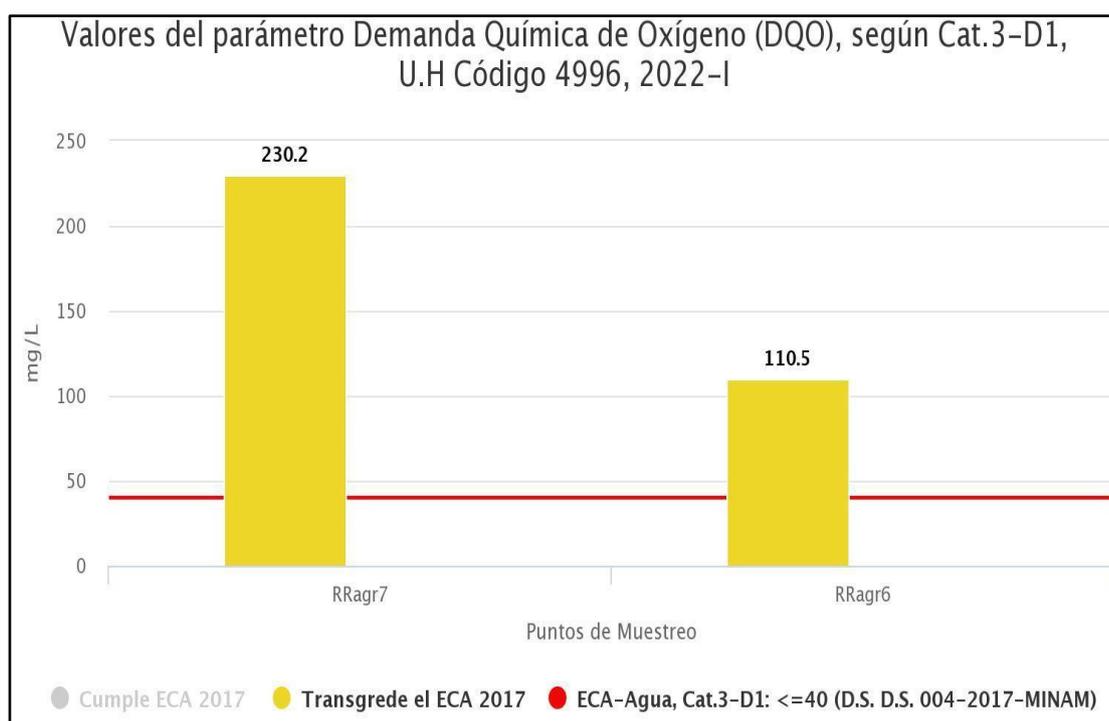
Fuente: Informe de ensayo MA2216705-A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro - ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) manifiestan que, el río Ragra en los puntos: RRagr2, RRagr6 y RRagr7; presentan valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**d. Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

**Gráfico 4.** Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) – ALA Pasco



Fuente: Informes de ensayo MA2216705 – A /ó/ Registro de datos in situ

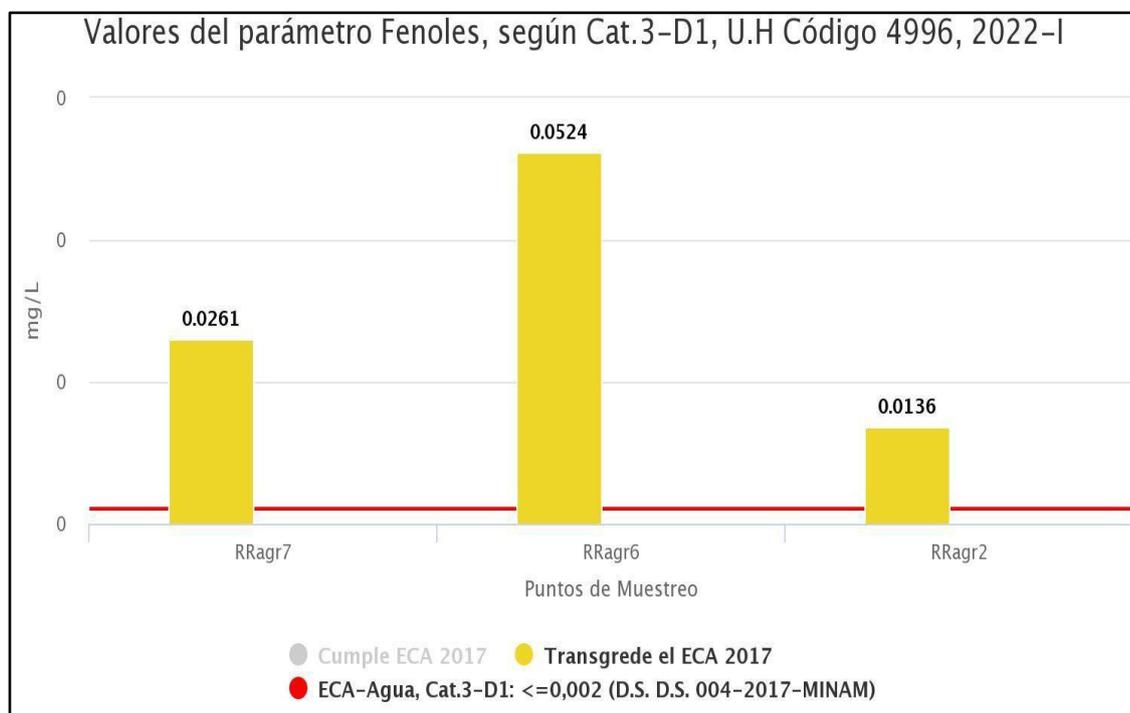
En el ámbito de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los resultados de la medición de Demanda Química de Oxígeno (DQO) manifiestan que, el río Ragra en los puntos: RRagr6 (inicio del canal margen izquierdo) y RRagr7 (inicio del canal margen derecha); presentan valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**e. Fenoles:**

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico. Causa irritación renal y hasta la muerte, pero su ingestión es improbable por su sabor desagradable.

Tóxico para los peces. Muy usado como bactericida, pero es biodegradable.

**Gráfico 5. Valores de fenoles – ALA Pasco**



Fuente: Informes de ensayo MA2216705 – A /6/ Registro de datos in situ

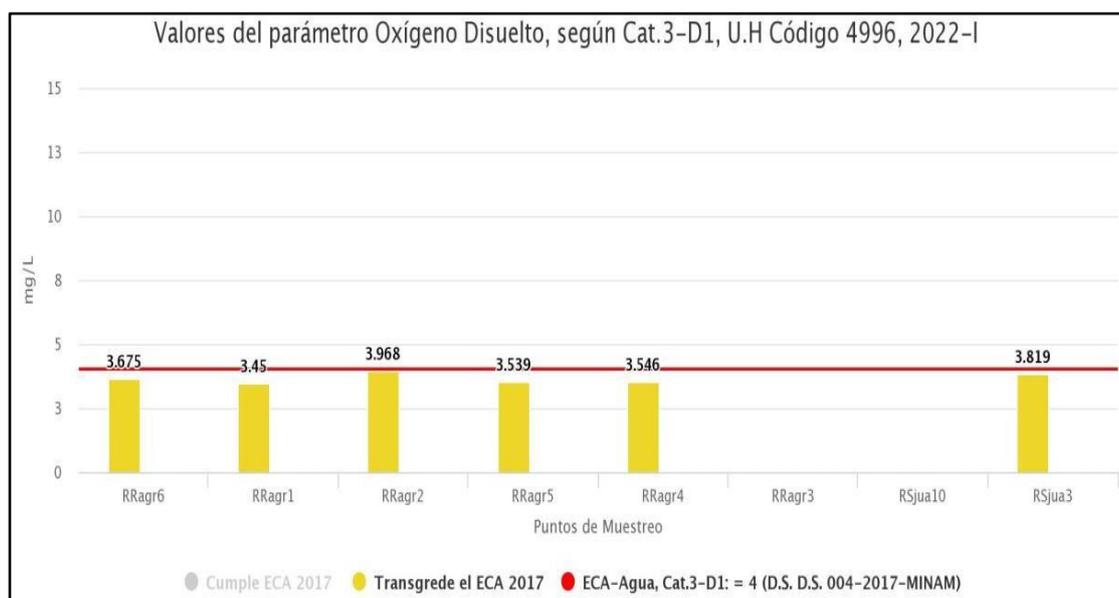
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Fenoles expresan que, el río Ragra en los puntos: RRagr2, RRagr6 y RRagr7 presentan valores de Fenoles que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

#### **f. Oxígeno Disuelto:**

Toda la vida acuática depende de la disponibilidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua. Mientras que, los organismos terrestres viven en una atmósfera compuesta aproximadamente de un 20% de oxígeno, los organismos acuáticos sobreviven con una cantidad de oxígeno considerablemente menor. La solubilidad del oxígeno en agua dulce varía entre 14.6 mg/L a 0°C hasta aproximadamente 7 mg/L a 35 °C bajo una

presión de 760 mmHg. La concentración de oxígeno disuelto en agua está determinada por la ley de Henry, que describe la relación de equilibrio entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua.

**Gráfico 6.** Valores de oxígeno disuelto – ALA Pasco



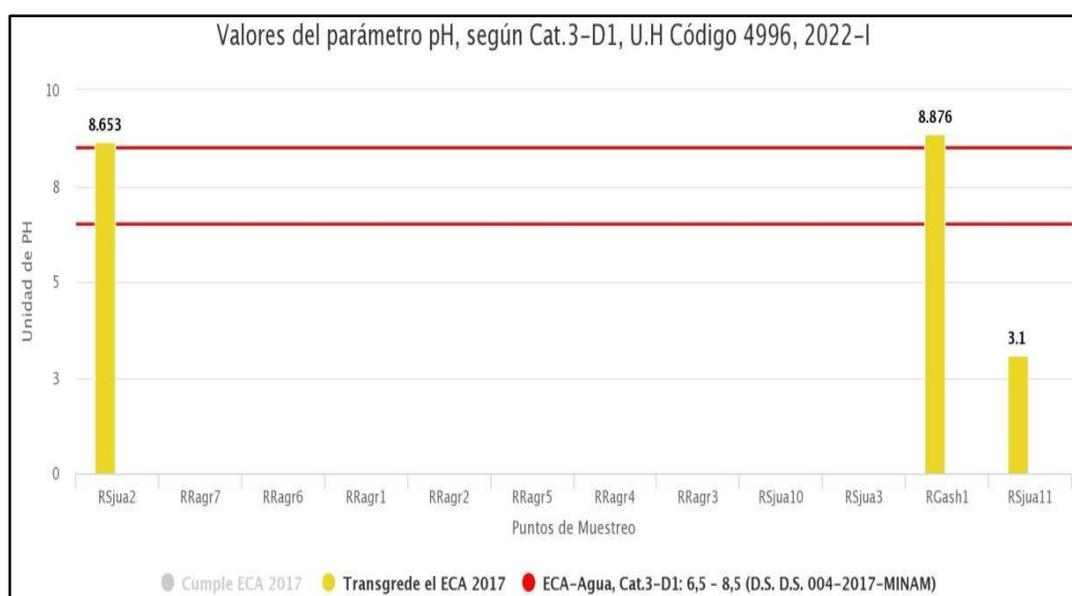
Fuente: Informes de ensayo MA2216569 – A, MA2216705 – A, MA2217218, MA2217677 - A /6/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Oxígeno Disuelto expresan que, el río Ragra en los puntos: RRagr6, RRagr1, RRagr2, RRagr5, RRagr4, el río San Juan en el punto RSjua3, presentan valores de Oxígeno Disuelto que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**g. Potencial de Hidrogeniones (pH):**

El pH o la actividad del ion hidrógeno indica a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua, El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno:  $pH = -\log [H^+]$ ; donde  $[H^+] =$  actividad de los iones hidrógeno en mol/L.

**Gráfico 7. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco**



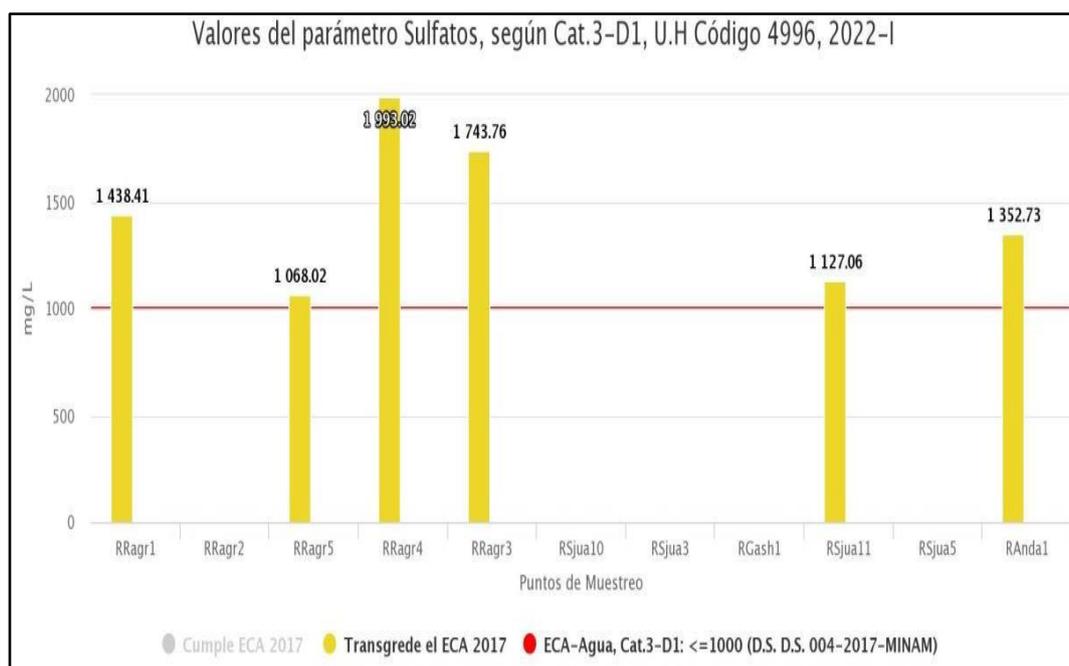
**Fuente: Informes de ensayo MA2216569 – A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ**

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Potencial de Hidrógeno (pH) muestran que, el río San Juan en los puntos RSjua2 y RSjua11, el río Gashan en el punto RGash1, presentan valores de Potencial de Hidrógeno (pH) que transgreden lo definido para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

#### **h. Sulfatos**

El sulfato (SO<sub>4</sub>) se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y puede estar presente en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos miligramos por litro hasta algunos gramos por litro. Algunos drenajes de minería pueden contribuir con grandes cantidades de sulfatos a través de la oxidación de piritas.

**Gráfico 8. Valores de Sulfatos – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2216569 – A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ**

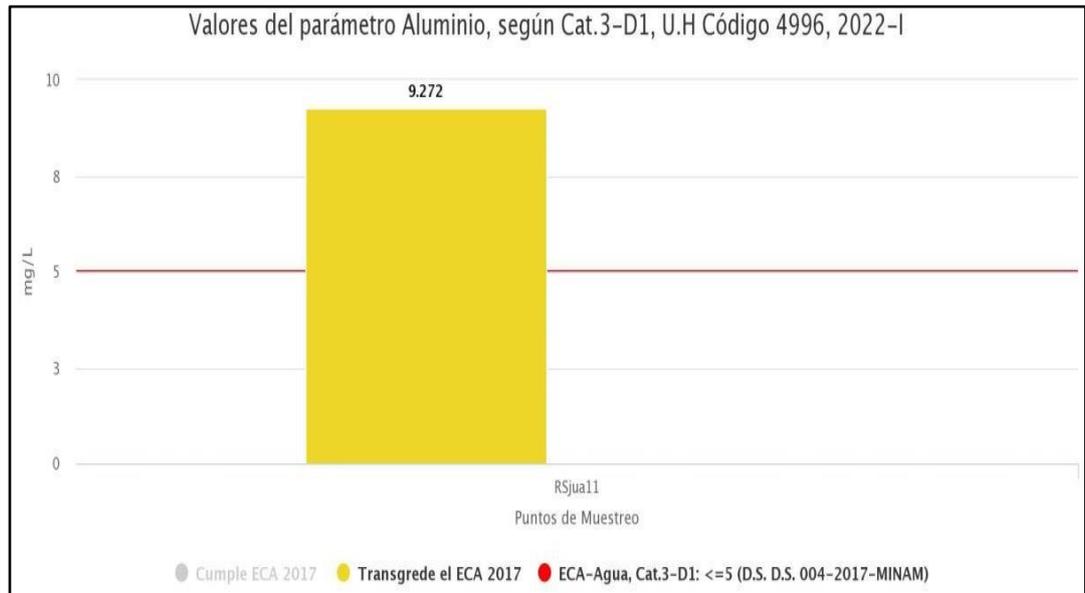
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los resultados de la medición de Sulfatos expresan que, el río Ragra en los puntos RRagr1, RRagr3, RRagr4 y RRagr5, el río San Juan en el punto RSjua11, el río Andacancha en el punto RAnda1; presentan valores de Sulfatos que transgreden lo definido para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**i. Aluminio:**

El aluminio es un elemento muy abundante en la corteza terrestre y se encuentra en minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución explica su presencia en prácticamente todas las aguas naturales, bajo la forma de sales solubles, coloidales o insolubles. El sulfato de aluminio y potasio (alumbre) se usa en los procesos de floculación en los sistemas de tratamiento de aguas por lo que el aluminio se puede encontrar en las

aguas tratadas como un residuo (APHA-AWWA-WEF, 2012). Su ocurrencia en aguas es controlada por el pH:  $Al^{3+}$  predomina a  $pH < 4$  mientras que, en medio básico, la forma disuelta predominante es  $Al(OH)_3$ .

**Gráfico 9.** Valores de Aluminio – ALA Pasco



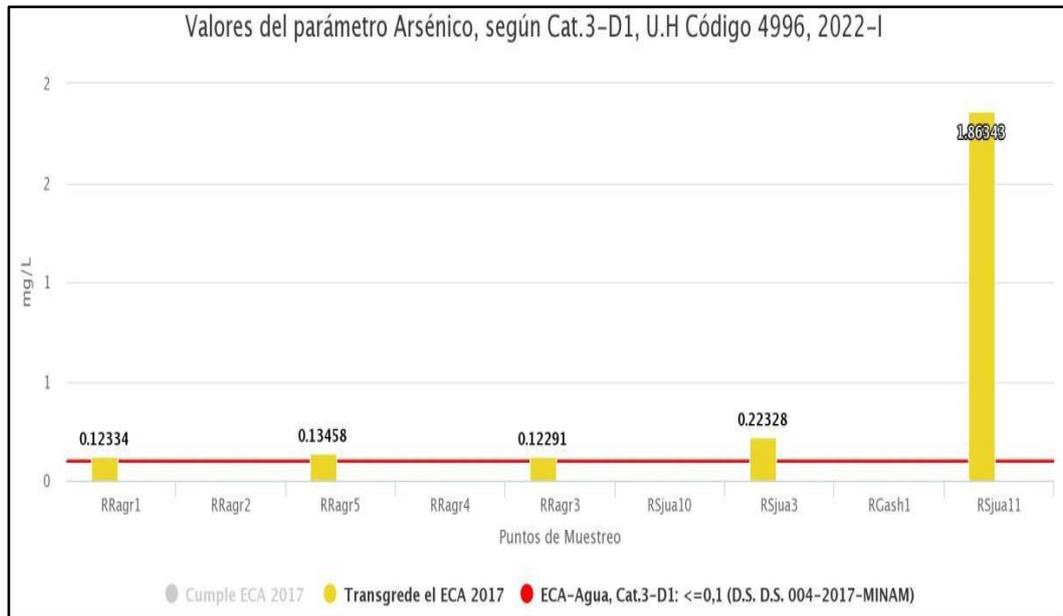
**Fuente:** Informes de ensayo MA2216569 – A, MA2216705 – A, MA2216902 – A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro- ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Aluminio revelan que, el río San Juan en el punto RSjua11; presenta valores de Aluminio que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**j. Arsénico:**

El arsénico es un agente carcinogénico y ocasiona múltiples efectos negativos sobre la salud humana a corto y largo plazo. La exposición humana no ocupacional al arsénico se da principalmente por agua y alimentos.

**Gráfico 10. Valores de Arsénico – ALA Pasco**



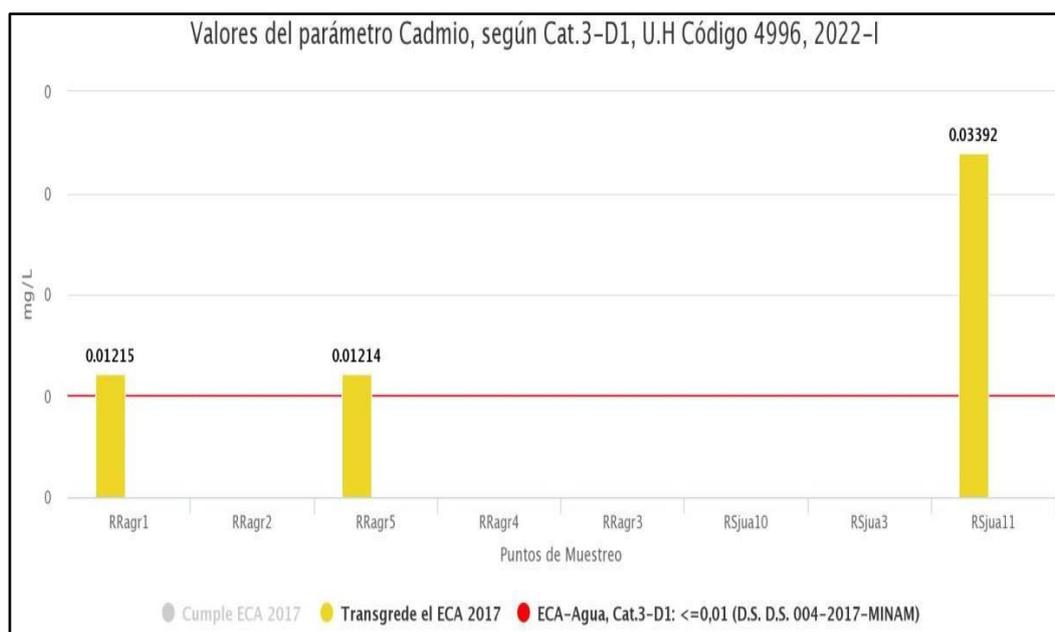
**Fuente: Informes de ensayo MA2216569 – A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ**

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro- ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Arsénico revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr1, RRagr3 y RRagr5, el río San Juan en los puntos RSjua3 y RSjua11; presentan valores de Arsénico que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**k. Cadmio:**

Podemos hallar cadmio en la atmósfera, el agua y el suelo. De forma natural grandes cantidades de cadmio son liberadas al ambiente, aproximadamente 25.000 toneladas al año, de las cuales gran parte son vertidas a los ríos procedente de la descomposición de las rocas, mientras que una pequeña parte es liberada a la atmósfera a través de los incendios forestales, actividad volcánica, quema de combustibles fósiles y residuos urbanos e industriales.

**Gráfico 11. Valores de Cadmio – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /6/ Registro de datos in situ**

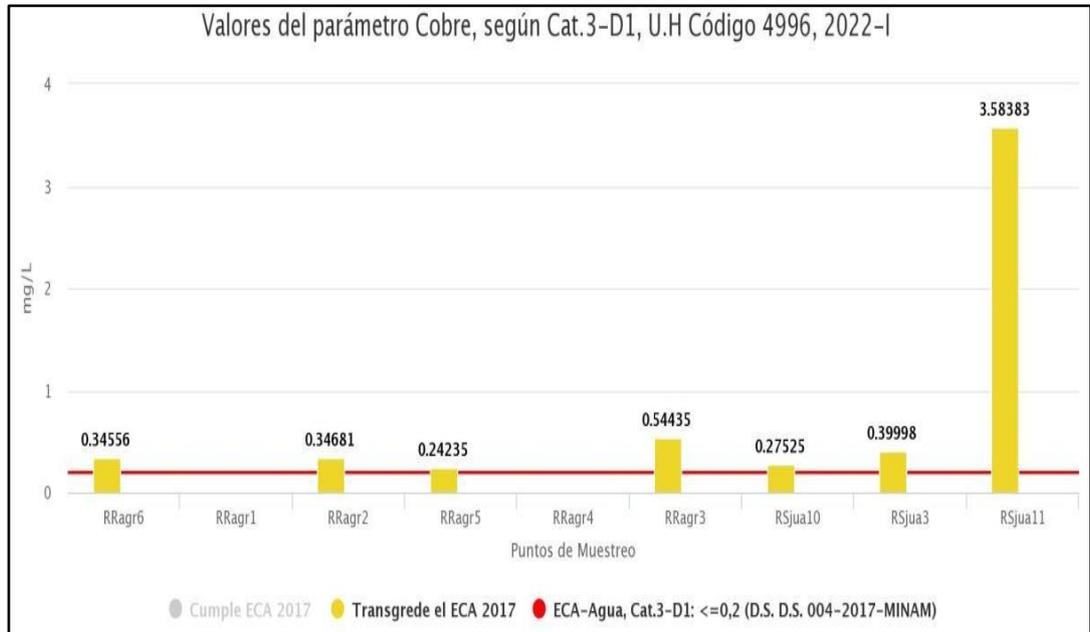
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Cadmio revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr1 y RRagr5, el río San Juan en el punto RSjua11; presentan valores de Cadmio que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

### **1. Cobre:**

La abundancia promedio de Cu en la corteza terrestre es de 68 ppm; en suelos es de 9 a 33 ppm; en corrientes es de 4 a 12  $\mu\text{g} / \text{L}$ ; y en agua subterránea es  $<0,1 \text{ mg} / \text{L}$ . El cobre se encuentra en su estado nativo, pero también se encuentra en muchos minerales, los más importantes de los cuales son los que contienen compuestos de sulfuro (p. ej., calcopirita), pero también aquellos con óxidos y carbonatos. El cobre es ampliamente utilizado en electricidad: cableado, techado, diversas

aleaciones, pigmentos, utensilios de cocina, tuberías y en la industria química.

**Gráfico 12. Valores de Cobre – ALA Pasco**



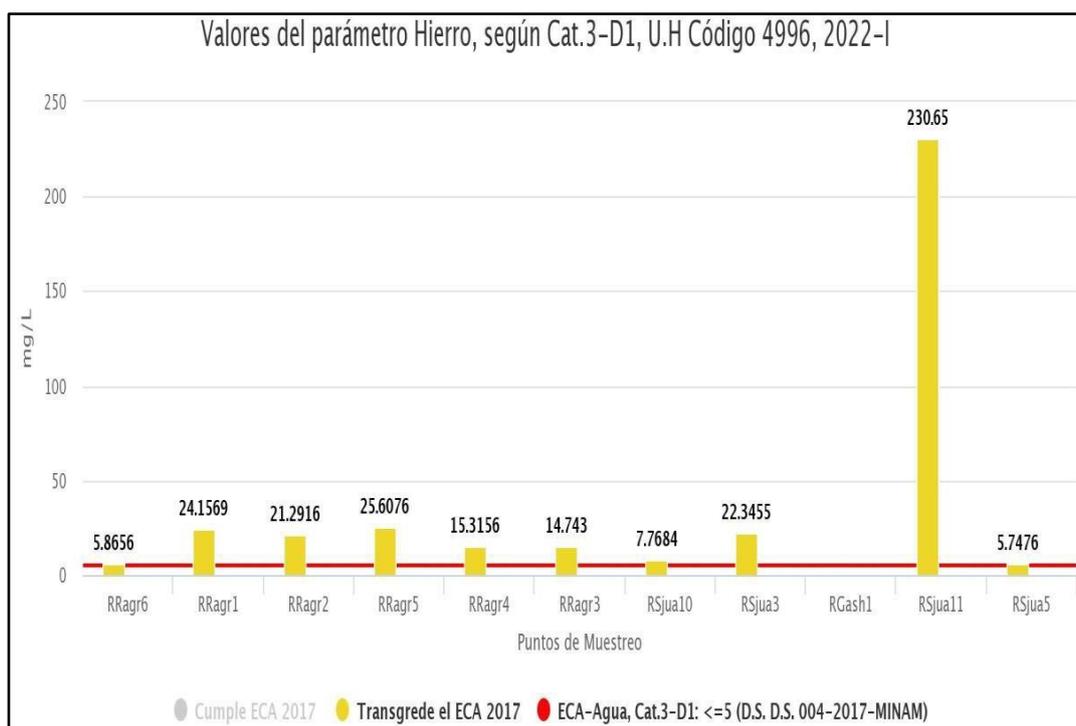
Fuente: Informes de ensayo MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /6/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Cobre revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr2, RRagr3, RRagr5 y RRagr6, el río San Juan en los puntos RSjua3, RSjua10 y RSjua11; presentan valores de Cobre que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

### **m. Hierro:**

La solubilidad del ion ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) está controlada por la concentración de carbonato. Por lo que el agua subterránea es a menudo anóxica, cualquier hierro soluble en el agua subterránea suele estar en estado ferroso. En exposición al aire o adición de oxidantes, el hierro ferroso se oxida al estado férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) y puede hidrolizar para formar óxido férrico hidratado rojo insoluble.

**Gráfico 13. Valores de Hierro – ALA Pasco**



**Fuente:** Informes de ensayo MA 2216569- A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Hierro revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr6, RRagr1, RRagr2 y RRagr5, RRagr4, RRagr3, el río San Juan en los puntos RSjua10, RSjua3, RSjua11 y RSjua5; presentan valores de Hierro que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

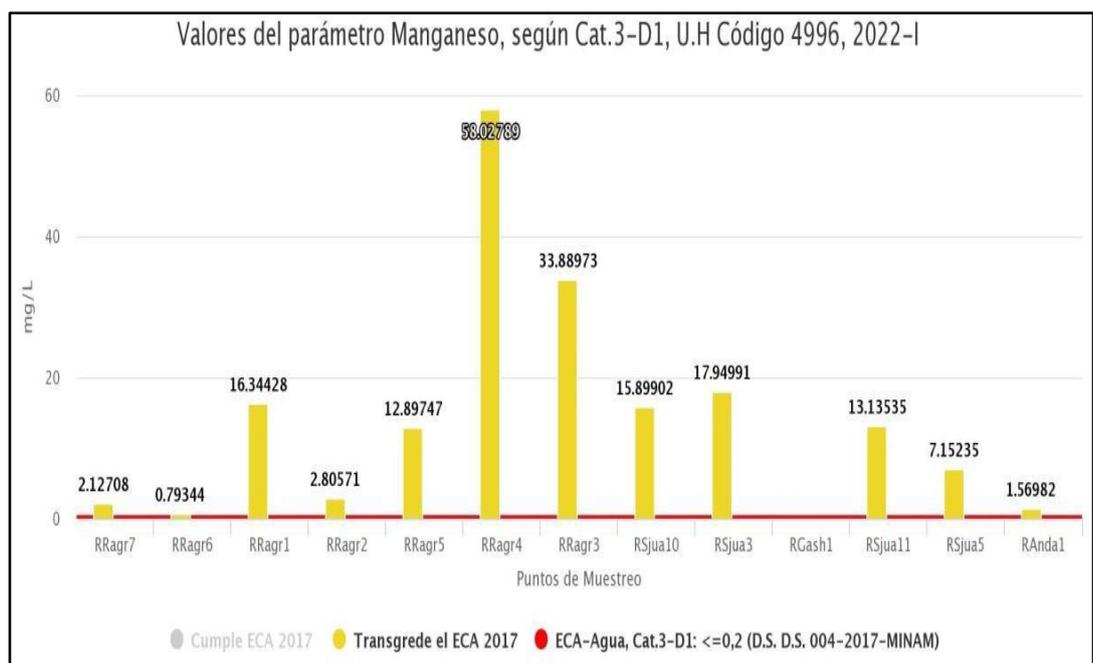
**n. Manganeso:**

La abundancia promedio de Manganeso en la corteza terrestre es de 1060 ppm; en suelos es de 61 a 1010 ppm; en arroyos es de 7 µg / L y en aguas subterráneas es <0,1 mg / L. El manganeso está asociado con minerales de hierro y se encuentra en nódulos en el océano, aguas dulces y suelos. Los minerales comunes son pirolusita (MnO<sub>2</sub>) y psilomelano. El manganeso se utiliza en acero. aleaciones, baterías y aditivos

alimentarios. Las especies acuosas comunes son el  $Mn^{2+}$  reducido y el  $Mn^{4+}$  oxidado. La química del manganeso es similar a la del hierro. Dado que el agua subterránea es a menudo anóxica, cualquier soluble del manganeso en las aguas subterráneas suele estar en estado reducido ( $Mn^{2+}$ ). Tras la exposición al aire u otros oxidantes, el agua subterránea que contiene manganeso generalmente precipitará  $MnO_2$  negro.

Por lo tanto, los niveles de manganeso pueden causar manchas en la plomería / lavandería y en los utensilios de cocina. Es considerado un oligoelemento esencial para plantas y animales.

**Gráfico 14.** Valores de Manganeso – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA 2216569- A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ

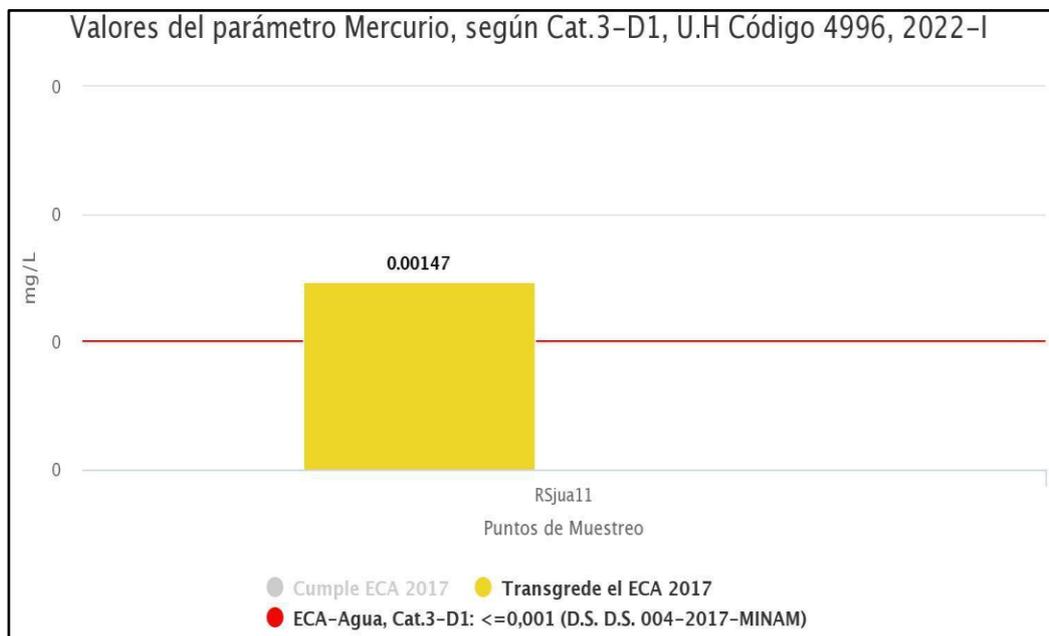
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Manganeso revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr7, RRagr6, RRagr1, RRagr2, RRagr5, RRagr4 y RRagr3, el río San Juan en los puntos RSjua10, RSjua3, RSjua11 y RSjua5, el río

Andacancha en el punto RAnda1; presentan valores de Manganeso que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**o. Mercurio:**

El mercurio se encuentra en la litósfera fundamentalmente como sulfuro y en algunas minas bajo forma elemental como líquido. Este metal accede al medio hídrico a través de emisiones volcánicas, y, sobre todo, ligado a efluentes residuales procedentes de la producción de cementos, combustión de fuel, fabricación de baterías, así como la producción de hidróxido sódico y cloro. Además, algunos pesticidas contienen mercurio en sus formulaciones.

*Gráfico 15. Valores de Mercurio – ALA Pasco*



Fuente: Informes de ensayo MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ

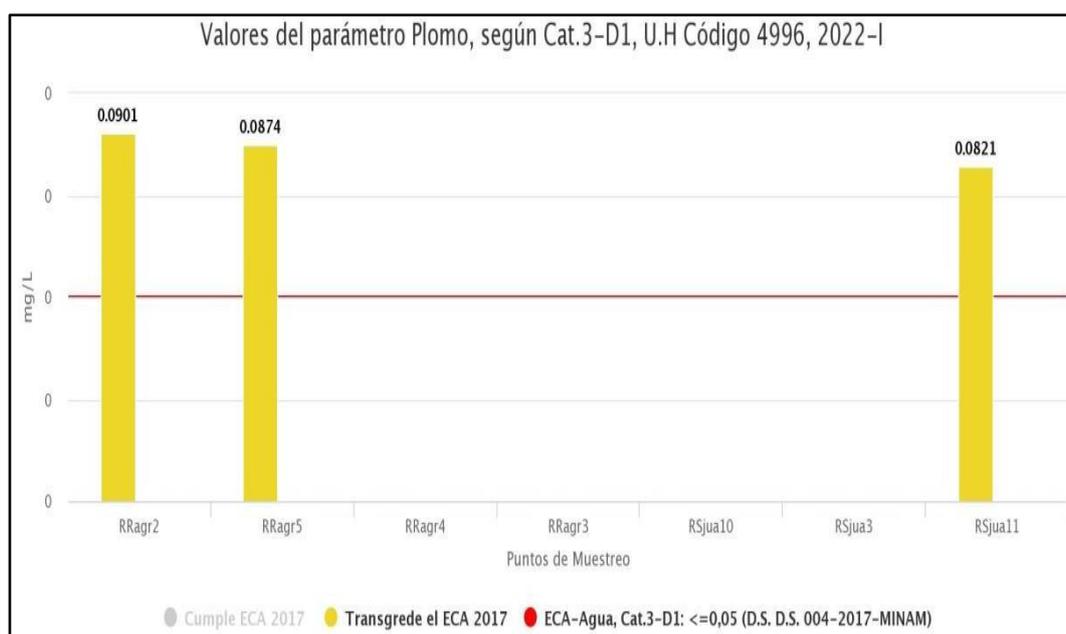
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Mercurio revelan que, el río San Juan en el punto

RSjua11; presentan valores de Mercurio que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**p. Plomo:**

El Plomo se suele encontrar en la corteza terrestre en forma de carbonatos y sulfuros. Este metal es muy empleado por el hombre como aditivo de combustibles (gasolinas), si bien su uso está en continuo descenso debido a su incremento en el ambiente (al que accede englobado en los humos del quemado de estos combustibles) y a su poder toxicológico. También se utiliza en la fabricación de baterías, pinturas, como aislante de radiaciones ionizantes y en formulaciones de pesticidas.

**Gráfico 16. Valores de Plomo – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA 2216569- A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ**

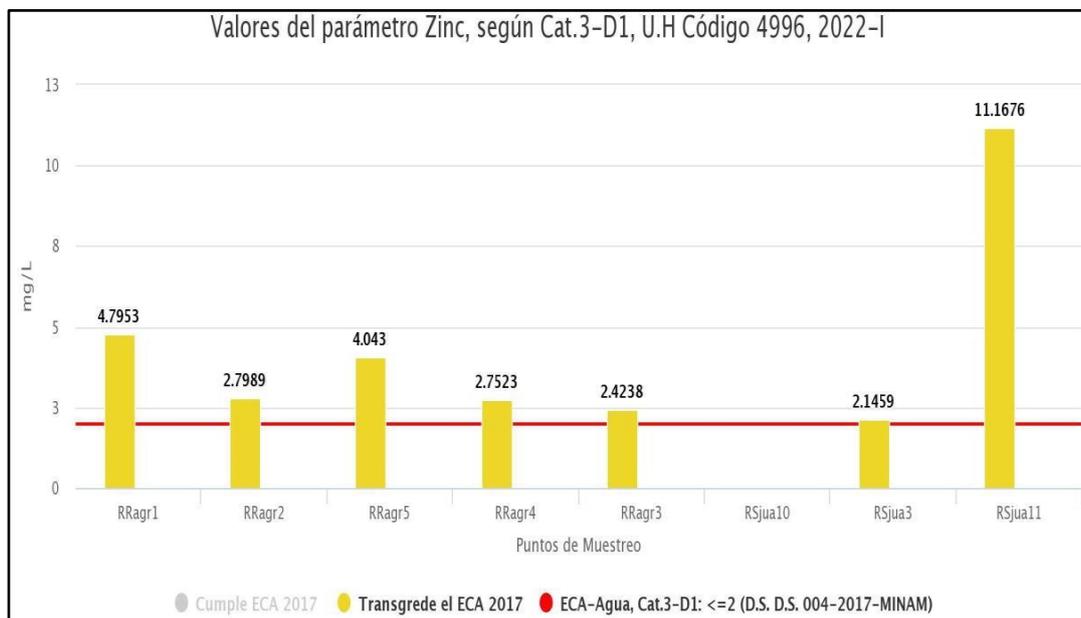
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Plomo revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr2 y RRagra5, el río San Juan en el punto RSjua11; presentan valores de

Mercurio que transgreden lo determinado o estipulado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**q. Zinc:**

La abundancia media de Zinc en la corteza de la tierra es de 76 ppm; en suelos es de 25 a 68 ppm; en arroyos es de 20 µg / L, y en aguas subterráneas es <0,1 mg / L. La solubilidad del zinc se controla en aguas naturales por adsorción sobre minerales superficies, equilibrio de carbonatos y complejos orgánicos. El zinc se utiliza en varias aleaciones como como latón y bronce, y en baterías, fungicidas y pigmentos. El zinc es un crecimiento esencial elemento para plantas y animales, pero en niveles elevados es tóxico para algunas especies de vida acuática.

*Gráfico 17. Valores de Zinc – ALA Pasco*



**Fuente: Informes de ensayo MA 2216569- A, MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ**

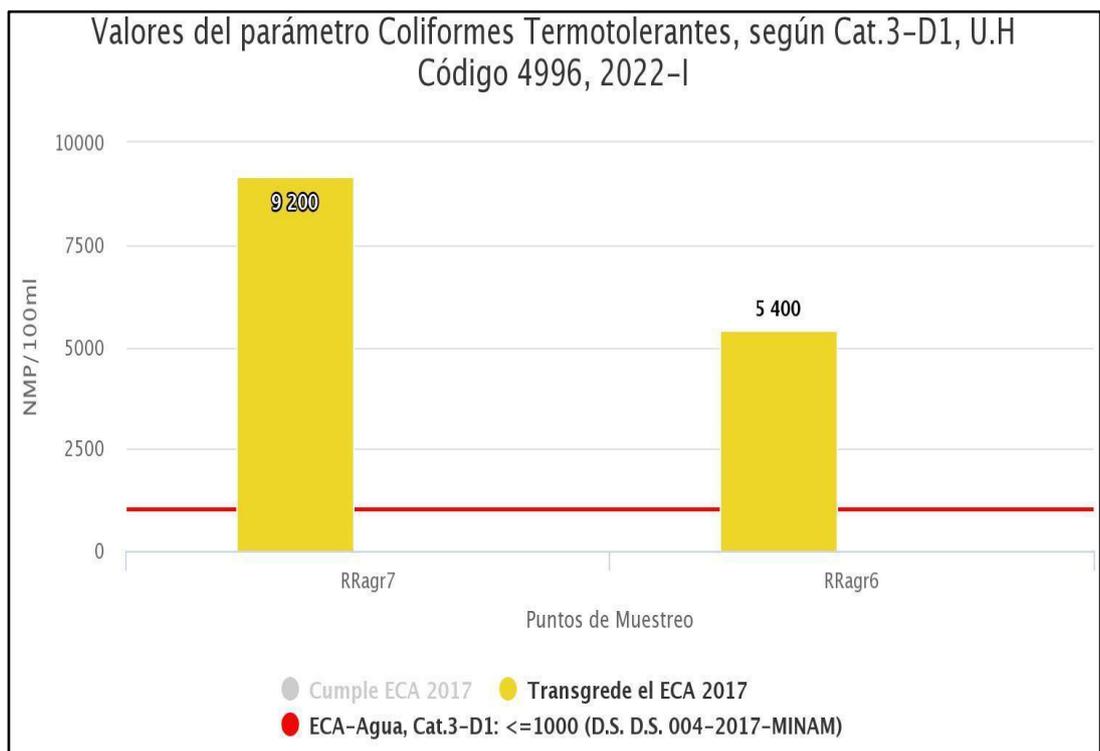
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro - ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Zinc revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr1, RRagr2, RRagr5, RRagr4 y RRagr3, el río San Juan en

los puntos RSjua3 y RSjua11; presentan valores de Zinc que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 3, Sub categoría D1.

**r. Coliformes Termotolerantes:**

Las bacterias Coliformes son el indicador microbiológico empleado con mayor frecuencia para la evaluación de la calidad sanitaria del agua (APHA, 2017)<sup>2</sup>. Los Coliformes termotolerantes son capaces de crecer a 44° - 45° C y se encuentran densamente distribuidos en los desechos fecales de especies de sangre caliente, pero también pueden encontrarse en el suelo, los medios acuáticos y la vegetación (Tallon et al., 2005).

**Gráfico 18.** Valores de Coliformes Termotolerantes – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA2216705 – A, MA2216902 - A, MA2217218, MA2217677 - A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Coliformes termotolerantes revelan que, el río Ragra en los puntos RRagr6 y RRagr7; presentan valores de Coliformes

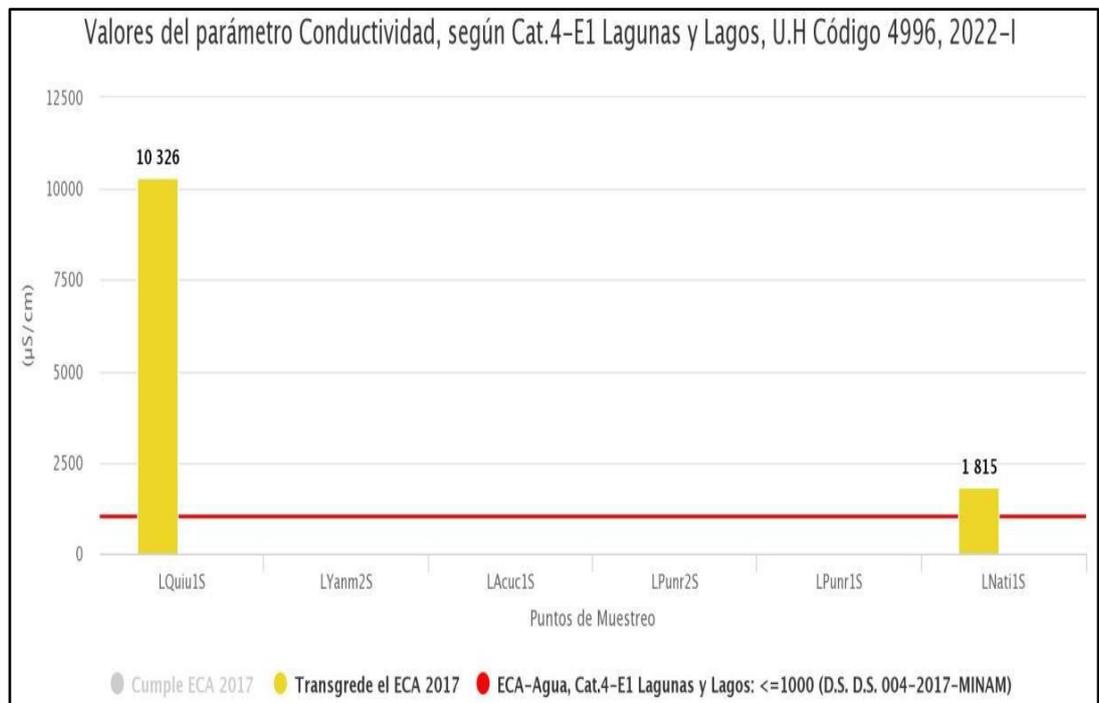
termotolerantes que transgreden lo determinado para el ECA - Agua, Categoría 3, Subcategoría D1.

## 2. Categoría 4: conservación del ambiente acuático: sub categoría e1

### a. Conductividad:

Con relación a embalses y lagos, la conductividad durante el periodo de mezcla de aguas suele ser más baja que en el periodo de estratificación térmica y, en esta situación, las aguas anóxicas del fondo pueden presentar valores más elevados de conductividad que las de la superficie.

**Gráfico 19.** Valores de Conductividad – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2219274 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

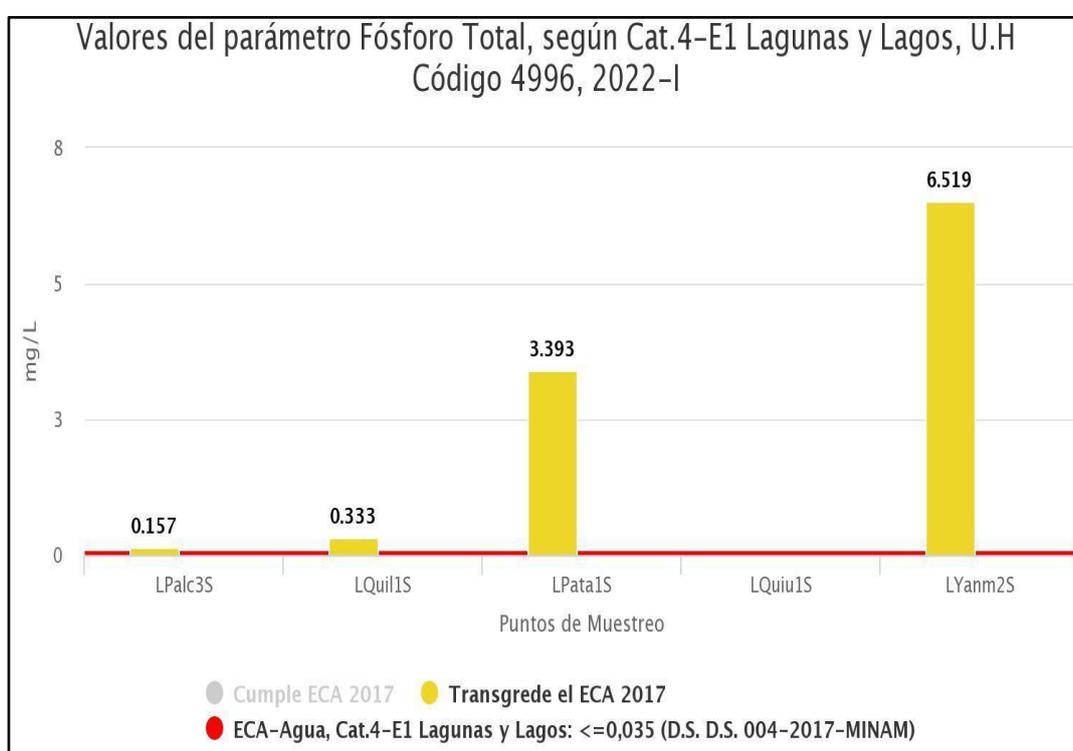
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Conductividad revelan que, la laguna Quiulacocha en el punto LQuiu1S (al extremo oeste de la laguna) y la laguna Naticocha en el punto LNati1S (altura de la salida de la laguna) presentan valores

de Conductividad que transgreden lo establecido para el ECA - Agua, Categoría 4, Subcategoría E1.

**b. Fósforo Total:**

Se denomina fósforo total a todo el fósforo presente en una muestra, que corresponden a ortofosfato, fosfatos condensados y fosfatos unidos a materia orgánica.

**Gráfico 20.** Valores de Fósforo Total – ALA Pasco



Fuente: Informes de ensayo MA2217882 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

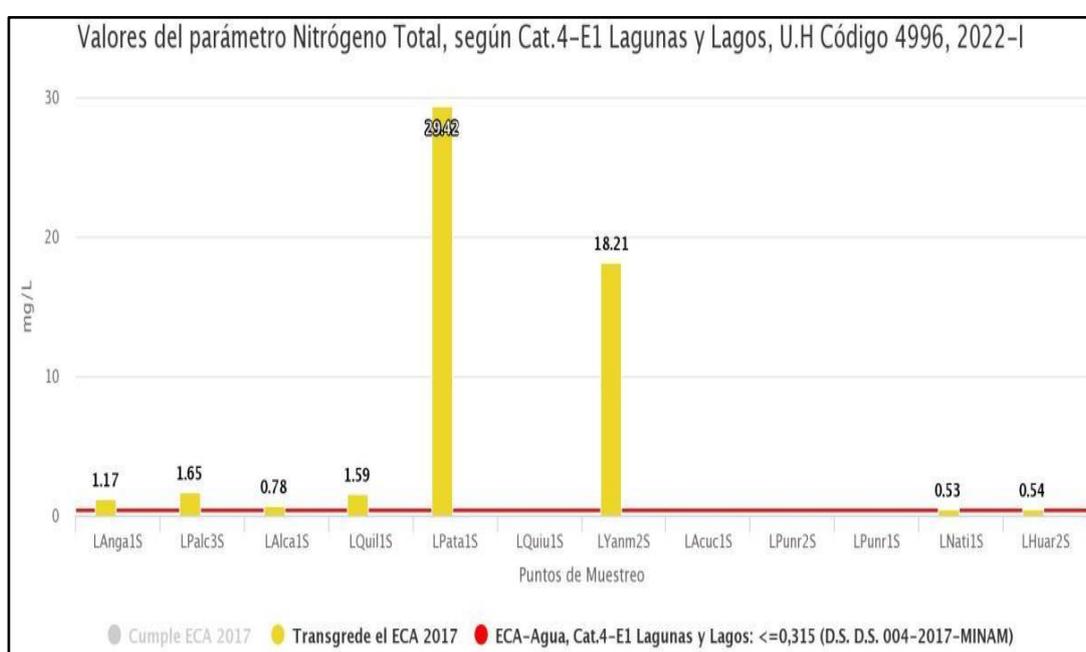
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Fósforo total revelan que, la laguna Palcash en el punto LPalc3S (a la salida de la laguna), la laguna Quiulacocha en el punto LQuiu1S (al extremo oeste de la laguna), la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo) y la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna); presentan valores de

Fosforo Total que transgreden lo establecido para el ECA - Agua, Categoría 4, Subcategoría E1.

**c. Nitrógeno Total:**

El nitrógeno total es la suma de todas las formas de nitrógeno presentes en el agua, incluidos el amoníaco y el nitrógeno enlazado orgánicamente, el nitrito y el nitrato.

**Gráfico 21. Valores de Nitrógeno Total – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2219274 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ**

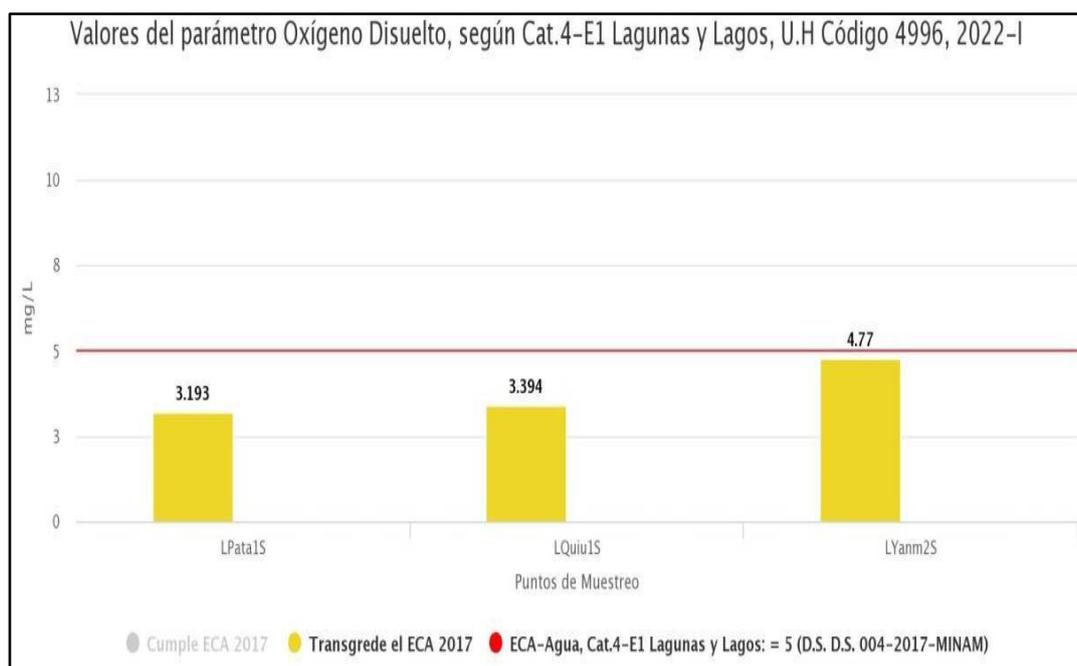
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Nitrógeno total revelan que, la laguna Angascancha en el punto LAnge1S (en la represa de la laguna), la laguna Palcash en el punto LPalc3S, la laguna Alcacocha en el punto LAlca1S (altura de la salida de la laguna), la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna), la laguna Naticocha en el punto

LNati1S (altura de la salida de la laguna) y la laguna Huaroncocha en el punto LHuar2S (cerca al punto de captación de agua para uso poblacional de Huayllay); presentan valores de Nitrógeno total que transgreden lo estipulado o determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**d. Oxígeno Disuelto:**

Toda la vida acuática depende de la disponibilidad de oxígeno disuelto (OD) en el agua. Mientras que los organismos terrestres viven en una atmósfera compuesta aproximadamente de un 20% de oxígeno, los organismos acuáticos sobreviven con una cantidad de oxígeno considerablemente menor. La solubilidad del oxígeno en agua dulce varía entre 14.6 mg/L a 0°C hasta aproximadamente 7 mg/L a 35 °C bajo una presión de 760 mmHg. La concentración de oxígeno disuelto en agua está determinada por la ley de Henry, que describe la relación de equilibrio entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua.

**Gráfico 22. Valores de Oxígeno Disuelto – ALA Pasco**



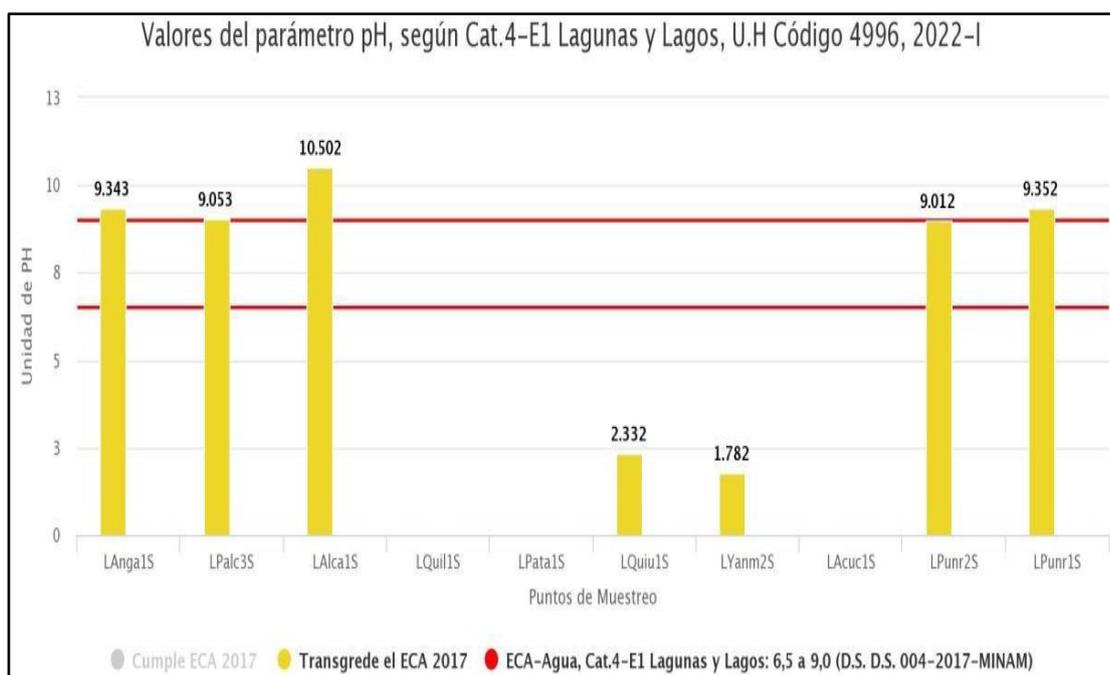
Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2219274 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Oxígeno Disuelto revelan que, la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo), la laguna Quiulacocha en el punto LQuiu1S (al extremo oeste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna) presentan valores de Oxígeno Disuelto que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**e. Potencial de Hidrogeniones (pH):**

El pH o la actividad del ion hidrógeno indica a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua, El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ; donde  $[\text{H}^+] =$  actividad de los iones hidrógeno en mol/L.

**Gráfico 23.** Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco



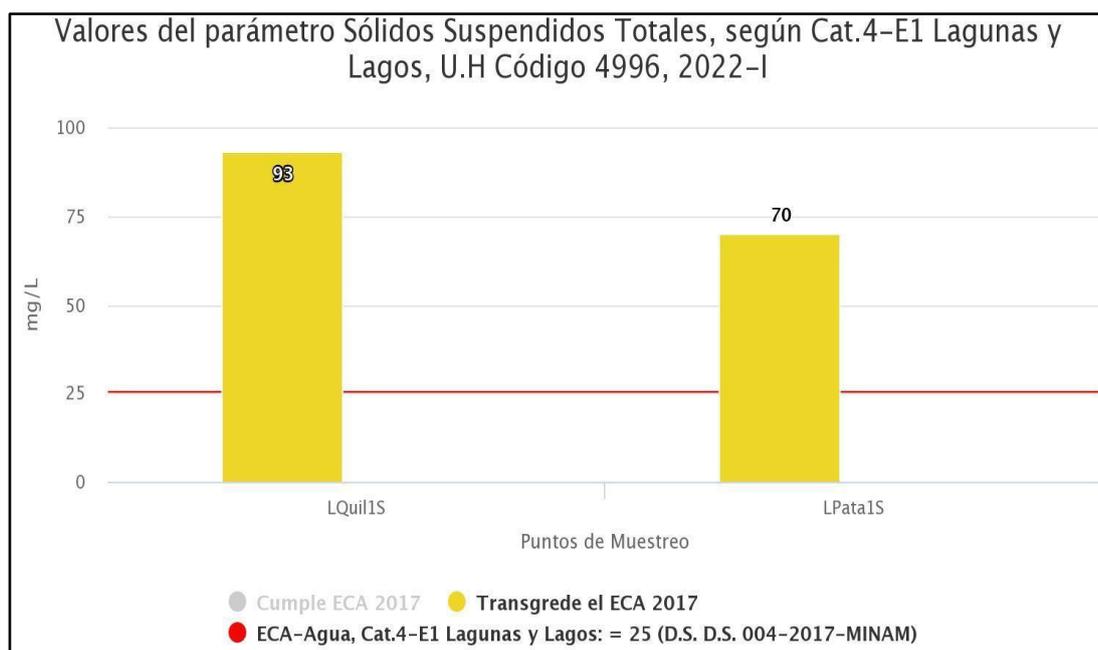
**Fuente:** Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2219274 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro – ALA Pasco, los hallazgos de la medición de Potencial de Hidrógeno (pH) revelan que, la laguna Angascancha en el punto LAnga1S (en la represa de la laguna), la laguna Palcash en el punto LPalc3S, laguna Alcacochoa en el punto LAlca1S, la laguna Quiulacocha en el punto LQuiu1S, laguna Yanamate en el punto LYanm2S, la laguna Punrún en los puntos LPunr1S (a la salida de la laguna) y LPunr2S presentan valores de Potencial de Hidrógeno (pH) que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**f. Sólidos Suspendedos Totales:**

El término Sólidos Suspendedos Totales se aplica a los residuos de material que quedan en un filtro después de la evaporación en estufa a 103 - 105 °C.

**Gráfico 24. Valores de Sólidos Suspendidos Totales – ALA Pasco**



Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

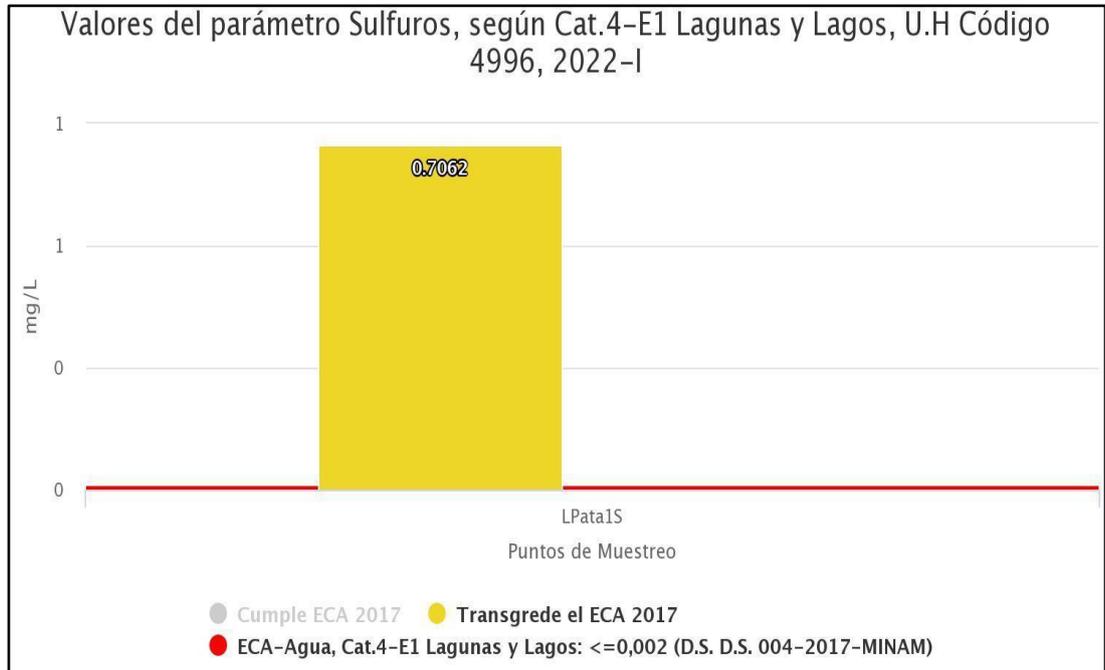
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Sólidos Suspendidos Totales muestran que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo) presentan valores de Sólidos Suspendidos Totales que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

#### **g. Sulfuros**

El sulfuro corresponde a la forma reducida del azufre y se encuentra en la naturaleza en diversas formas; en forma sólida, como formando parte de una mena del hierro, la pirita. Como gas sulfhídrico, en grandes cantidades asociadas a las emanaciones volcánicas. En pequeñas a discretas concentraciones, en aguas termales naturales. De hecho, es la especie H<sub>2</sub>S la que tiene valor terapéutico, mientras que la especie S<sub>2</sub> es tóxica. Las concentraciones de H<sub>2</sub>S en las aguas naturales alcanzan

los 20 a 25 mg/l. Se trata de aguas que provienen de las capas profundas de la corteza, generalmente calientes y a pH ligeramente ácidos.

**Gráfico 25. Valores de Sulfuros – ALA Pasco**



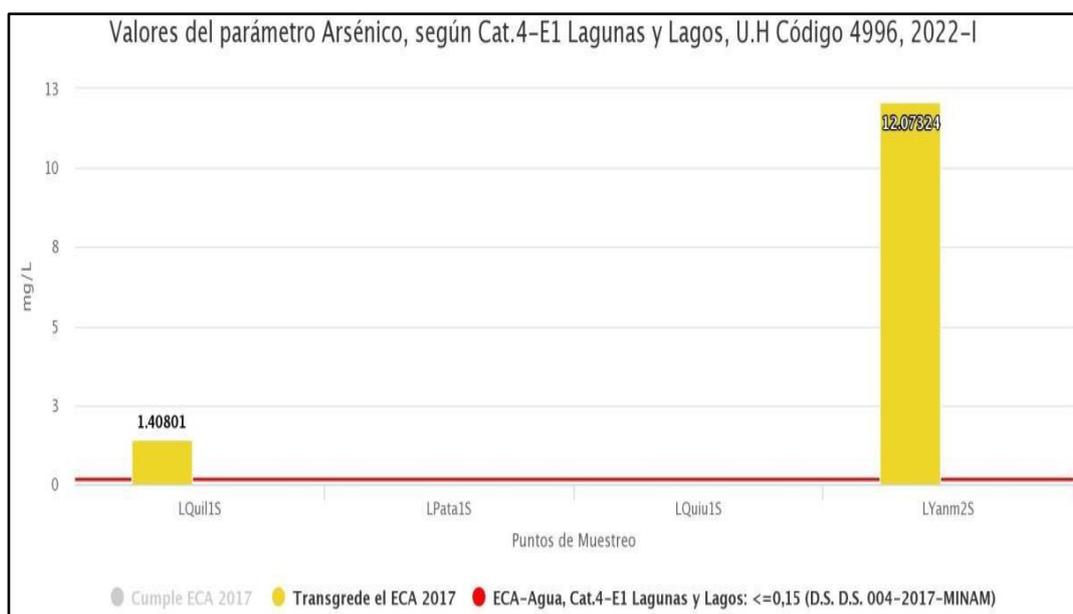
Fuente: Informes de ensayo MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Sulfuros muestran que, la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo) presentan valores de Sulfuros que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

#### **h. Arsénico:**

El arsénico es un agente carcinogénico y ocasiona múltiples efectos negativos sobre la salud humana a corto y largo plazo. La exposición humana no ocupacional al arsénico se da principalmente por agua y alimentos.

**Gráfico 26. Valores de Arsénico – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2219273, MA2217274- A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ**

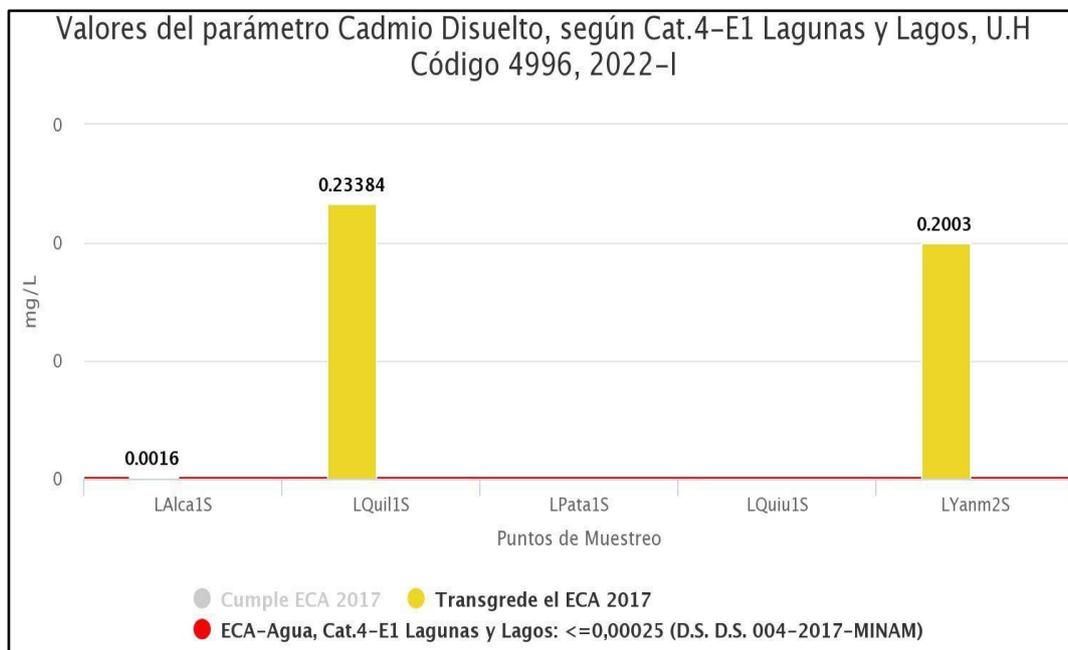
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Arsénico revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna) presentan valores de Arsénico que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**i. Cadmio Disuelto:**

Metal de traza típico a escala planetaria, se halla asociado a minerales de zinc, siendo su mineral más corriente la greenokita (sulfuro de zinc y cadmio). Muy empleado en la fabricación de pilas de botón, su uso en los últimos años está en claro descanso debido a su extrema toxicidad, tanto para el ser humano como para el medio ambiente en general. El cadmio forma numerosos complejos con aniones, como haluros, nitrato, sulfato, tiosulfato, amonio, cianuro, generalmente no demasiado estables.

Además, una gran variedad de sales básicas de este metal es moderadamente o incluso bastante solubles en agua.

**Gráfico 27. Valores de Cadmio Disuelto – ALA Pasco**



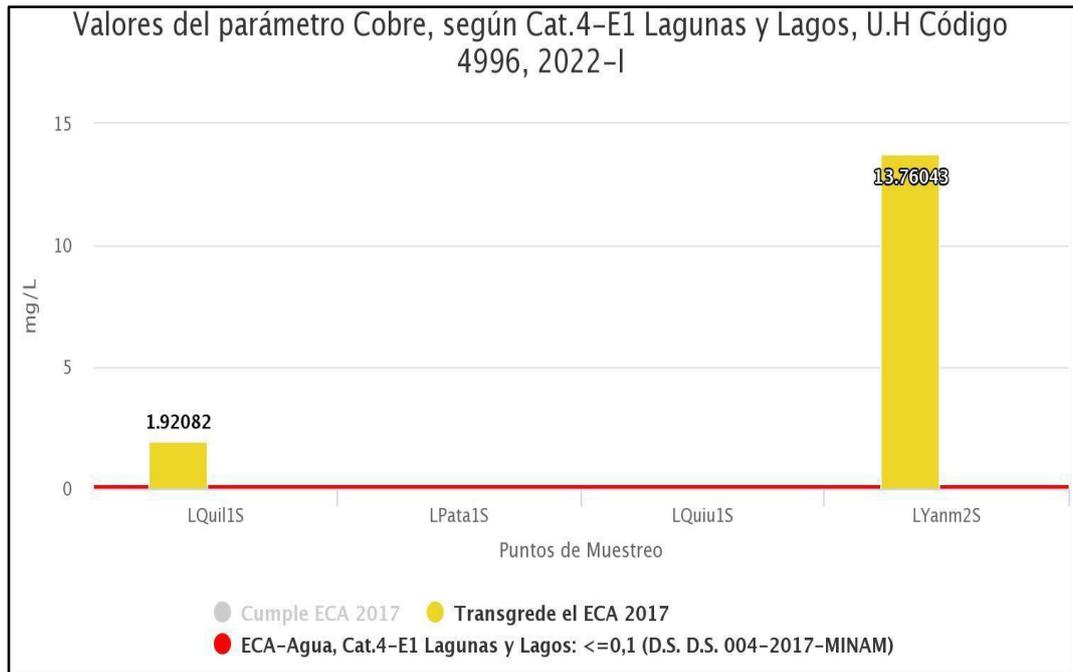
Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217274 -A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Cadmio Disuelto revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna) presentan valores de Cadmio que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**j. Cobre:**

El cobre forma una serie de complejos en aguas naturales con ligandos inorgánicos y orgánicos. Entre el acuoso común las especies son  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  y  $\text{CuHCO}_3^+$ . Corrosión de aleaciones que contienen cobre en tuberías. El cobre se considera un oligoelemento esencial para plantas y animales. Algunos compuestos son tóxicos por ingestión o inhalación.

**Gráfico 28. Valores de Cobre – ALA Pasco**



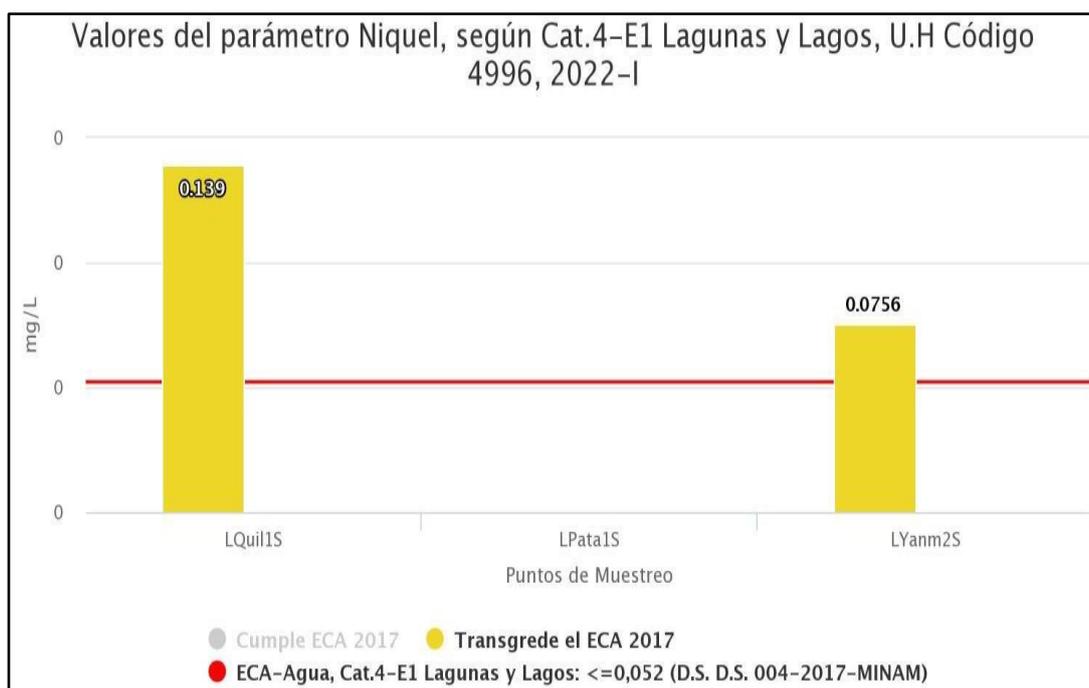
**Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2217274 - A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ**

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Cobre revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna) presentan valores de Cobre que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**k. Níquel:**

La abundancia media de Níquel en la corteza terrestre es de 1,2 ppm y en aguas subterráneas es <0,1 mg / L. La especie acuosa común es Ni<sup>2+</sup>. En condiciones reductoras se pueden formar sulfuros insolubles, mientras que en condiciones aeróbicas el níquel se compleja con hidróxido, carbonatos y ligandos orgánicos puede formar.

**Gráfico 29. Valores de Níquel – ALA Pasco**



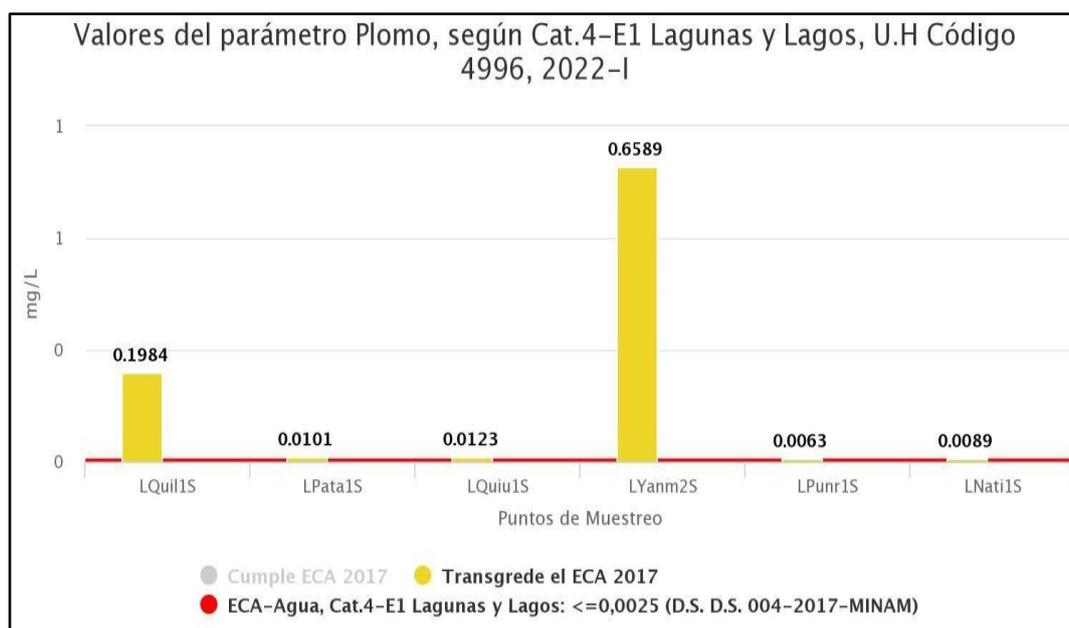
Fuente: Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217892 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Níquel revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna) presentan valores de Níquel que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

#### **1. Plomo:**

El plomo no es esencial para plantas y animales. Es tóxico por ingestión y es acumulativo veneno. La Administración de Alimentos y Medicamentos regula el contenido de plomo en los alimentos y en las pinturas para el hogar.

**Gráfico 30. Valores de Plomo – ALA Pasco**



**Fuente:** Informes de ensayo MA2217892 – A, MA2219273 - A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

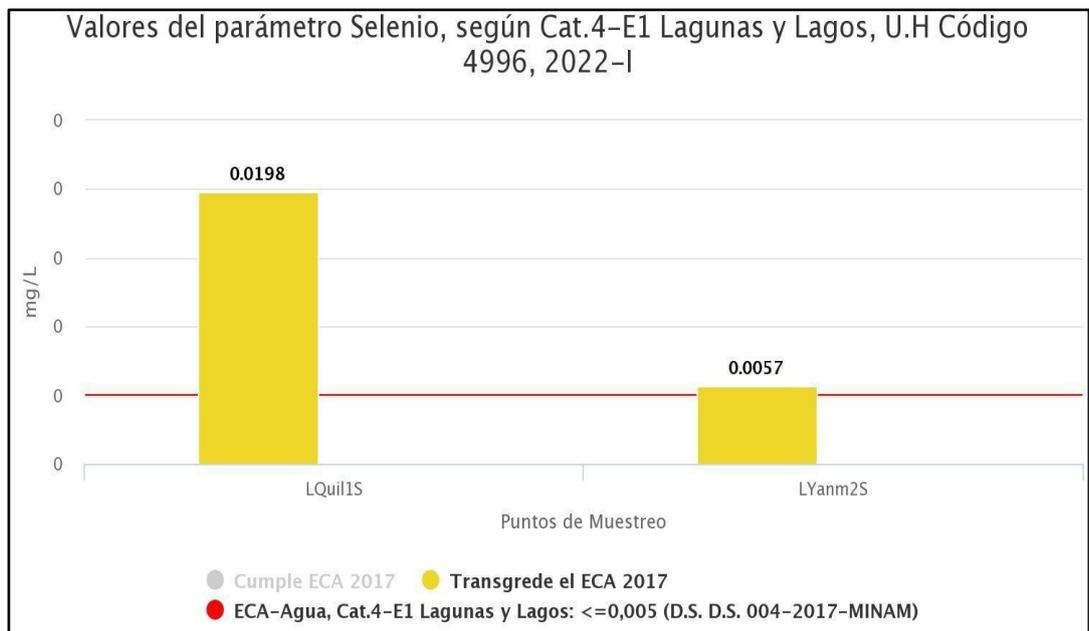
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Plomo revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Patarcocha en el punto LPata1S (cercano a la estación de bombeo), la laguna Quiulacocha en el punto LQuiu1S, la laguna Yanamate en el punto LYanm2S, la laguna Punrún en el punto LPunr1S, la laguna Naticocha en el punto LNati1S (altura de la salida de la laguna) presentan valores de Plomo que transgreden lo determinado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**m. Selenio:**

La abundancia media del Selenio en la corteza terrestre es de 0,2 ppm; en suelos es de 0,27 a 0,74 ppm; en corrientes es de 0,2 µg / L, y en aguas subterráneas es <0,1 mg / L. El selenio se utiliza en electrónica, cerámica y champús. La fracción inorgánica de selenio disuelto consiste

predominantemente en selenio como ion selenato ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ), designado aquí como Se (VI), y selenio como ion selenito ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ), Se (IV). Otras especies acuosas comunes incluyen  $\text{Se}^{2-}$ ,  $\text{HSe}^-$  y  $\text{Se}^0$ . El selenio se considera un oligoelemento no esencial para la mayoría de las plantas, pero es un oligoelemento esencial para la mayoría de los animales, y las enfermedades por deficiencia de selenio son bien conocidas en medicina veterinaria.

**Gráfico 31. Valores de Selenio – ALA Pasco**



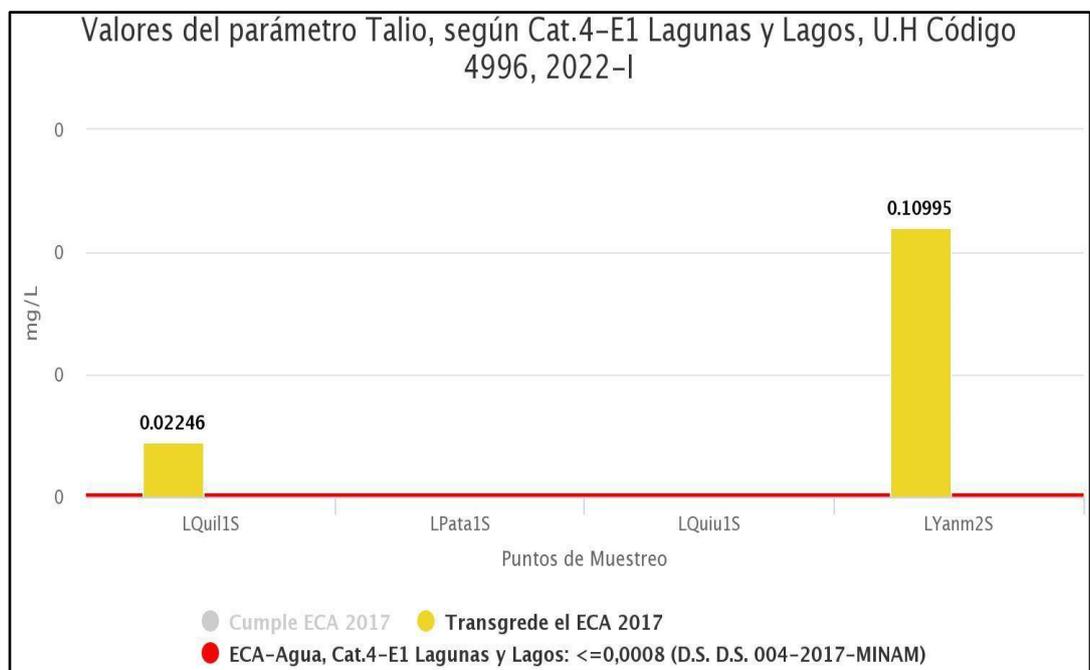
**Fuente: Informes de ensayo MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ**

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Selenio revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna), presentan valores de Selenio que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**n. Talio:**

La abundancia media en la corteza terrestre es de 0.07 ppm y en las aguas subterráneas es <0.1 mg / L. El metal se produce principalmente en pirritas. El talio se utiliza en la producción de vidrios y raticidas, en fotoeléctricas aplicaciones, y en electrodos para medidores de oxígeno disuelto. La especie acuosa común es Tl<sup>+</sup>. No es esencial para plantas y animales. Compuestos del talio es tóxico en contacto con la humedad y por inhalación.

*Gráfico 32. Valores de Talio – ALA Pasco*



**Fuente:** Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217892 – A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

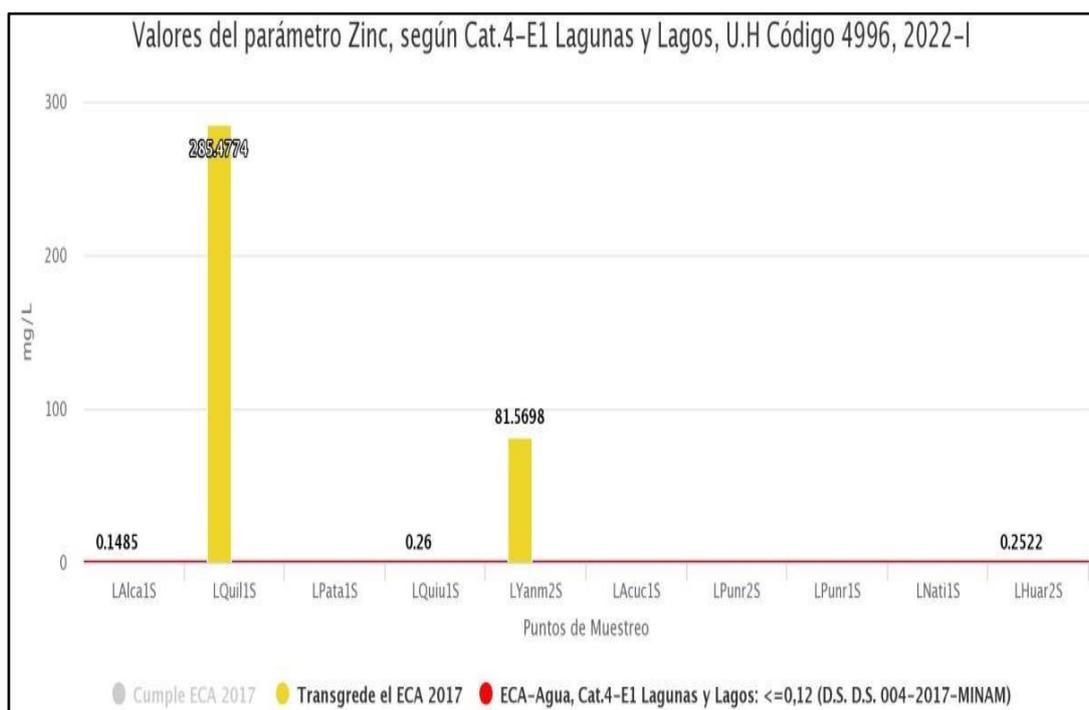
En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos de la medición de Talio revelan que, la laguna Quilcamachay en el punto LQuil1S (al extremo sureste de la laguna), la laguna Yanamate en el punto LYanm2S (al lado sureste de la laguna); presentan valores de Talio

que transgreden lo estipulado para el ECA-Agua, Categoría 4, Sub categoría E1.

**o. Zinc:**

La solubilidad del zinc se controla en aguas naturales por adsorción sobre minerales superficies, equilibrio de carbonatos y complejos orgánicos. El zinc se utiliza en varias aleaciones como latón y bronce, y en baterías, fungicidas y pigmentos. El zinc es un crecimiento esencial elemento para plantas y animales, pero en niveles elevados es tóxico para algunas especies de vida acuática.

**Gráfico 33. Valores de Zinc – ALA Pasco**



**Fuente:** Informes de ensayo MA2216592 – A, MA2217882 – A, MA2217892 – A, MA2217273 - A, MA2219530, MA2217274 - A, MA2219530- A, /ó/ Registro de datos in situ

En la región correspondiente a la cuenca del río Mantaro, los resultados de las mediciones de Zinc indican que la laguna Quilcamachay, en el punto LQuil1S (ubicado en el extremo sureste de la laguna), y la laguna Yanamate, en el punto LYanm2S (localizado en el lado sureste de la

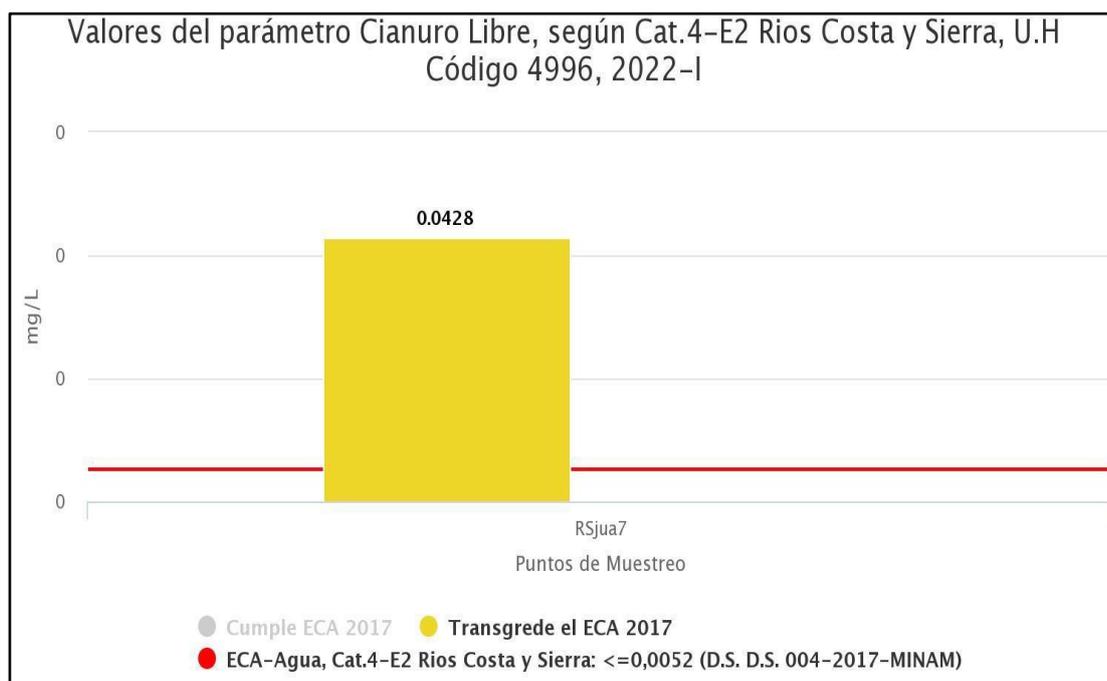
laguna), registran concentraciones de Zinc que superan los valores máximos permitidos establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), Categoría 4, Subcategoría E1.

### 3. Categoría 4: conservación del ambiente acuático, sub categoría E2

#### a. Cianuro Libre:

Los cianuros se dividen en simples y complejos. El cianuro en disolución se halla disociado, y de acuerdo a su pka de disociación en aguas naturales se encontrará fundamentalmente como especie no disociada de más acusada toxicidad que la especie iónica.

**Gráfico 34.** Valores de Cianuro Libre – ALA Pasco



Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, /ó/ Registro de datos in situ

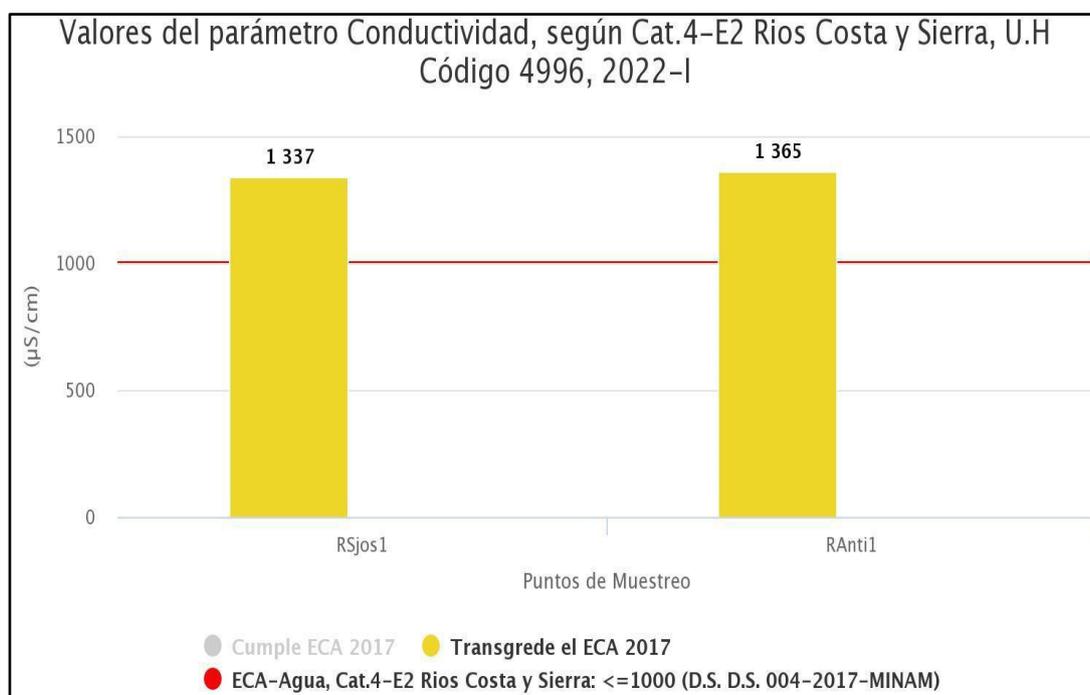
En la zona correspondiente a la cuenca del río Mantaro, los resultados de las mediciones de Cianuro Libre evidencian que el río San Juan, en el punto RSjua7S (aproximadamente a 300 metros aguas abajo de la confluencia con el río Blanco), presenta concentraciones que exceden los

límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), Categoría 4, Subcategoría E2.

**b. Conductividad:**

El comportamiento de la conductividad en cuerpos lénticos, durante el período de mezcla de aguas suele ser más baja que en el período de estratificación térmica y, en esta situación, las aguas anóxicas del fondo pueden presentar valores más elevados de conductividad que las de la superficie.

**Gráfico 35.** Valores de conductividad – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217396 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A, MA2219532, /ó/ Registro de datos in situ

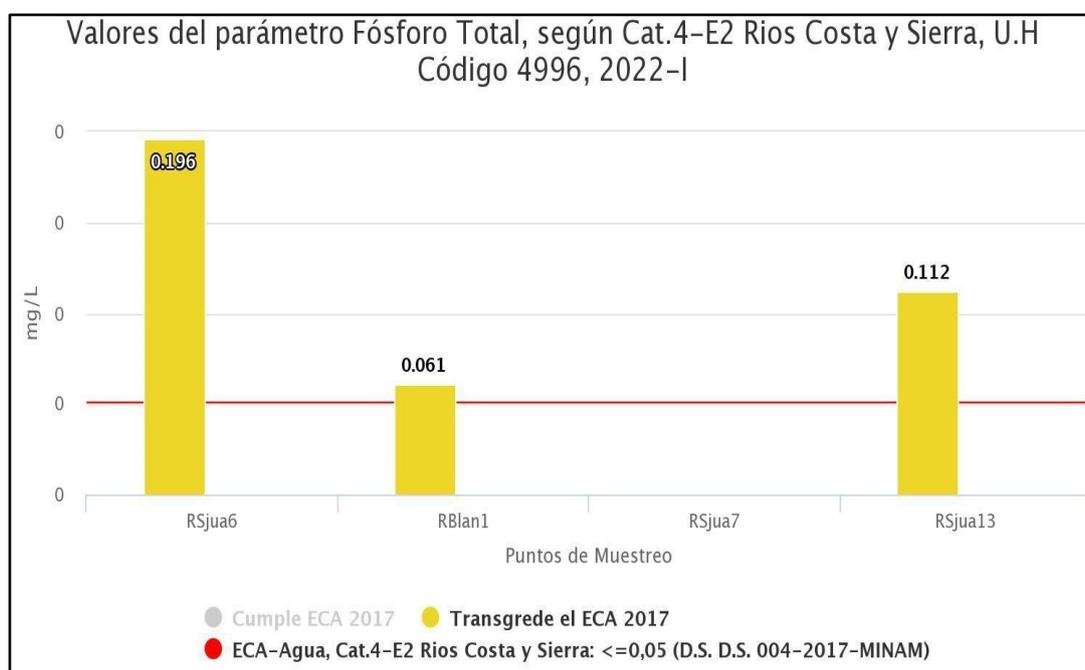
En el contexto de la cuenca del río Mantaro, los resultados correspondientes a las mediciones de Conductividad indican que el río San José en el punto RSjos1 (ubicado antes del ingreso a la población de Huayllay) y el río Anticocha en el punto RAnti1 (aproximadamente a 15 metros aguas abajo del puente Anticonona) presentan niveles de

Conductividad que exceden los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), Categoría 4, Subcategoría E2.

**c. Fósforo Total:**

Se denomina fósforo total a todo el fósforo presente en una muestra, que corresponden a ortofosfato, fosfatos condensados y fosfatos unidos a materia orgánica.

**Gráfico 36. Valores de Fósforo Total – ALA Pasco**



Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A, /ó/ Registro de datos in situ

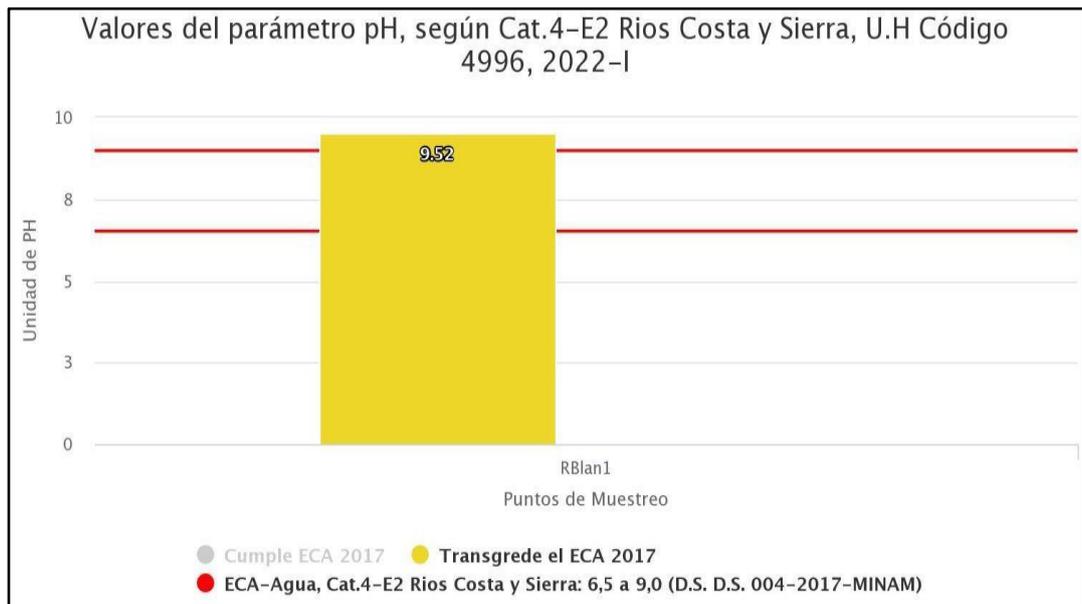
Dentro de la jurisdicción de la cuenca hidrográfica del río Mantaro, los resultados obtenidos para el Fósforo Total evidencian que el río San Juan, en los puntos RSjua6 (aproximadamente a 22 metros aguas abajo del puente antiguo, carretera hacia Huayllay) y RSjua13 (aproximadamente a 100 metros después del vertimiento proveniente del establecimiento penitenciario Cochamarca), así como el río Blanco en el punto RBlan1

(aproximadamente a 100 metros aguas abajo del puente sobre el río Blanco), registran concentraciones de Fósforo Total que superan los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), Categoría 4, Subcategoría E2.

**d. Potencial de Hidrogeniones (pH):**

El pH o la actividad del ion hidrógeno indica a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua, El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno:  $pH = -\log [H^+]$ ; donde  $[H^+] =$  actividad de los iones hidrógeno en mol/L.

**Gráfico 37. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217396 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A, MA2219532, /ó/ Registro de datos in situ**

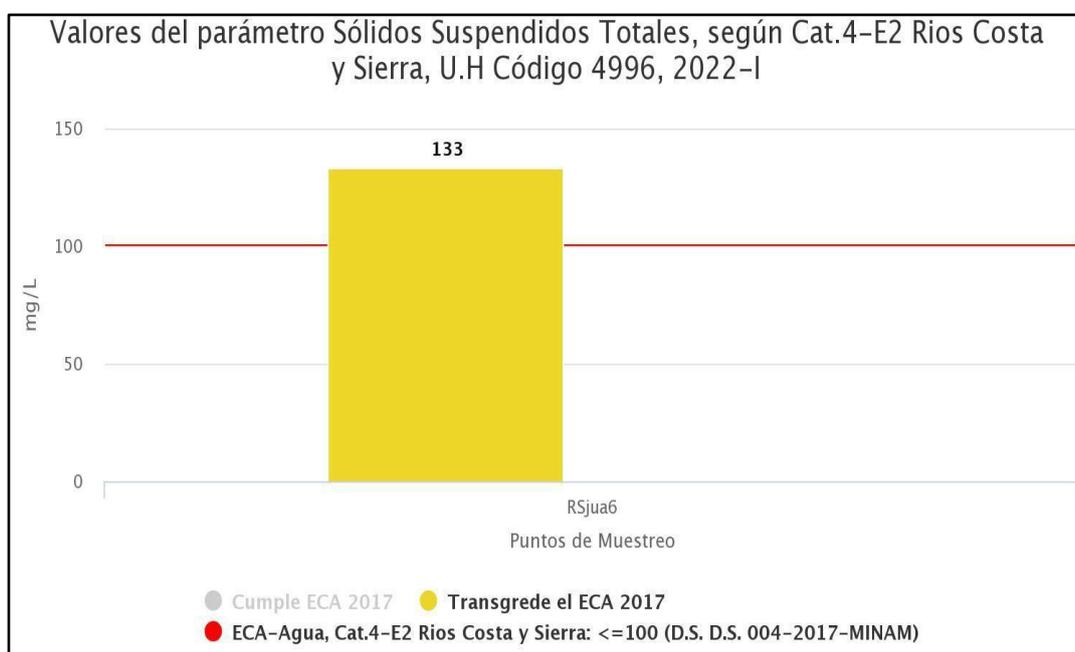
Dentro del área de intervención de la cuenca del río Mantaro, los resultados del monitoreo del Potencial de Hidrógeno (pH) evidencian que en el río Blanco, específicamente en el punto RBlan1 (aproximadamente 100 metros aguas abajo del puente sobre el río Blanco), se registran valores de pH que exceden los límites establecidos por los Estándares de

Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), correspondientes a la Categoría 4, Subcategoría E2.

**e. Respecto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST):**

Este término hace referencia al conjunto de partículas sólidas retenidas en un filtro después de que una muestra ha sido evaporada en una estufa a temperaturas entre 103 y 105 °C, representando la fracción de material en suspensión presente en el agua.

**Gráfico 38.** Valores de Sólidos Suspendidos Totales – ALA Pasco



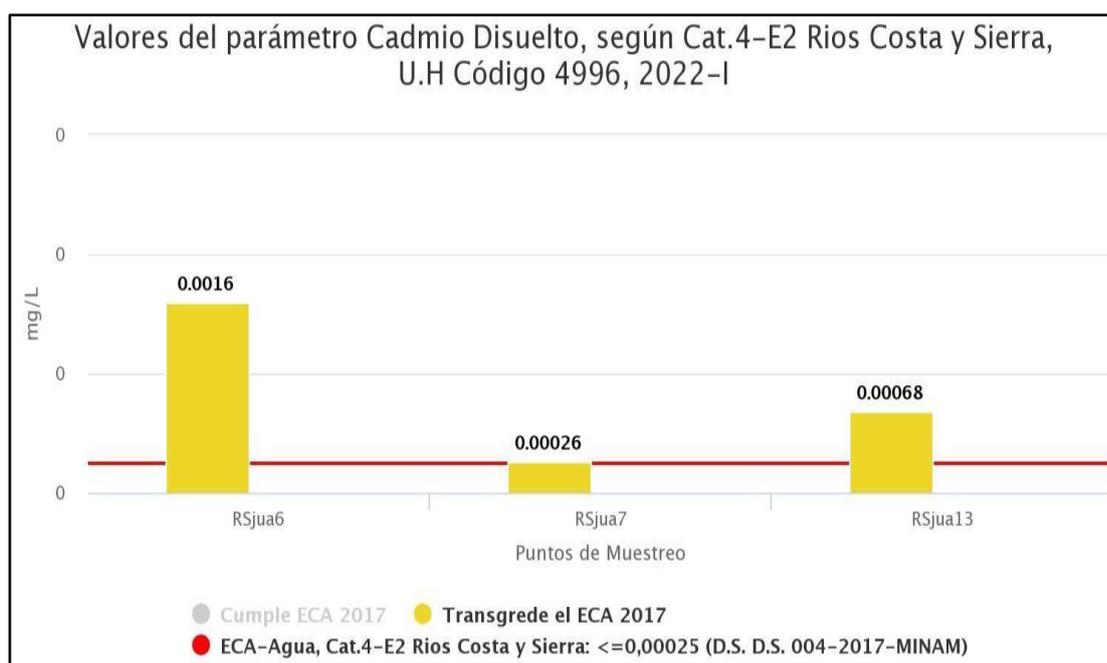
**Fuente:** Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A, /ó/ Registro de datos in situ

En la zona de influencia de la cuenca del río Mantaro, los resultados del monitoreo de sólidos suspendidos totales indican que las concentraciones registradas en el río San Juan, específicamente en el punto RSjua6 (aproximadamente 22 metros aguas abajo del antiguo puente en la carretera hacia Huayllay), exceden los valores máximos establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), correspondientes a la Categoría 4, Subcategoría E2.

**f. Cadmio Disuelto:**

Metal de traza típico a escala planetaria, se halla asociado a minerales de zinc, siendo su mineral más corriente la greenokita (sulfuro de zinc y cadmio). Muy empleado en la fabricación de pilas de botón, su uso en los últimos años está en claro descanso debido a su extrema toxicidad, tanto para el ser humano como para el medio ambiente en general. El cadmio forma numerosos complejos con aniones, como haluros, nitrato, sulfato, tiosulfato, amonio, cianuro, generalmente no demasiado estables. Además, una gran variedad de sales básicas de este metal es moderadamente o incluso bastante solubles en agua.

**Gráfico 39.** Valores de Cadmio Disuelto – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2219532 - A, /ó/ Registro de datos in situ

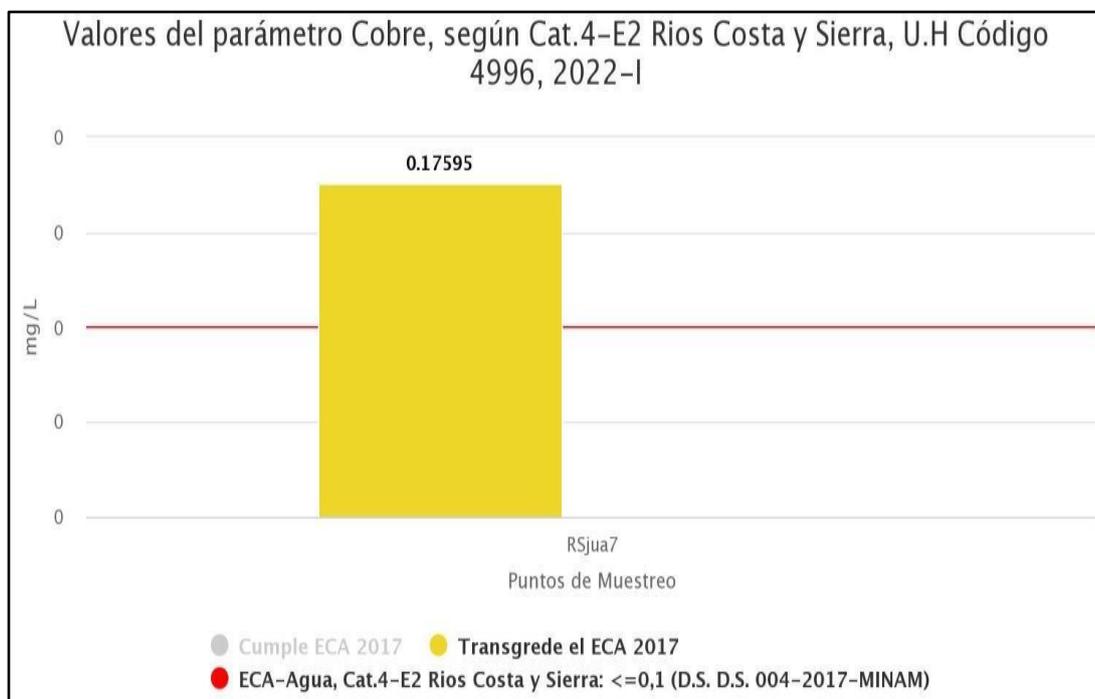
En el área de cobertura de la cuenca del río Mantaro, los resultados del monitoreo de cadmio disuelto evidencian que las concentraciones registradas en el río San Juan, en los puntos RSjua6 (aproximadamente

22 metros aguas abajo del antiguo puente en la carretera hacia Huayllay), RSjua7 y RSjua13 (aproximadamente 100 metros aguas abajo del vertimiento proveniente del establecimiento penitenciario de Cochamarca), superan los valores límite establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), en la Categoría 4, Subcategoría E2.

**g. El cobre**

forma una serie de complejos en aguas naturales con ligandos inorgánicos y orgánicos. Entre el acuoso común las especies son  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  y  $\text{CuHCO}_3^+$ . Se considera un oligoelemento esencial para plantas y animales. Algunos compuestos son tóxicos por ingestión o inhalación.

**Gráfico 40.** Valores de Cobre – ALA Pasco



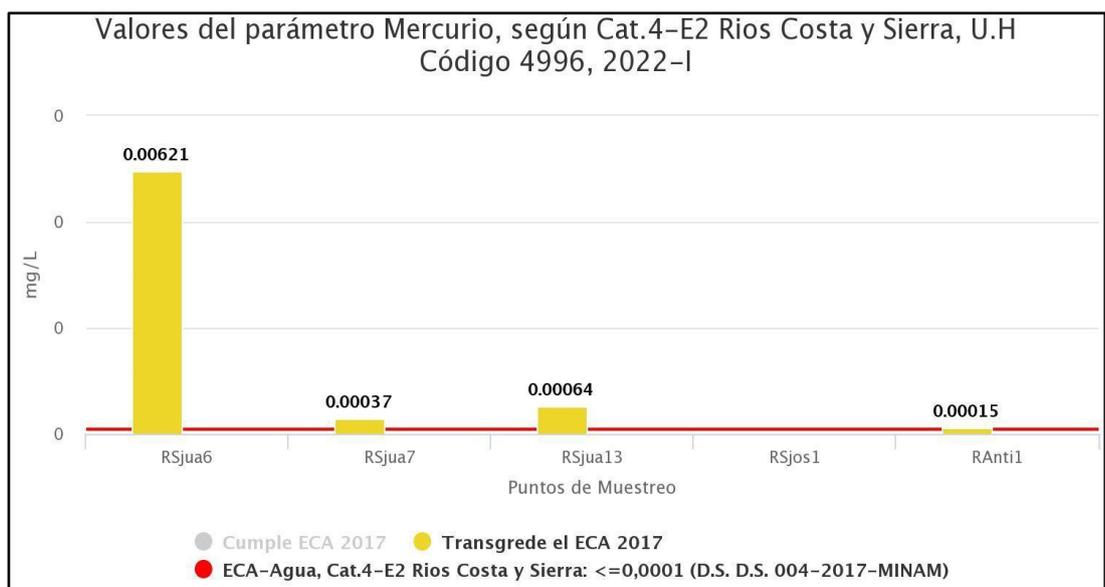
Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2219532 - A, MA2217888 - A /ó/ Registro de datos in situ

Dentro del área de influencia de la cuenca del río Mantaro, los resultados del monitoreo de cobre indican que las concentraciones registradas en el río San Juan, específicamente en el punto RSJua7 (aproximadamente 300 metros aguas abajo de la confluencia con el río Blanco), superan los límites permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), correspondientes a la Categoría 4, Subcategoría E2.

**h. Mercurio:**

El mercurio se encuentra en la litósfera fundamentalmente como sulfuro y en algunas minas bajo forma elemental como líquido. Este metal accede al medio hídrico a través de emisiones volcánicas, y, sobre todo, ligado a efluentes residuales procedentes de la producción de cementos, combustión de fuel, fabricación de baterías, así como la producción de hidróxido sódico y cloro. Además, algunos pesticidas contienen mercurio en sus formulaciones.

**Gráfico 41.** Valores de Mercurio – ALA Pasco



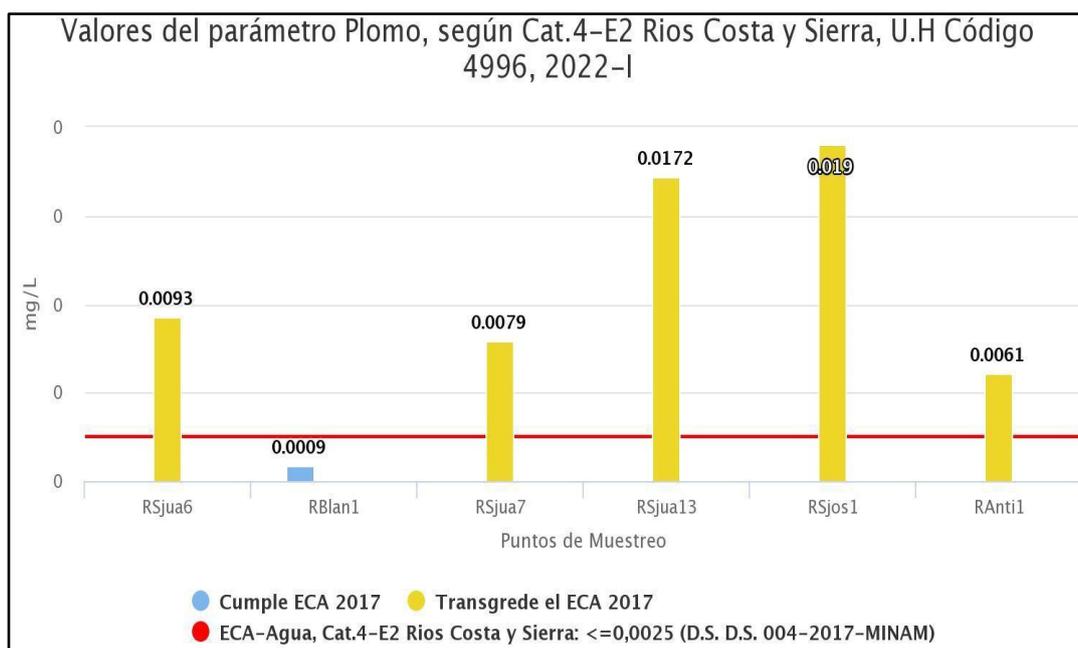
Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos obtenidos del monitoreo de mercurio indican que las concentraciones detectadas en el río San Juan, en los puntos RSjua6 (aproximadamente 22 metros aguas abajo del antiguo puente en la carretera hacia Huayllay), RSjua7 (a unos 300 metros tras la confluencia con el río Blanco) y RSjua13 (alrededor de 100 metros aguas abajo del vertimiento proveniente del establecimiento penitenciario de Cochamarca), así como en el río Anticona, en el punto RAnti1 (15 metros después del puente Anticona), superan los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), en la Categoría 4, Subcategoría E2.

**i. Plomo:**

El plomo no es esencial para plantas y animales. Es tóxico por ingestión y es acumulativo veneno. La Administración de Alimentos y Medicamentos regula el contenido de plomo en los alimentos y en las pinturas para el hogar.

**Gráfico 42. Valores de plomo – ALA Pasco**



**Fuente: Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A /ó/ Registro de datos in situ**

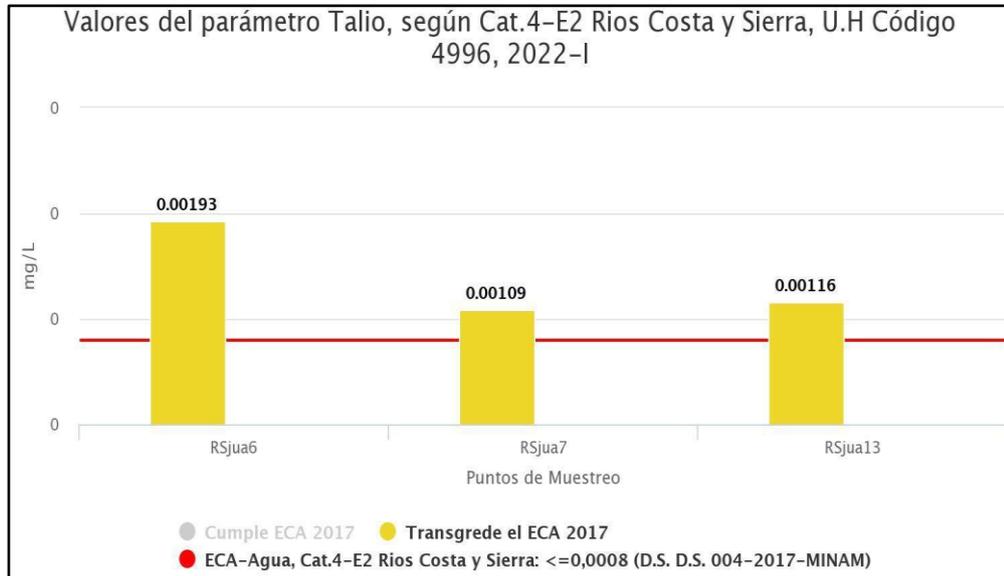
En la Unidad Hidrográfica del río Mantaro, los análisis de concentración de plomo revelan que los niveles registrados en el río San Juan, en los puntos RSjua6 (aproximadamente 22 metros aguas abajo del antiguo puente en la carretera hacia Huayllay), RSjua7 y RSjua13; en el río San José, en el punto RSjos1; y en el río Anticocha, en el punto RAnti1, superan los límites máximos permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), correspondientes a la Categoría 4, Subcategoría E2.

**j. Talio:**

La abundancia media en la corteza terrestre es de 0.07 ppm y en las aguas subterráneas es <0.1 mg / L. El metal se produce principalmente en piritas. El talio se utiliza en la producción de vidrios y raticidas, en fotoeléctricas aplicaciones, y en electrodos para medidores de oxígeno disuelto. La especie acuosa común es Tl<sup>+</sup>. No es esencial para plantas y

animales. Compuestos del talio es tóxico en contacto con la humedad y por inhalación.

**Gráfico 43.** Valores de Talio – ALA Pasco

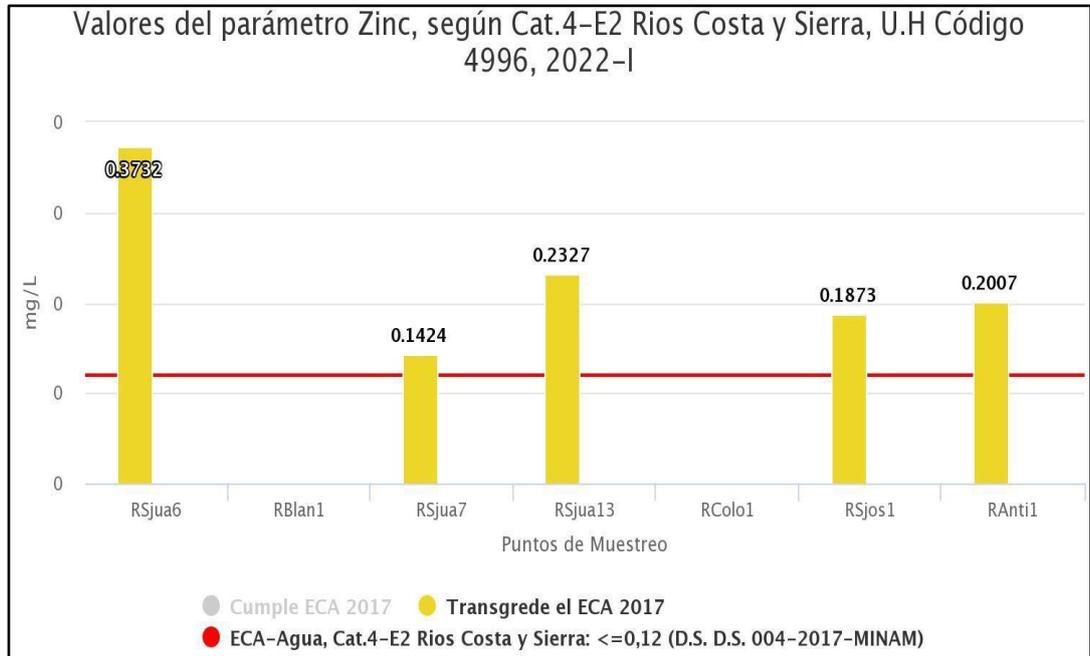


**Fuente:** Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217638 – A, MA2217888 - A /ó/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los hallazgos del monitoreo de talio indican que las concentraciones detectadas en el río San Juan, en los puntos de muestreo RSjua6 (aproximadamente 22 metros aguas abajo del antiguo puente en la vía hacia Huayllay), RSjua7 (a unos 300 metros después de la confluencia con el río Blanco) y RSjua13 (alrededor de 100 metros aguas abajo del vertimiento proveniente del establecimiento penitenciario de Cochamarca), exceden los límites permisibles establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), en la Categoría 4, Subcategoría E2. La solubilidad del zinc se controla en aguas naturales por adsorción sobre minerales superficies, equilibrio de carbonatos y complejos orgánicos. El zinc se utiliza en varias aleaciones como latón y bronce, y en baterías, fungicidas y pigmentos. El zinc es un crecimiento esencial elemento para

plantas y animales, pero en niveles elevados es tóxico para algunas especies de vida acuática.

**Gráfico 44.** Valores de zinc – ALA Pasco



**Fuente:** Informes de ensayo MA2217116 – A, MA2217396 – A, MA2217638 – A, MA2217888 – A, MA 2219532 /6/ Registro de datos in situ

En el área de influencia de la Unidad Hidrográfica Mantaro, los análisis de concentración de zinc evidencian que los valores registrados en el río San Juan, específicamente en los puntos RSjua6 (aproximadamente 22 metros aguas abajo del antiguo puente en la carretera a Huayllay), RSjua7 y RSjua13 (a unos 100 metros tras el vertimiento del establecimiento penitenciario de Cochamarca), así como en el punto RSjos1 del río San José (antes del ingreso a la localidad de Huayllay) y en el punto RAnti1 del río Anticocha (15 metros aguas abajo del puente Anticona), superan los límites establecidos para zinc según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), en la Categoría 4, Subcategoría E2.

## **4.2. Discusión de resultados**

El análisis de los resultados de los parámetros evaluados del monitoreo de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), en base a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), revela importantes transgresiones en diversas mediciones, lo que pone en evidencia la afectación de los cuerpos de agua en la región y que a continuación se pasa a fundamentar:

### **A. Transgresiones de los límites de los ECA - agua, categoría 3, subcategoría D1:**

- **Indicadores de Contaminación y sus Efectos:**

#### **Exceso de Aceites y Grasas:**

Se observa que varios puntos del río Ragra, específicamente en los puntos RRagr2, RRagr6 y RRagr7, presentan valores de aceites y grasas que exceden los límites establecidos en el ECA-Agua, Categoría 3, Subcategoría D1. Este indicador sugiere que hay una presencia considerable de contaminantes orgánicos, que podrían ser producto de actividades industriales o de vertimientos urbanos. Los aceites y grasas son indicadores de contaminación proveniente de actividades de procesamiento de productos y de gestión inadecuada de residuos.

#### **Conductividad Eléctrica Elevada:**

El exceso de conductividad eléctrica en los puntos RRagr3 y RRagr4 también evidencia una alteración significativa en la calidad del agua. Este parámetro está asociado con una mayor concentración de iones en el agua, los cuales pueden provenir de contaminantes industriales o de actividades agrícolas intensivas. Las actividades de vertimiento de aguas residuales tratadas en el punto RRagr4 podrían ser una de las principales

causas de este desequilibrio, ya que el proceso de tratamiento puede no ser completamente efectivo para eliminar estos compuestos.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):**

La DBO5 es un indicador crítico para evaluar la carga orgánica en el agua. Los resultados elevados de DBO5 en los puntos RRagr2, RRagr6 y RRagr7 sugieren una alta concentración de materia orgánica biodegradable, posiblemente derivada de vertimientos no controlados, aguas residuales domésticas o industriales. Este parámetro, que excede los valores del ECA-Agua, podría afectar la capacidad del ecosistema acuático para sostener vida acuática, debido a que el oxígeno disponible para los organismos se ve comprometido.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

El análisis de la DQO en los puntos RRagr6 y RRagr7 indica también una transgresión de los valores establecidos, lo que señala la presencia de contaminantes más resistentes a la descomposición biológica, tales como productos químicos industriales, pesticidas o fertilizantes. La DQO es un indicador clave de la calidad del agua, ya que refleja el nivel de contaminación por sustancias orgánicas e inorgánicas.

**Fenoles:**

Los fenoles, que son compuestos orgánicos sintéticos de alta toxicidad, también superan los límites establecidos en los puntos RRagr2, RRagr6 y RRagr7. Estos compuestos son típicamente liberados por actividades industriales, como la producción de plásticos, pesticidas o en procesos de refinación. La presencia de fenoles en el agua es un riesgo tanto para la salud humana como para los ecosistemas acuáticos, ya que pueden

afectar la biota acuática y, eventualmente, llegar a los consumidores de estos recursos.

**Oxígeno Disuelto (OD):**

El oxígeno disuelto en varios puntos clave del río Ragra, así como en el río San Juan, presenta valores inferiores a los estándares establecidos. El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática; niveles bajos de oxígeno pueden generar la muerte de organismos acuáticos y promover la proliferación de especies anaeróbicas que alteran aún más la calidad del agua. Esta transgresión puede estar vinculada a una sobrecarga de materia orgánica que consume el oxígeno disponible.

**Parámetros Físico-Químicos y Metales Pesados:**

Diversos metales pesados, tales como arsénico, cadmio, cobre, zinc, hierro, manganeso, mercurio y plomo, muestran niveles superiores a los establecidos en varios puntos de la cuenca. Estos metales son tóxicos incluso en concentraciones bajas y pueden tener efectos a largo plazo sobre la salud humana y los ecosistemas acuáticos. La actividad minera, la industria de caleras y la contaminación de aguas residuales tratadas son posibles fuentes de estos contaminantes. La presencia de estos metales pone en riesgo la calidad del agua para el consumo humano y su uso en actividades agrícolas o recreativas.

**Coliformes Termotolerantes:**

Los valores elevados de coliformes termotolerantes en los puntos RRagr6 y RRagr7 indican una posible contaminación fecal. La presencia de estos microorganismos es una señal clara de que el agua está siendo afectada por vertimientos de aguas residuales sin un adecuado tratamiento. La alta

presencia de coliformes es una amenaza para la salud pública, ya que estos organismos pueden ser causantes de enfermedades gastrointestinales.

**Factores Ambientales y Antropogénicos:**

Los resultados sugieren que las causas más relevantes de la contaminación en la Unidad Hidrográfica Mantaro proceden de las actividades humanas, tales como la agricultura intensiva, la minería, la industrialización y el vertimiento de aguas residuales. Las zonas de influencia de las caleras, los efluentes residuales descargados por la empresa Administradora Cerro S.A.C. y las actividades agrícolas parecen ser factores clave en la alteración de la calidad del agua en la región.

**B. Transgresiones de los límites de los ECA - agua, categoría 4, subcategoría**

**E1:**

Los resultados muestran una constante transgresión de los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la Categoría 4, Subcategoría E1, lo que indica que el agua de estas lagunas no cumple con los estándares para este tipo de ecosistemas acuáticos. Este hallazgo es preocupante, ya que sugiere que el ambiente acuático está siendo afectado por diferentes factores que están alterando su equilibrio natural.

• **Indicadores de Contaminación y sus Efectos:**

**Conductividad:**

Las mediciones de conductividad en la laguna Quiulacocha y Naticocha transgreden los valores del ECA, lo que puede indicar la presencia de contaminantes iónicos, como sales o metales, que alteran la química del agua. Un aumento en la conductividad suele estar asociado con una

mayor carga de contaminantes, lo que puede afectar negativamente la vida acuática, alterando las condiciones necesarias para la fauna y flora.

### **Fósforo y Nitrógeno Total**

Los niveles elevados de fósforo total y nitrógeno total en varias lagunas (como Palcash, Quiulacocha, Yanamate, entre otras) reflejan una posible eutrofización. Este fenómeno ocurre cuando el exceso de nutrientes provoca un crecimiento descontrolado de algas, lo que reduce el oxígeno disuelto en el agua y genera zonas muertas, afectando la biodiversidad acuática. Esta eutrofización es comúnmente causada por la escorrentía de fertilizantes agrícolas, aguas residuales y otras fuentes de contaminación.

### **Oxígeno Disuelto:**

El bajo nivel de oxígeno disuelto en algunas lagunas, como en Patarcocha, Quiulacocha y Yanamate, es un indicio directo de la mala calidad del agua, ya que el oxígeno es esencial para la vida acuática. Los altos niveles de nutrientes (fósforo y nitrógeno) contribuyen a la proliferación de algas que, al descomponerse, consumen grandes cantidades de oxígeno, dejando a los organismos acuáticos con pocos recursos para sobrevivir.

### **pH:**

La transgresión en los valores de pH en varias lagunas indica que el agua se está volviendo más ácida o básica de lo esperado, lo cual puede ser un indicio de la contaminación por metales pesados, productos químicos agrícolas o actividad minera. Cambios en el pH pueden alterar la biodiversidad acuática, ya que muchas especies son sensibles a pequeñas variaciones en el pH.

### **Sólidos Suspendidos Totales:**

El exceso de sólidos suspendidos en las lagunas de Patarcocha y Quilcamachay pueden generar turbidez en el agua, lo que afecta la penetración de luz y reduce la fotosíntesis en plantas acuáticas. Además, estos sólidos pueden actuar como vehículos de otros contaminantes, incluyendo metales pesados, que se adhieren a las partículas sólidas.

### **Contaminantes Metálicos:**

Los resultados de la medición de metales pesados como arsénico, cadmio, cobre, níquel, plomo, selenio, talio y zinc en diversas lagunas muestran valores que exceden los límites establecidos por los ECA. Esto es preocupante, ya que estos contaminantes pueden ser altamente tóxicos para los organismos acuáticos e incluso para las poblaciones humanas que dependen de estas fuentes de agua.

- **Arsénico y Cadmio**, son conocidos por su toxicidad, incluso en concentraciones bajas, afectando gravemente la salud de los organismos acuáticos y los seres humanos.
- **Cobre, Níquel y Zinc**, son metales pesados que, en concentraciones elevadas, afectan negativamente a los peces y otros organismos acuáticos, alterando sus procesos metabólicos y reproductivos.
- **Plomo y Talio**, son altamente peligrosos y se asocian con efectos neurotóxicos en los animales y humanos, y su presencia en las aguas puede indicar una contaminación severa por actividades industriales o mineras.

- **Implicancias Ambientales y Sociales:**

La transgresión de los ECA en diversos parámetros no solo refleja una contaminación ambiental significativa, sino que también puede tener consecuencias socioeconómicas graves. Las comunidades que dependen de estas lagunas para actividades como la pesca, el abastecimiento de agua potable o el turismo pueden verse afectadas por los cambios en la biodiversidad, la calidad del agua y la disminución de los recursos acuáticos.

El hecho de que muchas de estas lagunas se encuentren en zonas cercanas a actividades mineras, agrícolas y urbanas sugiere que las fuentes de contaminación pueden ser tanto industriales como domésticas. Esto implica que las estrategias de manejo y conservación del recurso hídrico deben ser abordadas de manera integral, considerando no solo la reducción de contaminantes, sino también la restauración de los ecosistemas acuáticos.

**C. Transgresiones de los límites de los eca - agua, categoría 4, subcategoría E2:**

Según los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en el ámbito de la Unidad Hidrográfica Mantaro en cuanto a los parámetros fisicoquímicos y contaminantes que transgreden los límites establecidos para la Categoría 4, Subcategoría E2 de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua, reflejan una preocupante situación sobre la calidad del agua en los ríos de la región. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados, sus implicancias ambientales y posibles acciones correctivas.

Las transgresiones observadas en una amplia gama de parámetros de calidad del agua indican que los ríos de la Unidad Hidrográfica Mantaro están enfrentando niveles significativos de contaminación que exceden los límites permitidos. Esta situación afecta la salud ecológica de los ecosistemas acuáticos y podría tener repercusiones también para las comunidades humanas que dependen de estas fuentes de agua para diversos usos.

- **Contaminantes Específicos:**

- **Cianuro Libre:**

- La presencia de cianuro libre en el río San Juan (punto RSjua7) es especialmente preocupante, ya que el cianuro es un veneno altamente tóxico que puede afectar gravemente la biodiversidad acuática. Este compuesto es comúnmente asociado con actividades mineras, en las cuales se utiliza para la extracción de oro. La alta concentración de cianuro podría comprometer la vida acuática, afectando especies de peces y otras formas de vida, además de poner en riesgo el uso humano del agua.

- **Conductividad:**

- Los resultados muestran que el río San José (RSjos1) y el río Anticocha (RAnti1) presentan valores de conductividad que exceden los estándares. Un aumento en la conductividad refleja una mayor concentración de iones en el agua, generalmente derivados de la presencia de sales, metales o productos químicos industriales. Este aumento puede alterar el equilibrio del ecosistema acuático y puede afectar la salud de las especies que dependen del agua para su supervivencia.

**Fósforo Total:**

La presencia de fósforo total por encima de los valores permisibles en varios puntos del río San Juan, el río Blanco y otros ríos indica una posible eutrofización del ecosistema acuático. El fósforo es un nutriente clave que, en exceso, puede provocar el crecimiento descontrolado de algas, lo que reduce el oxígeno disuelto en el agua y crea zonas de hipoxia. Esto afecta negativamente la biodiversidad, ya que muchas especies acuáticas no pueden sobrevivir en condiciones de bajo oxígeno.

**Potencial de Hidrógeno (pH):**

El pH del agua en el río Blanco (RBlan1) muestra valores fuera de los rangos establecidos. Los cambios en el pH, ya sea hacia niveles más ácidos o más alcalinos, pueden afectar gravemente a los organismos acuáticos, alterando sus procesos metabólicos y reproductivos. Un pH alterado puede también reflejar la presencia de ácidos o bases generados por contaminantes industriales o residuos mineros.

**Sólidos Suspendidos Totales:**

La medición de sólidos suspendidos totales en el río San Juan (RSjua6) también supera los límites establecidos. La alta turbidez en el agua reduce la penetración de luz y afecta la fotosíntesis de las plantas acuáticas, lo que puede alterar el equilibrio ecológico del ecosistema fluvial. Además, los sólidos suspendidos pueden actuar como vectores de otros contaminantes, como metales pesados o productos químicos tóxicos.

**Metales Pesados:**

Los niveles elevados de cadmio, cobre, mercurio, plomo, talio y zinc en diversos puntos de los ríos San Juan, San José, Anticocha, entre otros,

son especialmente alarmantes. Estos metales son altamente tóxicos, incluso en concentraciones bajas, y tienen efectos devastadores sobre la fauna acuática, afectando su desarrollo, crecimiento y reproducción. Los metales pesados, como el mercurio, el plomo y el cadmio, son conocidos por ser carcinógenos, lo que también representa un riesgo para la salud humana, especialmente si el agua contaminada se usa para el consumo o la irrigación de cultivos.

- **Cadmio y Mercurio**, son metales que se bioacumulan en los organismos acuáticos, lo que puede tener efectos a largo plazo sobre la cadena alimentaria.
  - **Cobre, Plomo y Zinc**, afectan la salud de los peces y otros invertebrados acuáticos, alterando su sistema nervioso, respiratorio y digestivo.
  - **Talio y Zinc**, el Talio es un metal raro y tóxico que puede provocar envenenamiento agudo o crónico en organismos acuáticos. Su presencia en niveles elevados puede estar asociada con la contaminación industrial, en especial con la minería. El Zinc, aunque es un nutriente esencial en bajas concentraciones, se vuelve tóxico cuando se encuentra en niveles elevados, afectando tanto la biodiversidad acuática como la calidad del agua.
- **Implicaciones Ambientales y Sociales:**

Los hallazgos revelan una contaminación significativa en los ríos de la Unidad Hidrográfica Mantaro, lo cual tiene graves implicancias tanto para el medio ambiente como para las comunidades humanas:

- **Biodiversidad Acuática:** La presencia de contaminantes, como los metales pesados, cianuro y el exceso de nutrientes, afectará la biodiversidad acuática, poniendo en riesgo especies de peces, macroinvertebrados y plantas acuáticas, con consecuencias en las cadenas alimentarias y los servicios ecosistémicos.
- **Salud Humana:** Los metales pesados, como el mercurio y el plomo, tienen efectos neurotóxicos, especialmente en los niños, y pueden contaminar los recursos hídricos utilizados para consumo humano, riego y otros usos. El cianuro también representa una amenaza directa a la salud humana si se utilizan las aguas contaminadas para consumo o actividades productivas.
- **Economía Local:** Las actividades productivas que dependen del uso del agua de los ríos, como la pesca, la agricultura y el turismo, se verán afectadas negativamente por la contaminación. La disminución de la calidad del agua puede resultar en la pérdida de empleos y medios de vida para las comunidades cercanas a estos cuerpos de agua.

Así mismo se realiza la discusión de los hallazgos del monitoreo de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) con los antecedentes del estudio que se menciona en la investigación, pues es importante relacionar los hallazgos obtenidos en la investigación con los resultados de estudios previos y considerar el contexto de cada uno de ellos. A continuación, se presentan puntos clave para la discusión de los resultados:

## **A. Presencia de Metales Pesados y otros contaminantes**

### **Resultados del estudio:**

Se encontraron concentraciones transgrediendo los valores establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para metales pesados como el Cadmio, Cobre, Plomo, Zinc, Talio, Mercurio, y Zinc, en varios puntos del río San Juan, río Blanco, río San José, y río Anticona.

### **Antecedentes Relevantes:**

- a. **Mallqui et al. (2022)**, también concluye que en su estudio de la calidad del agua en el río Mantaro, se observó una alta concentración de metales pesados (como Cadmio, Plomo, Zinc) y coliformes termotolerantes, que sobrepasaron en varias ocasiones los ECA. Estos metales pesados, en su investigación, mostraron una variabilidad notable a lo largo de los años, lo que podría implicar la influencia de las aguas residuales y la minería informal en la cuenca.
- b. **Según la ANA (2015)**, también aborda el mismo problema en la cuenca de Mantaro, atribuyendo la alta concentración de metales pesados a las actividades mineras. Es así que el presente estudio confirma esta tendencia, ya que los metales como el Cadmio y el Plomo son comúnmente asociados a la actividad minera, lo que resalta la necesidad de un control más riguroso sobre las descargas de aguas residuales y el manejo de pasivos ambientales en la región.

### **Discusión:**

Los resultados del estudio coinciden con los antecedentes en cuanto a la alta presencia de metales pesados en las aguas del río Mantaro. Esto podría ser un reflejo de la actividad minera intensiva en la cuenca, lo que incrementa la contaminación por metales pesados, tal como se señala en los estudios de ANA (2015) y Mallqui et al. (2022). La presencia de metales pesados, particularmente el cadmio, plomo y zinc, es preocupante ya que estos son tóxicos y pueden afectar tanto la biodiversidad acuática como la salud humana.

### **B. Coliformes Termotolerantes y otras contaminaciones microbiológicas**

#### **Resultados del estudio:**

Aunque no se mencionan específicamente los coliformes termotolerantes en los resultados, la presencia de contaminantes como el fósforo total, sólidos suspendidos totales, y la variación en el pH pueden estar relacionadas con la contaminación microbiana, ya que estos parámetros son indicadores indirectos de contaminación orgánica.

#### **Antecedentes relevantes:**

- a. **Mallqui et al. (2022)**, concluye que los coliformes termotolerantes superaron en un 90% los ECA, lo cual indica una fuerte contaminación por fuentes orgánicas, probablemente derivadas de las aguas residuales y de la falta de infraestructura de tratamiento adecuado.

- b. **ANA (2022)**, reporta que los cuerpos de agua de la cuenca Mantaro no cumplen con los ECA en cuanto a parámetros microbiológicos, lo que sugiere que las aguas residuales de actividades poblacionales y productivas son una fuente importante de contaminación.

**Discusión:**

Si bien los resultados no mencionan directamente los coliformes termotolerantes, los altos niveles de fósforo total y sólidos suspendidos pueden reflejar un alto nivel de contaminación orgánica, lo que está relacionado con la presencia de aguas residuales sin tratamiento adecuado, como se observa en los estudios anteriores. Esto indica que las aguas residuales en la cuenca Mantaro tienen un impacto significativo en la calidad microbiológica de los cuerpos de agua, al igual que en los estudios previos.

**C. Impacto de las Actividades Mineras en la Calidad del Agua**

**Resultados de tu estudio:**

La medición de metales pesados, en especial el cadmio, plomo y zinc, en diversas estaciones del río San Juan, río Blanco, y otros tributarios, excede los límites de los ECA. Estos resultados pueden estar relacionados con las actividades mineras en la región, que históricamente han sido identificadas como una de las principales fuentes de contaminación.

**Antecedentes relevantes:**

- a. **Según la ANA (2015)**, identifica a la minería como una de las principales fuentes de contaminación en la cuenca del río

Mantaro, destacando empresas como Compañía Minera Vólcan S.A. y Cerro de Pasco Corporation como las que ejercen una fuerte presión ambiental. La presencia de metales pesados en los cuerpos de agua de la región es una clara manifestación de los impactos de estas actividades.

- b. **La OEFA (2021)**, también señala que, en zonas con alta actividad minera, la sinergia entre los contaminantes puede llevar a impactos ambientales significativos, incluso cuando los contaminantes individuales estén dentro de los límites establecidos.

#### **Discusión:**

Los resultados respaldan la hipótesis de que las actividades mineras continúan siendo una fuente primaria de contaminación en la cuenca del río Mantaro, lo que concuerda con los estudios de la ANA (2015) y de Mallqui et al. (2022). La liberación de metales pesados como el cadmio, plomo, y zinc en las aguas superficiales refleja la falta de control adecuado de las descargas mineras y la presencia de residuos mineros en la zona.

#### **D. El Cumplimiento de los ECA y la Gestión del Agua**

##### **Resultados del estudio:**

En diversas secciones de los ríos monitoreados, se detectaron transgresiones de los valores de los ECA en parámetros clave como el pH, la conductividad, el fósforo total, y la concentración de metales pesados.

**Antecedentes relevantes:**

- a. **Según la ANA (2022)**, concluye que muchos de los cuerpos de agua de la cuenca Mantaro no cumplen con los ECA, lo que pone en evidencia la necesidad de una gestión más estricta de los recursos hídricos, especialmente para mitigar los impactos de las actividades industriales y mineras.
- b. **Para el OEFA (2021)**, señala la importancia de establecer límites más estrictos y monitoreos continuos, ya que, incluso cuando los estándares de emisión se cumplen, la contaminación sinérgica puede generar impactos significativos en la calidad del agua.

**Discusión:**

Los resultados del estudio reflejan la falta de cumplimiento con los ECA, especialmente en cuanto a los metales pesados, lo que subraya la necesidad urgente de mejorar la calidad del agua en la cuenca del Mantaro. Al igual que se concluye en el informe de ANA (2022), la regulación y control más efectivo sobre las actividades mineras y las descargas de aguas residuales son esenciales para restaurar los estándares de calidad del agua en la región.

## CONCLUSIONES

Basándonos en la información proporcionada sobre la investigación titulada "Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022", podemos extraer las siguientes conclusiones importantes:

- Se evaluó la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro, comparando los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos analizados en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, teniendo en cuenta la clasificación de los ríos principales y sus tributarios según la Categoría 1, Sub categoría A2; la Categoría 3, Sub categoría D1; la Categoría 4, Sub categoría E1 y Sub categoría E2.
- Según los resultados obtenidos, se observó que los parámetros de Aceites y Grasas, Conductividad, DBO5, DQO, Fenoles y Coliformes Termotolerantes no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en la Categoría 3, subcategoría D1, en los puntos de muestreo de los cuerpos de agua del río Ragra. Además, los parámetros de Oxígeno Disuelto, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro, Plomo, Zinc no cumplen con los ECA en los cuerpos de agua de los ríos Ragra y San Juan. También se detectó que el pH no cumple con los ECA en los cuerpos de agua del río San Juan y río Gashan. Por último, los Sulfatos y el Manganeseo no cumplen con los ECA en los mismos cuerpos de agua del río Ragra, río San Juan y Andacancha, al igual que los metales Aluminio y Mercurio, que no cumplen con los ECA en los cuerpos de agua del río San Juan.

- Según los resultados obtenidos, se evidenció que la Conductividad no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en la Categoría 4, subcategoría E1, en los puntos de muestreo de las lagunas Quiulacocha y Naticocha. El Fósforo Total no cumple con los ECA en las lagunas Palcash, Quiulacocha, Patarcocha, Yanamate y Huacracocha. Asimismo, el Nitrógeno Total no cumple con los ECA en las lagunas Angascancha, Palcash, Alcacocha, Quilcamachay, Patarcocha, Yanamate, Naticocha y Huaroncocha. El Oxígeno Disuelto no cumple con los ECA en las lagunas Patarcocha, Quiulacocha y Yanamate. El pH también presenta incumplimiento de los ECA en las lagunas Angascancha, Palcash, Alcacocha, Quiulacocha, Yanamate y Punrún. Los Sólidos Suspendidos Totales no cumplen con los ECA en las lagunas Quilcamachay y Patarcocha. Los Sulfuros no cumplen con los ECA en la laguna Patarcocha. Además, los metales Arsénico, Cadmio Disuelto, Cobre, Níquel, Selenio, Talio y Zinc no cumplen con los ECA en las lagunas Quilcamachay y Yanamate. Finalmente, el Plomo tampoco cumple con los ECA en las lagunas Quilcamachay, Patarcocha, Quiulacocha, Yanamate, Punrún y Naticocha.
- Por otro lado, se observó que el Cianuro Libre, Talio, Sólidos Suspendidos Totales, Cadmio Disuelto y Cobre no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en la Categoría 4, subcategoría E2 en el punto de muestreo correspondiente al río San Juan. El parámetro de Conductividad no cumple con los ECA en los cuerpos de agua del río Anticocha. El Fósforo Total excede los límites en el río San Juan y río Blanco, mientras que el pH se encuentra fuera de los estándares en el río Blanco. Además, el Mercurio no cumple con los ECA en los ríos San Juan y Anticon. El Plomo supera los valores permitidos en los ríos San Juan,

San José y Anticocha. Finalmente, el Zinc también excede los límites establecidos en los ríos San Juan, San José y Anticocha.

- Los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) muestran una serie de transgresiones a los valores establecidos en los ECA-Agua en la categoría 3, subcategoría D1. La contaminación por aceites y grasas, metales pesados, nutrientes, coliformes y otros parámetros químicos pone en riesgo tanto la salud humana como los ecosistemas acuáticos.
- El hecho de que muchas de estas lagunas se encuentren en zonas cercanas a actividades mineras, agrícolas y urbanas sugiere que las fuentes de contaminación pueden ser tanto industriales como domésticas. Esto implica que las estrategias de manejo y conservación del recurso hídrico deben ser abordadas de manera integral, considerando no solo la reducción de contaminantes, sino también la restauración de los ecosistemas acuáticos.
- La situación de las lagunas de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) es crítica, y se necesita una intervención urgente para mejorar la calidad del agua y garantizar la sostenibilidad ambiental en la región. Así lo demuestran los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) mostrando una serie de transgresiones a los valores establecidos en los ECA-Agua en la categoría 4, subcategoría E1.
- Los resultados muestran un panorama alarmante sobre la calidad del agua en los ríos de la Unidad Hidrográfica Mantaro, lo que requiere de una intervención inmediata y sostenida para prevenir mayores daños ambientales y asegurar la salud pública y la sustentabilidad de los recursos hídricos en la región. Así lo demuestran los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro

(ALA Pasco) mostrando una serie de transgresiones a los valores establecidos en los ECA-Agua en la categoría 4, subcategoría E2.

- Así mismo los resultados del estudio confirman y complementan los hallazgos de investigaciones previas en la cuenca del río Mantaro, los cuales señalan la persistente contaminación por metales pesados, aguas residuales y la influencia de la actividad minera. Existe una necesidad urgente de implementar medidas de control más estrictas, tanto a nivel normativo como operativo, para reducir la carga contaminante y restaurar la calidad del agua en la región. Las políticas de gestión de recursos hídricos deben enfocarse en la regulación más efectiva de las actividades productivas, especialmente las mineras, y en el fortalecimiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales.

## RECOMENDACIONES

Basándose en los hallazgos y conclusiones de la investigación sobre “Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022”, aquí se presentan algunas recomendaciones:

- Continuar con las acciones de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) de acuerdo con el régimen hidrológico, puesto que, permite verificar la variación de la calidad del cuerpo de agua en función de la estacionalidad, los factores climáticos; la formación geológica y la afectación de las fuentes contaminantes, entre ellas la mala disposición de residuos sólidos, vertimientos de aguas residuales, entre otros.
- Es fundamental implementar estrategias más efectivas de manejo de los recursos hídricos, así como una regulación más estricta sobre las actividades industriales y agrícolas en la región, para mejorar la calidad del agua y garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Además, el monitoreo continuo y la intervención urgente en los puntos críticos son necesarios para mitigar estos impactos.
- Los resultados de estas mediciones requieren de acciones urgentes para mitigar la contaminación y restaurar la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), entre las recomendaciones específicas se incluyen:
  - Monitoreo constante de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados para detectar cambios a tiempo y aplicar medidas correctivas y con especial atención a los contaminantes más críticos como el cianuro, los metales pesados y el fósforo.
  - Mejorar el tratamiento de aguas residuales y las prácticas agrícolas en las áreas cercanas a las lagunas para reducir la carga de nutrientes y contaminantes, así

mismo para reducir la presencia de metales pesados y otros contaminantes industriales en los ríos de la cuenca Mantaro.

- Promover la educación ambiental en las comunidades locales para sensibilizarlas sobre la importancia de la conservación del agua, consecuencias de la contaminación y la reducción de la misma.
- Fortalecer la legislación y la vigilancia ambiental relacionada con la minería, la agricultura y otras actividades industriales que contribuyen a la contaminación de los ríos, para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua, así como el control de actividades industriales que puedan generar impactos negativos.
- Reforestación y Recuperación de Ecosistemas Riparios, para ayudar a mejorar la calidad del agua y mitigar los efectos de la contaminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (Autoridad del Agua) (2021) Informe Técnico N° 0030 – 2021-AAA.H/FTD. II Monitoreo Participativos de la calidad de los Recursos Hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Huallaga. Ministerio de Agricultura y Riego.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua) (2016) Estándares de Calidad Ambiental. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>
- ANA (2014) Diagnóstico de la calidad de los recursos hídricos en el Perú 2000-2012. (DGCRH) Ministerio de Agricultura y Riego. Disponible en: [https://www.academia.edu/34664471/DIAGN%C3%93STICO\\_DE\\_LA\\_CALIDAD\\_DE\\_LOS\\_RECURSOS\\_H%C3%8DDRICOS\\_EN\\_EL\\_PER%C3%9A\\_2000\\_2012](https://www.academia.edu/34664471/DIAGN%C3%93STICO_DE_LA_CALIDAD_DE_LOS_RECURSOS_H%C3%8DDRICOS_EN_EL_PER%C3%9A_2000_2012)
- ANA (2022) Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro 2022 - I (4996). Informe Técnico N° 0025-2022-ANA-AAA.MAN/MAP.
- ANA (2022) Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro 2021-II. Informe técnico N° 0002-2022-ANA-AAA.MAN/MAP. Disponible en: [https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-huancavelica/archivos/public/docs/informe\\_tecnico\\_resultados\\_mon.cuenca\\_del\\_mantaro\\_2021-ii.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-huancavelica/archivos/public/docs/informe_tecnico_resultados_mon.cuenca_del_mantaro_2021-ii.pdf)
- ANA (2015) Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Mantaro. INCLAM Perú. Disponible en:

[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/36/ANA0000052\\_1.pdf](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/36/ANA0000052_1.pdf)

Brouwer, R., & van Ek, R. (2004). Integrated water management: The role of local government. *Water Policy*, 6(6), 585-600. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wp.2004.0055>

Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos y modificatorias. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2010/3768-decreto-supremo-no-001-2010-ag>

Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Decreto Supremo N° 018-2017-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la ANA. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2017/20554-decreto-supremo-n-018-2017-minagri>

Fundación Aequae ¿Cuál es la calidad perfecta del agua? Disponible en: <https://www.fundacionaqua.org/wiki/calidad-agua/>

Fraume, N. (2007) Diccionario Ambiental - Bogotá Colombia 1ra Edición - Editorial Kimpres Ltda.

Gleick, P. (1996). Recursos hídricos. En P. H. Gleick (Ed.), *Agua en crisis: Una guía para los recursos de agua dulce del mundo* (págs. 13-26). Prensa de la Universidad de Oxford.

Global Water Partnership. (2000). *Gestión integrada de los recursos hídricos*. Disponible en: <https://www.gwp.org>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación.

Iberdrola (2022) La contaminación del agua: Cómo no poner en peligro nuestra fuente

de vida. Disponible en:

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua#:~:text=Los%20principales%20contaminantes%20del%20agua,resulte%20invisible%20en%20muchas%20ocasiones.>

INRENA (2007) Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa. Instituto nacional de recursos naturales. ATDR Juliaca.

Disponible en:

[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/1830/ANA000076\\_6\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/1830/ANA000076_6_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kuhn, S. (2012). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica.

Ley General de Aguas, D.L N° 17752. Disponible en:

[https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente\\_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E6815D2DE05256F320055052B/\\$FILE/DL17752.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E6815D2DE05256F320055052B/$FILE/DL17752.pdf)

Ley N° 29338 (2010), Ley de Recursos Hídricos. Disponible en:

<https://www.bing.com/search?q=Ley+N%C2%BA+29338%2C+2010&cvid=fb33ca77f9524de498263ec88ea77efc&aqs=edge..69i57.1197j0j1&pglt=41&FORM=ANNTA1&PC=LCTS>

Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y modificatorias. Disponible en:

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

López, E. & Martínez, P. (2014). La gobernanza del agua en el contexto del cambio climático: un estudio de caso de la cuenca del río Guadalquivir en España. Saltador.

Mallqui, J. Miguel, Y. & Reyes, Sh. (2022) Análisis espacio temporal de la calidad de agua del río Mantaro influenciada por las aguas residuales del año 2004 - 2008 y 2015 – 2019. Universidad Continental. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11987/2/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Mallqui\\_Miguel\\_Reyes\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11987/2/IV_FIN_107_TE_Mallqui_Miguel_Reyes_2022.pdf)

MINAM (2019) Estándar de Calidad Ambiental. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>

Ministerio del Ambiente. (2008). Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Disponible en: [https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2013/09/ds\\_002-2008-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2013/09/ds_002-2008-minam.pdf)

Ministerio del Ambiente. (2017). Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente del Perú. (2017). Reglamento de calidad de agua para consumo humano. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe>

Ministerio del Ambiente, Perú. (2018). Norma técnica ambiental para la calidad del agua. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe>

Ministerio del Ambiente del Perú. (2020). Plan de manejo de la cuenca del río Mantaro. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe>

National Research Council. (2001). Evaluación del enfoque TMDL para la gestión de la calidad del agua. Prensa de Academias Nacionales. Disponible en: <https://doi.org/10.17226/10138>

OEFA (2021) Factores que influyen en el establecimiento de Límites Máximos Permisibles para garantizar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental en Agua. Proyecto de investigación / Innovación para la fiscalización ambiental. Disponible en: [https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%2011\\_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%2011_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OEFA (2002) Límite Máximo Permissible (LMP) DS N° 003-2002-PRODUCE. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=3675#:~:text=a.,Su%20cumplimiento%20es%20exigible%20legalmente](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=3675#:~:text=a.,Su%20cumplimiento%20es%20exigible%20legalmente)

Pacherres, M. (2019) Determinación de la calidad de agua de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín mediante indicadores químicos y biológicos. Universidad Ricardo Palma. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2838/BIO\\_T030\\_47223768\\_T%20%20%20%20PACHERRES%20PINTO%20MIANGGELLA%20LIZETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2838/BIO_T030_47223768_T%20%20%20%20PACHERRES%20PINTO%20MIANGGELLA%20LIZETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Popper, K. (2002). La lógica de la investigación científica. Fondo de Cultura Económica. (Original publicado en 1934)

Postel, S., & Carpenter, S. (1997). Servicios ecosistémicos de agua dulce. En G. C. Daily (Ed.), Servicios de la naturaleza: Dependencia social de los ecosistemas naturales (págs. 195-214). Prensa de la isla.

Resolución Ministerial N° 033-2008-AG, que aprueba la Metodología de Delimitación y codificación de Unidades hidrográficas del Perú. Disponible en:

<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/r-m-no-033-2008-ag>

Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, que aprueba la clasificación de los cuerpos de aguas continentales superficiales. Disponible en:

<https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-056-2018-ana>

Robertson, M. (2000). No más héroes: globalización, teoría y dialéctica entre humanos y medio ambiente. *política ambiental*, 9(4), 82-101. Disponible en:

<https://doi.org/10.1080/09644010008414487>

Salvioli, M., Guerrero, V., Cipponeri, M., Calvo, G., Di Lucente, F. & Paredes, D. (2017). Evaluación de la Calidad del Agua Superficial de una Cuenca Urbana de la Provincia de Buenos Aires. *Hidráulica, IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión* 461-466. Disponible en:

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60278>

Sachs, D. (2015). *La era del desarrollo sostenible*. Prensa de la Universidad de Columbia.

Tamayo, T. M. (1998). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Ediciones Lumusa. S.A.

UICN (2018). *Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua*. Quito – Ecuador:

UICN (2010) *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas de Bolivia metodología PFAFSTETTER*. Estado Plurinacional de Bolivia. Disponible en:

[https://bivica.org/files/delimitacion-unidades-hidrograficas\\_resumen.pdf](https://bivica.org/files/delimitacion-unidades-hidrograficas_resumen.pdf)

UNESCO. (2015). *Agua para un mundo sostenible: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2015*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

United States Environmental Protection Agency. (2021). Evaluación de la calidad del agua: Un procedimiento de detección para la evaluación del estado. EPA 841-B-01-002.

United States Environmental Protection Agency. (2019). NPDES Conceptos básicos del permiso. Disponible en: <https://www.epa.gov>

U.S. Environmental Protection Agency. (2021). Criterios de calidad del agua (EPA 440/5-86-001). Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.

U.S. Environmental Protection Agency. (2019). Estrategia nacional de monitoreo de la calidad del agua: Un marco para la acción. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.

World Health Organization. (2017). Directrices para la calidad del agua potable: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. Organización Mundial de la Salud.

Zita, A. (2022) Toda materia Metodología de la investigación. Disponible en: <https://www.todamateria.com/investigacion/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,de%20una%20investigaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20relacionada>

## **ANEXOS**

## ANEXO I

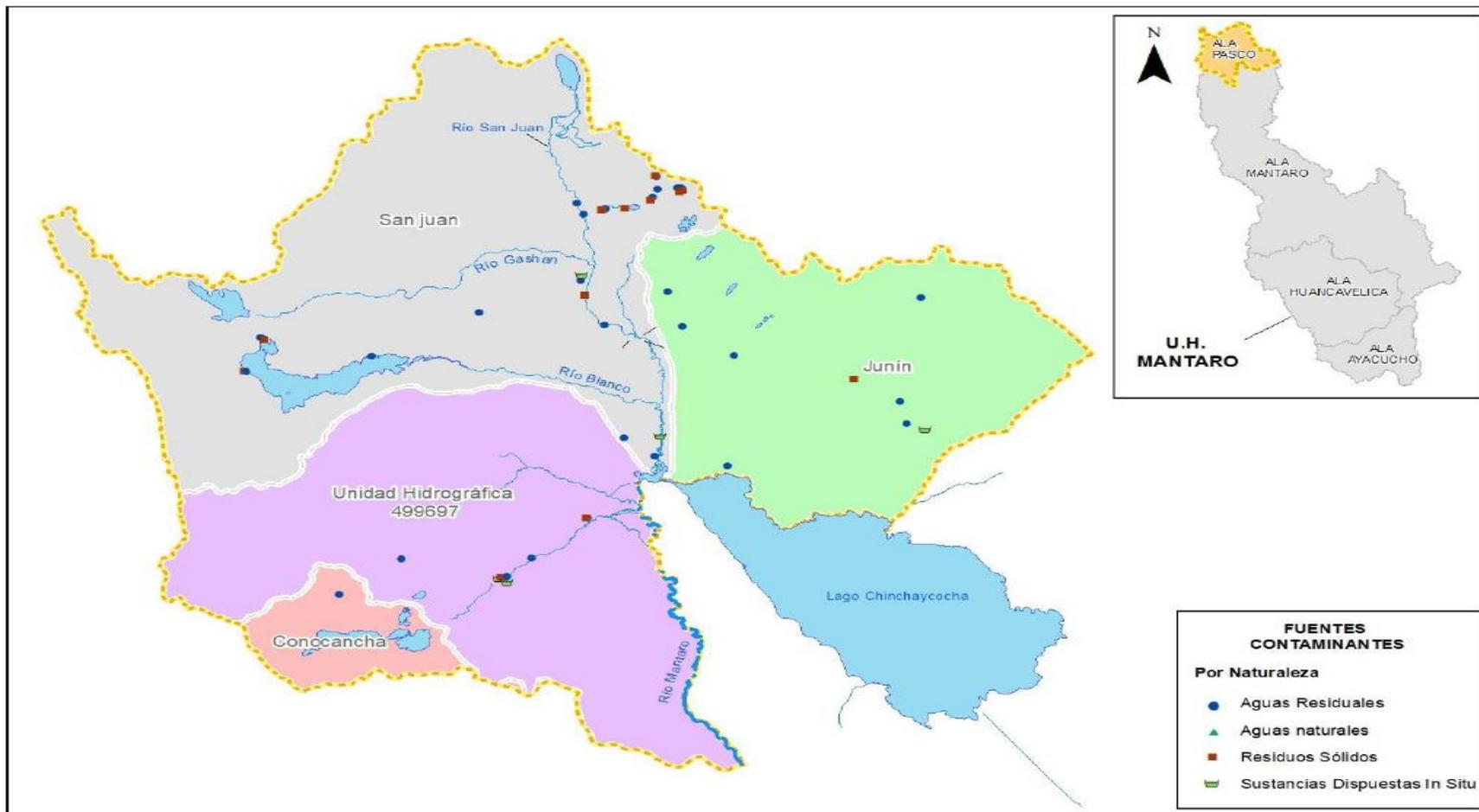
### MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA MANTARO SEGÚN LA AAA MANTARO – ALA PASCO



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) ,2022.

## ANEXO II: MAPA DE LAS FUENTES CONTAMINANTES IDENTIFICADAS EN LA ALA PASCO, SEGÚN LA AUTORIDAD

### ADMINISTRATIVA DEL AGUA MANTARO



Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) ,2022.



## ANEXO IV

### INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

#### a. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano
<p><b>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</b></p> <p><b>DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</b></p> <p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p> <p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p> <p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del 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 riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p> <p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los cuales serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p> <p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p> <p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p> <p>DECRETA:</p> <p><b>Artículo 1.- Objeto de la norma</b></p> <p>La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p> <p><b>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b></p> <p>Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p> <p><b>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b></p> <p>Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p> <p><b>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</b></p> <p><b>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b></p> <p>Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b> Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li><li>- <b>A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li><li>- <b>A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.</li></ul> <p><b>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b></p> <p>Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:</p>	

**- B1. Contacto primario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

**- B2. Contacto secundario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales****a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (E.): ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (E.): erizos y estrella de mar) y tunicados.

**b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

**c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

**d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales****a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (E.): hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (E.): habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (E.): árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (E.): trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (E.): algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (E.): maíz forrajero y alfalfa).

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

**a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

**b) Subcategoría E2: Ríos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

**- Ríos de la costa y sierra**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Títicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

**- Ríos de la selva**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

**c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos****- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

**- Marinos**

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

**Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua**

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

**Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efuente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

#### **Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

#### **Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla**

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

#### **Artículo 8.- Sistematización de la información**

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

#### **Artículo 9.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

##### **Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados**

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

##### **Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua**

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

##### **Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas**

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**

##### **Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente**

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

##### **Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas**

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

##### **Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados**

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN  
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA  
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**ANEXO**

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

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

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

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas 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
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>6</sub> - C <sub>10</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>RTEX</b>				
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	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
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	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>4</sup>	<5x10 <sup>4</sup>

(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 (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>-).

(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 ( $\text{NO}_2$ ).

(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:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CADibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CABromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CABromoformo}}} \leq 1$$

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.  
 $\Delta 3$ : 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
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
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 ( $\text{DBO}_5$ )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAM)	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	$\geq 5$	$\geq 4$
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
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	**
Niquel	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	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella spp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	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.

## Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
<b>ORGÁNICO</b>					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>Bifenilos Policlorados</b>					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>ORGANOLÉPTICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(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 (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

**Área Restringida:** Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

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

**Nota 3:**

- 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.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>).

**Fuente: Ministerio del Ambiente/ SINIA (2017) / Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

**LEY GENERAL DE AGUAS**  
**(DECRETO LEY N° 17752)**  
**EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA**

**POR CUANTO:**

El Gobierno Revolucionario ha dado el Decreto-Ley siguiente:

**EL GOBIERNO REVOLUCIONARIO**

**CONSIDERANDO:**

Que, según la tradición histórica peruana y la Constitución vigente, las aguas pertenecen al Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible; Que es necesario e impostergable la dación de una nueva Ley General de Aguas que establezca el uso justificado y racional de este recurso en armonía con el interés social y el desarrollo del país;

En uso de las facultades de que está investido; y Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; Ha dado el Decreto-Ley siguiente:

**TITULO II**

**DE LA CONSERVACION Y PRESERVACIÓN DE LAS AGUAS**

**CAPITULO I**

**De la Conservación**

**Artículo 19°.**-La Autoridad de Aguas dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para evitar la pérdida de agua por escorrentía, percolación, evaporación, inundación, inadecuado uso u otras causas, con el fin de lograr la máxima disponibilidad de los recursos hídricos y mayor grado de eficiencia en su utilización.

**Artículo 20°.**-Todo usuario está obligado a:

- a. Emplear las aguas con eficiencia y economía, en el lugar y con el objeto para el que le sean otorgadas;
- b. Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas propias en condiciones adecuadas para el uso, evacuación y avenamiento de las aguas;
- c. Contribuir proporcionalmente a la conservación y mantenimiento de los cauces, estructuras hidráulicas, caminos de vigilancia y demás obras e instalaciones comunes, así como a la construcción de las necesarias;
- d. Utilizar las aguas sin perjuicio de otros usos;
- e. No tomar mayor cantidad de agua que la otorgada, sujetándose a las regulaciones y limitaciones establecidas de conformidad con la presente Ley;

- f. Evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito se derramen o salgan de las obras que las deben contener;
- g. Dar aviso oportuno a la Autoridad competente cuando por cualquier causa justificada no utilice parcial, total, transitoria o permanentemente los usos de aguas otorgados, excepto cuando se trate de alumbramiento de aguas sub-terráneas no comunes; y
- h. Cumplir con los reglamentos del Distrito de Riego al cual pertenece, así como con las demás disposiciones de las Autoridades competentes.

**Artículo 21°.**-La Autoridad de Aguas deberá disponer la modificación, reestructuración o acondicionamiento de las obras o instalaciones que atenten contra la conservación de las aguas, pudiendo modificar, restringir o prohibir el funcionamiento de ellas.

## **CAPITULO II**

### **De la Preservación**

**Artículo 22°.**-Está prohibido verter o emitir cualquier residuo, sólido, líquido o gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños o poniendo en peligro la salud humana o el normal desarrollo de la flora o fauna o comprometiendo su empleo para otros usos. Podrán descargarse únicamente cuando:

- a. Sean sometidos a los necesarios tratamientos previos;
- b. Se compruebe que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación;
- c. Se compruebe que con su lanzamiento submarino no se causará perjuicio a otro uso;
- y
- d. En otros casos que autorice el Reglamento.

La Autoridad Sanitaria, dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para el cumplimiento de la presente disposición. Sí, no obstante, la contaminación fuera inevitable, podrá llegar hasta la revocación del uso de las aguas o la prohibición o la restricción de la actividad dañina.

**Artículo 23°.**-Está prohibido verter a las redes públicas de alcantarillado, residuos con propiedades corrosivas o destructoras de los materiales de construcción o que imposibiliten la reutilización de las aguas receptoras.

**Artículo 24°.-** La Autoridad Sanitaria establecerá los límites de concentración permisibles de sustancias nocivas, que pueden contener las aguas, según el uso a que se destinen. Estos límites podrán ser revisados periódicamente.

**Artículo 25°.-**Cuando la Autoridad Sanitaria compruebe la contravención de las disposiciones contenidas en este Capítulo podrá solicitar a la Autoridad de Aguas la suspensión del suministro, mientras se realizan los estudios o trabajos que impidan la contaminación de las aguas.

**ANEXO V**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) estarán sujetos al cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAS)?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se comportan los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Analizar y valorar los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), considerando los estándares de calidad ambiental para el agua.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar y evaluar el comportamiento de los resultados derivados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) se encuentra por encima de los estándares de calidad ambiental establecidos, lo que implica riesgos para la salud pública y los ecosistemas locales.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El comportamiento de los niveles de contaminantes químicos (como metales pesados y nutrientes) en los cuerpos de agua de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) superan los límites permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente.</li> <li>Los parámetros fisicoquímicos de los recursos hídricos</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Sobre la base de los estándares de calidad ambiental para agua, 2022</p> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Análisis de los resultados del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco).</p>	<p><b>Nivel de Investigación</b></p> <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>El tipo de investigación para la presente investigación es Descriptiva y Correlacional por las siguientes razones:</p> <p><b>Investigación Descriptiva:</b> Este tipo de investigación se centra en la recopilación de datos sobre la calidad del agua en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco) y su comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECAS). El objetivo es describir el estado actual de la calidad del agua, identificando los niveles de diferentes parámetros y analizando si cumplen con los estándares establecidos. Este enfoque no busca modificar variables, sino más bien observar y documentar la situación actual.</p> <p><b>Investigación Correlacional:</b> Aunque la investigación es principalmente</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), que se examinarán y valorarán según lo que haya sido reportado por el laboratorio?</li> <li>• ¿Qué factores ambientales y antropogénicos influyen en la calidad del agua de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir qué parámetros fisicoquímicos de los recursos hídricos superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), se examinarán y valorarán según lo que haya sido reportado por el laboratorio.</li> <li>• Identificar y determinar qué factores ambientales y antropogénicos influyen en la calidad del agua de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco).</li> </ul>	<p>superficiales de la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), que se analizaron y evaluaron son en base a los reportados por el laboratorio y de manera comparativa con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua), de acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM según la categoría al que corresponda.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad del agua presenta variaciones significativas entre diferentes puntos de muestreo en la Unidad Hidrográfica Mantaro (ALA Pasco), influenciadas por factores antropogénicos y estacionales.</li> </ul>		<p>descriptiva, también puede incluir un análisis correlacional en el que se examine la relación entre diferentes factores que podrían influir en la calidad del agua, como actividades agrícolas, industriales o urbanas en la cuenca. Esto permitirá entender mejor los patrones de calidad del agua y la posible influencia de diversas variables sobre el cumplimiento de los ECAS.</p> <p><b>Método de Investigación</b></p> <p>Presenta una metodología mixta Cuantitativa y Cualitativa porque, aunque la mayor parte de la investigación se centrará en datos cuantitativos (como niveles de contaminantes o comportamiento de los parámetros de calidad de agua), también va incluir componentes cualitativos, ya que pretende realizar un análisis de los resultados del monitoreo efectuado para compararlo con la normativa ambiental (ECA para Agua) y lograr determinar su cumplimiento a ésta a</p>
---	---	---	--	--

				<p>favor del medio ambiente y la población que lo rodea.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>El diseño de investigación más adecuado para este estudio fue un diseño no experimental de tipo descriptivo y correlacional y se fundamenta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptivo: Se centró en describir las características actuales de la calidad del agua en la cuenca del Mantaro (ALA Pasco), comparándolas con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos.</li> <li>- Correlacional: Se buscó identificar las relaciones entre las actividades humanas (agricultura, industria, urbanización) y la calidad del agua, mediante el análisis de la correlación entre estas variables.</li> </ul>
--	--	--	--	--

**Fuente: Elaboración propio**

**ANEXO VI**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA) ,2022.**