

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA, EN CANALES DE RIEGO  
DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO - TALAVERA,  
PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGIÓN APURÍMAC**

**PRESENTADO POR:**

**Br. SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGROPECUARIO.**

**ASESOR:**

**Mgt. NILTON MARIANO MONTOYA JARA**

**CUSCO – PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor NILTON MARIANO MONTAÑA JARA  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN  
CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAD, TRAMO SAN JERÓNIMO -  
TALAUERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGIÓN APURÍMAC  
.....

Presentado por: SULING HADGNA YONJOY IBÁÑEZ DNI N° 45601512 ;  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGROPECUARIO  
.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**  
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 18 de JULIO de 2025

  
Firma

Post firma NILTON MARIANO MONTAÑA JARA

Nro. de DNI 23979191

ORCID del Asesor 0000-0002-4147-2579

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:474295576

# Suling Yonjoy

## tesis Suling H Yonjoy Ibañez\_16\_07\_25.pdf



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:474295576

177 Páginas

Fecha de entrega

16 jul 2025, 6:37 p.m. GMT-5

41.213 Palabras

Fecha de descarga

17 jul 2025, 8:47 a.m. GMT-5

197.717 Caracteres

Nombre de archivo

tesis Suling H Yonjoy Ibañez\_16\_07\_25.pdf

Tamaño de archivo

12.0 MB




## 8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

Con cariño y agradecimiento a todas las personas que han estado a mi lado durante el desarrollo de la presente etapa, por su orientación, sabiduría, apoyo y aliento para ser mejor cada día

## **AGRADECIMIENTO**

A todas aquellas personas que confiaron y aportaron de distintas formas a la realización de esta tesis.

A quienes permanecieron en determinado momento, a los que ya no están entre nosotros y con quienes siempre pude contar. Siempre estaré agradecida por su influencia positiva en distintos aspectos de mi vida.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Problema general .....	1
1.2. Problemas específicos.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Justificación .....	3
III. HIPÓTESIS .....	5
3.1. Hipótesis general .....	5
3.2. Hipótesis específicas .....	5
IV. MARCO TEÓRICO .....	6
4.1. Antecedentes de la investigación .....	6
4.2. Bases teóricas .....	8
4.3. Marco conceptual .....	28
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	30
5.1. Tipo de investigación .....	30
5.2. Ubicación temporal .....	30
5.3. Ubicación del área experimental .....	30
5.4. Aspectos generales del área de estudio .....	33
5.5. Materiales, equipos y herramientas .....	34
5.6. Métodos.....	34
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	46
6.1. Parámetros químicos y físicos .....	46
6.1.1 Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	46

6.1.2	Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	53
6.1.3	Canal Explanta – Tramo Talavera .....	61
6.1.4	Variación de los parámetros químicos y físicos en función al punto de muestreo .....	68
6.2.	Contenido de metales.....	71
6.2.1	Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	71
6.2.2	Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	80
6.2.3	Canal Explanta – Tramo Talavera .....	89
6.2.4	Variación del contenido de metales en función al punto de muestreo .....	98
6.3.	Parámetros microbiológicos .....	103
6.3.1	Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	103
6.3.2	Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	105
6.3.3	Canal Explanta – Tramo Talavera .....	107
6.4.	Índice de calidad.....	108
6.4.1	Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	108
6.4.2	Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	109
6.4.3	Canal Explanta – Tramo Talavera .....	110
VII.	CONCLUSIONES.....	112
VIII.	RECOMENDACIONES.....	114
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	115
X.	ANEXOS .....	119
	ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO.....	119
	ANEXO 2: PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS DEL DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM (DEROGADO POR DS-004-2017 –MINAM). 122	
	ANEXO 3: RESULTADOS DE ANÁLISIS PARÁMETROS QUÍMICOS Y FÍSICOS .....	124
	ANEXO 4: RESULTADOS DE ANÁLISIS PARÁMETROS INORGÁNICOS .....	127



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Parámetros mínimos para determinación de Índice de Calidad del Agua</i> .....	27
<b>Tabla 2:</b> <i>Ubicación de los puntos de muestreo</i> .....	36
<b>Tabla 3:</b> <i>Parámetros evaluados</i> .....	37
<b>Tabla 4:</b> <i>Interpretación del Índice de Calidad el Agua</i> .....	45
<b>Tabla 5:</b> <i>Resultado de análisis - Chumbao Alto – tramo San Jerónimo</i> .....	46
<b>Tabla 6:</b> <i>Resultado de análisis – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas</i> .....	53
<b>Tabla 7:</b> <i>Resultado de análisis – Canal Explanta – tramo Talavera</i> .....	61
<b>Tabla 8:</b> <i>Variación de parámetros químicos y físicos según punto de muestreo</i> .	68
<b>Tabla 9:</b> <i>Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo</i> .....	71
<b>Tabla 10:</b> <i>Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo</i> .....	78
<b>Tabla 11:</b> <i>Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas</i> .....	80
<b>Tabla 12:</b> <i>Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas</i> .....	86
<b>Tabla 13:</b> <i>Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Explanta – Tramo Talavera</i> .....	89
<b>Tabla 14:</b> <i>Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Explanta – Tramo Talavera</i> .....	95
<b>Tabla 15:</b> <i>Contenidos promedios de metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para los tres puntos de muestreo</i> .....	98
<b>Tabla 16:</b> <i>Parámetros microbiológicos Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo</i> .....	103
<b>Tabla 17:</b> <i>Parámetros microbiológicos – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas</i> .....	105
<b>Tabla 18:</b> <i>Parámetros microbiológicos – Canal Explanta – Tramo Talavera</i> .....	107
<b>Tabla 19:</b> <i>Índice de calidad del agua de riego – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo</i> .....	109
<b>Tabla 20:</b> <i>Índice de calidad del agua de riego – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas</i> .....	110

<b>Tabla 21:</b> <i>Índice de calidad del agua de riego – Canal Explanta – Tramo Talavera</i>	
.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Macrolocalización del área de estudio .....	31
<b>Figura 2:</b> Microlocalización de las zonas de muestreo .....	32
<b>Figura 3:</b> pH – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	47
<b>Figura 4:</b> Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo .....	48
<b>Figura 5:</b> Oxígeno disuelto (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo .....	49
<b>Figura 6:</b> Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo .....	50
<b>Figura 7:</b> Aceites y grasas (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo.....	51
<b>Figura 8:</b> Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo .....	52
<b>Figura 9:</b> Sulfatos (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo .....	53
<b>Figura 10:</b> pH – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	54
<b>Figura 11:</b> Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas.....	55
<b>Figura 12:</b> Oxígeno disuelto (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas .....	56
<b>Figura 13:</b> Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (ppm) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas .....	57
<b>Figura 14:</b> Aceites y grasas (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas.....	58
<b>Figura 15:</b> Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas .....	59
<b>Figura 16:</b> Sulfatos (ppm) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas.....	60
<b>Figura 17:</b> pH – Canal Explanta – Tramo Talavera .....	62
<b>Figura 18:</b> Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) – Canal Explanta – Tramo Talavera .....	63
<b>Figura 19:</b> Oxígeno disuelto (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera.....	64
<b>Figura 20:</b> Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (ppm) – Canal Explanta – Tramo Talavera .....	65
<b>Figura 21:</b> Aceites y grasas (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera .....	66
<b>Figura 22:</b> Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera.....	67
<b>Figura 23:</b> Sulfatos (ppm) – Canal Explanta – Tramo Talavera.....	68
<b>Figura 24:</b> Contenido promedio de aluminio ( $\text{mg}/\text{l}$ ) para los tres puntos de muestreo .....	99
<b>Figura 25:</b> Contenido promedio de bario ( $\text{mg}/\text{l}$ ) para los tres puntos de muestreo .....	100

<b>Figura 26:</b> Contenido promedio de cobalto (mg/l) para los tres puntos de muestreo .....	100
<b>Figura 27:</b> Contenido promedio de cobre (mg/l) para los tres puntos de muestreo .....	101
<b>Figura 28:</b> Contenido promedio de hierro (mg/l) para los tres puntos de muestreo .....	102
<b>Figura 29:</b> Contenido promedio de magnesio (mg/l) para los tres puntos de muestreo .....	102
<b>Figura 30:</b> Contenido promedio de manganeso (mg/l) para los tres puntos de muestreo .....	103

## RESUMEN

El río Chumbao atraviesa la ciudad de Andahuaylas y recibe a su paso el agua servida de la población sin ningún tipo de tratamiento, al no existir en la ciudad una planta de tratamiento de aguas residuales, el problema se agrava debido a que el agua contaminada es utilizada para el riego de cultivos, especialmente maíz y especies hortícolas. El trabajo de investigación intitulado “Evaluación de la calidad de agua, en canales de riego derivados del río Chumbao, tramo San Jerónimo - Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac”, se realizó en su etapa de campo de julio a setiembre del 2024. El objetivo general fue evaluar la calidad del agua para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao, en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas considerando los Estándares de Calidad Ambiental y el Índice de Calidad de Agua. Fueron obtenidos muestras de agua del río Chumbao a nivel de bocatoma en tres oportunidades, los cuales fueron enviados al laboratorio de Química, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco para determinar los parámetros físicos, al Laboratorio SGS del Perú SAC para determinar los materiales inorgánicos y al Control Ambiental, de la Dirección de Salud Apurímac – Andahuaylas, del Gobierno Regional de Apurímac para determinar los parámetros microbiológicos.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Río Chumbao, Estándares de calidad ambiental, Índice de calidad de agua

## **ABSTRACT**

The Chumbao River crosses the city of Andahuaylas and receives untreated wastewater from the population, since there is no wastewater treatment plant in the city. The problem is aggravated because the contaminated water is used for the irrigation of crops, especially corn and horticultural species. The research study entitled "Evaluation of Water Quality in Irrigation Canals Derived from the Chumbao River, San Jerónimo - Talavera Section, Province of Andahuaylas, Apurímac Region" was conducted in the field stage from July to September 2024. The general objective was to evaluate the quality of irrigation water supplied by canals originating from the Chumbao River, in the San Jerónimo - Talavera section of the province of Andahuaylas, considering Environmental Quality Standards and the Water Quality Index. Water samples from the Chumbao River were collected at the intake point on three occasions and sent to the Chemistry Laboratory of the Faculty of Sciences of the National University of San Antonio Abad of Cusco to determine physical parameters; to SGS del Perú S.A.C. Laboratory to determine inorganic materials; and to the Environmental Control Unit of the Apurímac-Andahuaylas Health Directorate of the Regional Government of Apurímac to determine microbiological parameters.

Keywords: Water quality, Chumbao river, Environmental quality standards, Water Quality index

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Andahuaylas las aguas servidas desembocan en el río Chumbao, debido a que esta importante ciudad, no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales. Estas aguas altamente contaminadas son derivadas a los campos de cultivo, existentes en la cuenca, a través de canales de riego y son utilizadas en los meses de ausencia de lluvias para el riego de las parcelas de hortalizas, maíz, papa y otros cultivos, cuyos productos finalmente son consumidos por la misma población, generando problemas de salud, especialmente en niños y población vulnerable.

Para determinar si el agua del río Chumbao contaminado con los vertidos urbanos es apto para el riego de los cultivos, es necesario evaluar su calidad, desde el punto de vista de la salud humana, razón por la cual, se debe determinar los parámetros químicos y físicos de gran importancia como son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), el contenido de oxígeno disuelto, presencia de aceites y grasas, contenido de sulfatos, nitratos, el contenido de metales pesados como el plomo, arsénico, cromo, cadmio, entre otros, muchos de los cuales tienen la capacidad de bioacumulación y generan daño severo a la salud, es necesario también determinar la conductividad eléctrica y el pH factores que influyen en la contaminación de los suelos. Autoridad Nacional del Agua (2016) menciona que es importante también analizar el contenido de microorganismos perjudiciales como son los coliformes termotolerantes, contenido de *Escherichia coli*, causante de problemas severos gastrointestinales, la existencia de huevos de helmintos como principal problema parasitario en humanos.

La presente investigación tuvo la finalidad de evaluar la calidad del agua de riego proveniente del río Chumbao y que es conducido por los canales: Chumbao Alto, ubicado en el distrito de San Jerónimo, canal Calicanto ubicado en el distrito de Andahuaylas y canal Explanta en el distrito de Talavera. La evaluación de la calidad del agua será considerando los Estándares de Calidad Ambiental y los Índices de Calidad del Agua.

La autora

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **Identificación del problema objeto de investigación**

En la ciudad de Andahuaylas y en situación actual, no existe una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), por tanto, las aguas residuales urbanas son vertidas íntegramente al río Chumbao, esta información fue obtenida de la visita realizada a la empresa prestadora de servicios EMSAP Chanka cuya zona de intervención es la ciudad de Andahuaylas.

Del trabajo preliminar de campo realizado, se ha identificado canales de riego que derivan las aguas del río Chumbao, en el tramo San Jerónimo a Talavera como son: el canal Chumbao Alto, canal Calicanto y canal Explanta y utilizan el recurso hídrico en el riego de las parcelas de maíz, papa, hortalizas, arveja, haba, entre otros cultivos, razón por la cual, existe una alta probabilidad de que estos productos agrícolas estén siendo contaminadas por las aguas servidas de la ciudad de Andahuaylas, no solamente con bacterias coliformes, *Escherichia coli* y huevos de helmintos, sino también con metales pesados altamente peligrosos como al arsénico, plomo, entre otros.

Para saber si el agua de riego proveniente del río Chumbao contamina los alimentos es necesario evaluar la calidad del agua considerando los parámetros contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental mencionados en el DS-004-2017 –MINAM que deroga el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, al mismo tiempo, se debe determinar el Índice de Calidad del Agua según la metodología contemplada en la R.J. 068-2018-ANA, con los resultados de esta evaluación se podrán tomar medidas como la prohibición definitivo del uso de estas aguas, razón por la cual, se realiza las siguientes preguntas de investigación.

### **Formulación del problema**

#### **1.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del agua para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao, en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de



Andahuaylas considerando los Estándares de Calidad Ambiental y el Índice de Calidad de Agua?

## **1.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos y físicos mínimos del agua utilizada para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas?
2. ¿Cuál es contenido de parámetros inorgánicos del agua utilizada para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas?
3. ¿Qué valores presentan los parámetros microbiológicos mínimos del agua utilizada para riego, suministrado por los canales derivados del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas?
4. ¿Cuál es el índice de calidad del agua utilizada para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao, en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas considerando los Estándares de Calidad Ambiental y el Índice de Calidad de Agua.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Analizar los valores de los parámetros químicos y físicos mínimos del agua utilizada para riego suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas.
2. Conocer el contenido de parámetros inorgánicos del agua utilizada para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas
3. Determinar los valores de los parámetros microbiológicos mínimos del agua utilizada para riego suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas.
4. Establecer el índice de calidad del agua utilizada para riego, suministrado por los canales provenientes del río Chumbao en el tramo San Jerónimo - Talavera de la provincia de Andahuaylas.

### **2.3. Justificación**

Ambientalmente determinar la calidad del agua proveniente del río Chumbao, que recibe las aguas servidas de la población y que es utilizado en los campos de cultivo es de gran importancia, ya que, dará una idea clara del grado de contaminación de estas aguas y se podrá decidir medidas drásticas como la prohibición total o parcial del uso de estas aguas para el cultivo de especies de tallo bajo como las hortalizas de amplio consumo en la localidad. Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que la contaminación de los ríos con vertidos de aguas servidas de los centros

poblados es un problema común que ocurre en el país, sin embargo, es necesario tomar medidas urgentes para evitar que los ríos se contaminen a tal grado que no sea posible su uso en ninguna actividad, como ocurre con el río Huatanay en la ciudad del Cusco, lo anterior justifica la presente investigación.

Socialmente es importante la investigación ya que, al conocer la calidad del agua derivada del río Chumbao y que es utilizada para el riego de las parcelas, se podrán tomar medidas correctivas que beneficiarán directamente en la población, especialmente en la salud de los pobladores, evitándose enfermedades diarreicas y otras infecciosas generados por las bacterias coliformes procedentes de las heces humanas, se reducirá el grado de parasitismo con huevos de helmintos, se reducirá el grado de contaminación con metales pesados como el plomo y arsénico que tienen efectos desastrosos en la salud de la población, la población que se beneficiará con la investigación son los habitantes de la ciudad de Andahuaylas.

Económicamente la presente investigación beneficiaria a los agricultores ya que, de ser apto el agua de riego podrá continuar su uso sin exponer a la población a riesgos derivados de la contaminación, sin embargo, si se demuestra que las aguas están contaminadas y tiene calidad baja podrá perjudicar a los productores en forma temporal, pero posteriormente debido a que se prioriza sistemas de riego con fuentes limpias podrá generar mayores ingresos a futuro.

Desde el punto de vista científico se incrementará el acervo documentario sobre el monitoreo de la calidad de las aguas de riego procedentes del río Chumbao, y servirá como antecedente de otras investigaciones que pueda ser instalados en años futuros, es de gran importancia que el monitoreo de la calidad del agua de riego procedente del río Chumbao sea permanente para encontrar el momento en el cual ya no se podrá utilizar esta fuente para el riego de los vegetales.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Los canales de riego provenientes del río Chumbao, en el tramo San Jerónimo – Talavera, suministran agua de riego que cumple con los Estándares de Calidad Ambiental y son de buena calidad, por tanto, podrán ser utilizados en forma temporal hasta que se instalen sistemas de riego de otras fuentes limpias.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

1. El promedio de los parámetros químicos y físicos del agua de riego suministrada por los canales ubicados en el tramo Andahuaylas - Talavera y que derivan agua del río Chumbao, se encuentran dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental.
2. El promedio del contenido de parámetros inorgánicos del agua de riego suministrada por los canales ubicados en el tramo Andahuaylas - Talavera y que derivan agua del río Chumbao, se encuentran dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental.
3. El promedio de los parámetros microbiológicos del agua de riego suministrada por los canales ubicados en el tramo Andahuaylas - Talavera y que derivan agua del río Chumbao, se encuentran dentro de los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental.
4. El índice de calidad del agua de riego suministrada por los canales ubicados en el tramo Andahuaylas - Talavera y que derivan agua del río Chumbao se ubican por encima de 80.0 puntos por tanto son considerados como buenos.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes de la investigación

Espinoza (2016) evaluó la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao en Andahuaylas con fines de riego, para tal fin los muestreos se realizaron de marzo a mayo del 2016, los resultados fueron comparados con los Estandares de Calidad Ambiental del D.S. 015-2015-MINAM. Entre los resultados se tiene: Para el primer punto de muestreo Hidroeléctrica Chumbao: coliformes fecales 240 NMP/100 ml dentro del rango permitido por los ECA, pH 6.7, conductividad eléctrica 68.0  $\mu\text{S/cm}$ , oxígeno disuelto  $> 2 \text{ mg/l}$ , sulfatos 260 mg/l, nitratos 6.0 mg/l, Hierro 0.01 mg/l, Aluminio 0.03 mg/l, Cobre 0.01 mg/l, Plomo 0.00 mg/l y Cadmio 0.0 mg/l. Para segundo punto de muestreo Corpoalen- Salinas: coliformes fecales 93,000 NMP/100 ml no está dentro del rango permitido por los ECA, pH 6.7, conductividad eléctrica 193  $\mu\text{S/cm}$ , oxígeno disuelto  $> 2 \text{ mg/l}$ , sulfatos 260 mg/l, nitratos 6.0 mg/l, Hierro 0.01 mg/l, Aluminio 0.03 mg/l, Cobre 0.01 mg/l, Plomo 0.00 mg/l y Cadmio 0.0 mg/l. Para el tercer punto de control altura del Puente Talavera: coliformes fecales 43,000 NMP/100 ml no está dentro del rango permitido por los ECA, pH 7.0, conductividad eléctrica 255.0  $\mu\text{S/cm}$ , oxígeno disuelto  $> 2 \text{ mg/l}$ , sulfatos 260 mg/l, nitratos 6.0 mg/l, Hierro 0.01 mg/l, Aluminio 0.03 mg/l, Cobre 0.01 mg/l, Plomo 0.00 mg/l y Cadmio 0.0 mg/l. Para el cuarto punto Puente Orcomayo: coliformes fecales 93,000 NMP/100 ml no está dentro del rango permitido por los ECA, pH 7.0, conductividad eléctrica 323.0  $\mu\text{S/cm}$ , oxígeno disuelto  $> 2 \text{ mg/l}$ , sulfatos 285 mg/l, nitratos 7.0 mg/l, Hierro 0.03 mg/l, Aluminio 0.03 mg/l, Cobre 0.02 mg/l, Plomo 0.00 mg/l y Cadmio 0.0 mg/l.

Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo, obtuvo los siguientes resultados, el pH se ubica en el rango de 7.75 a 8.35, conductividad eléctrica de 571 a 953  $\mu\text{S/cm}$ , sulfatos de 11 a 12 ppm, Demanda Biológica de Oxígeno 4.58 a 4.65 ppm, Demanda Química de Oxígeno 00 ppm, nitratos de 0.021 a 0.12 ppm, nitritos de 0.065 a 0.078 ppm, oxígeno disuelto de 6.42 a 7.58 ppm, aceites y grasas 0.0 mg/l, en promedio los metales pesados presentaron los siguientes valores: Hierro 2.8 mg/l, Plomo 0.002 mg/l, Cadmio 0.0 mg/l, Cobre 0.54 mg/l, Zinc 0.0654 mg/l, Arsénico 0.001 mg/l, todos los parámetros físicos y químicos del río Moche en el tramo muestreado y

analizado cumplen los Estándares de Calidad Ambiental y por tanto son aptas para el riego.

Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque, entre los resultados se tiene lo siguiente: pH en el rango de 8.1 a 8.48, conductividad eléctrica entre 267.5 y 410  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , oxígeno disuelto de 6.04 a 6.95 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 4.73 a 5.1 mg/l, calcio de 40.65 mg/l, magnesio de 4.26 a 12.19 mg/l, sodio de 8.99 a 10.68 mg/l, carbonatos de 33.67 a 67.7 mg/l, bicarbonatos de 52.26 a 88.55 mg/l, cloruros de 31.79 a 39.14 mg/l, plomo 0.005 mg/l, cadmio 0.001 mg/l, coliformes totales se encontró 2,400 UFC/100 ml y 1,100 UFC/100 ml, la conclusión es que si bien los parámetros físicos y químicos, así como el contenido de metales pesados se encuentra dentro de los rangos de los Estándares de Calidad de Agua, los parámetros microbiológicos no cumplen los estándares mencionados.

Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca, calculando el Índice de Calidad Ambiental, eligieron tres puntos de muestreo en la parte alta, media y baja de la cuenca, los muestreos se realizaron en dos oportunidades, entre los resultados obtenidos se tiene: primer muestreo mes de setiembre: Aceites y grasas de 0.0 a 0.0378 mg/l, Conductividad eléctrica 141.2 a 234.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) 0.0 mg/l, Nitratos 0.01 a 0.02, Oxígeno disuelto 5.73 a 6.51 mg/l, pH 4.03 a 4.5, Sulfatos 0.0 a 21.0 mg/l, Aluminio menor a 0.022 a 0.032 mg/l, Arsénico menor a 0.003 mg/l, Barío 0.015 a 0.053 mg/l, Berilio menor a 0.002 mg/l, Boro menor a 0.021 mg/l, Cadmio menor a 0.002 mg/l; Cobalto menor a 0.002 mg/l, Cobre menor a 0.014 mg/l, Cromo menor a 0.002 mg/l, Hierro de 0.07 a 0.066 mg/l, Litio menor a 0.004 mg/l, Magnesio de 3.691 a 4.0 mg/l, Manganeso menor a 0.002 mg/l, Niquel menor a 0.002 mg/l, Plomo menor a 0.003 mg/l, Selenio menor a 0.017 mg/l, Zinc menor a 0.016 mg/l, coliformes termotolerantes de 4 a 49 NMP/100 ml, Huevos y larvas de Helminths menor a 1 NMP/100 ml. Segundo muestreo mes de diciembre: Aceites y grasas de 0.01 a 0.08 mg/l, Conductividad eléctrica 152.6 a 156.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) 0.0 mg/l, Nitratos 0.01 a 0.02, Oxígeno disuelto 6.06 a 6.24 mg/l, pH 8.0 a 8.4, Sulfatos 3.0 a 4.0 mg/l, Aluminio menor a 0.444 a 1.172 mg/l, Arsénico menor a 0.005 mg/l, Barío 0.010 a 0.023 mg/l, Berilio menor a 0.003

mg/l, Boro menor a 0.026 mg/l, Cadmio menor a 0.002 mg/l; Cobalto menor a 0.002 mg/l, Cobre menor a 0.018 mg/l, Cromo menor a 0.003 mg/l, Hierro de 0.563 a 1.002 mg/l, Litio menor a 0.005 mg/l, Magnesio de 1.867 a 3.271 mg/l, Manganeseo 0.018 a 0.030 mg/l, Niquel menor a 0.006 mg/l, Plomo menor a 0.004 mg/l, Selenio menor a 0.018 mg/l, Zinc menor a 0.018 mg/l, coliformes termotolerantes de 33 a 170 NMP/100 ml, Huevos y larvas de Helmintos menor a 1 NMP/100 ml. La conclusión fue que para la época de estiaje mes de setiembre la calidad del agua según ICA-PE es buena con 78.04 puntos, mientras que, para época de lluvias la calidad es excelente con un puntaje de 100.0.

Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín, calculando el Índice de Calidad Ambiental, eligió cuatro puntos de muestreo, las muestra fueron realizadas en dos épocas del año, de julio a setiembre y de diciembre a febrero, entre los resultados se tiene los siguientes: en época de lluvias: pH de 7.96 a 8.56, Oxígeno disuelto de 4.58 a 8.12 mg/l, Dosis Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 1.3 a 15.74 mg/l, Cobre 0.00 a 0.001 mg/l, Hierro 0.02 a 0.07 mg/l, Zinc 0.01 a 0.09 mg/l, *Escherichia coli* 42.17 a 4,893.70 mg/l. En época de estiaje: pH de 8.47 a 8.77, Oxígeno disuelto de 5.17 a 5.49 mg/l, Dosis Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 1.52 a 14.74 mg/l, Cobre 0.00 mg/l, Hierro 0.02 a 0.28 mg/l, Zinc 0.01 a 0.03 mg/l, *Escherichia coli* 33.43 a 5,4716.67mg/l. La conclusión es que en época de lluvias fluctua de calidad regular a buena, en época de estiaje de calidad mala en la parte baja a calidad buena en la parte alta.

## **4.2. Bases teóricas**

### **4.2.1. Agua**

#### **4.2.1.1. Composición y estructura**

Carbajal & Gonzales (2012) mencionan que la molécula del agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos por enlaces covalentes fuertes que generan una molécula altamente estable. La molécula de agua tiene distribución irregular de la densidad electrónica, generando una molécula dipolar, concentrándose la carga negativa hacia el lado del oxígeno por su alta electronegatividad y la carga positiva hacia el lado del hidrógeno. La geometría de la molécula es angular, ya que, los átomos de hidrógeno forman un ángulo de 105°,

con lo cual la molécula del agua puede unirse por puentes de hidrógeno a otras moléculas, estas características es de gran importancia ya que explica el amplio abanico de propiedades físicas y químicas que tiene el agua. Cada molécula de agua puede formar 4 puentes de hidrógeno y enlazarse a cuatro moléculas de agua formando una estructura tetraédrica reticular relativamente ordenada.

#### **4.2.1.2. Propiedades del agua**

Fernandez (2012) menciona las propiedades más importantes del agua:

- En la naturaleza coexiste en tres fases fundamentales: En la fase sólida en los nevados, en la fase líquida en todas las fuentes superficiales y subterráneas y fase gaseosa en el espacio aéreo principalmente.
- Presenta alta capacidad calorífica, debido a que, absorbe una gran cantidad de calor sin incrementar considerablemente su temperatura, se ha demostrado que un gramo de agua puede absorber una caloría para elevar su temperatura en 1º C, por esta razón se le conoce como termorregulador.
- En el estado sólido el agua puede flotar debido a que tiene la capacidad de expandirse al momento de congelarse, esto ocurre a los 4º C, atrapa moléculas de aire.
- Presenta alta constante dieléctrica, esto es importante ya que permite diluir sustancias iónicas y favorece su ionización.
- Presenta alto calor latente de fusión, por lo que, estabiliza la temperatura de del agua en el punto de congelación.
- Presenta alto calor de vaporización.
- Tiene alta tensión superficial. Esta característica permite al agua moverse a través de tubos capilares, por lo que, puede penetrar a las raíces y moverse a través de los vasos conductores.

#### **4.2.1.3. Categorías de uso del agua**

MINAM (2017) menciona que existen cuatro categorías de agua según su uso:

- **Categoría 1.** Se refiere al agua utilizada por el consumo poblacional y el uso recreativo. En el caso de uso poblacional se refiere al agua superficial que puede ser potabilizado para ser consumida. En el caso de uso recreacional se refiere al agua superficial ubicada en zonas marinas y continentales y que



puede ser de contacto primario para el uso en natación, esquí acuático, buceo surf, entre otros, o puede ser de contacto secundario para el uso de deportes acuáticos con botes o lanchas.

- **Categoría 2:** Se refiere al agua usada para extracción, cultivo y otras actividades marino costeras, entre ellos la extracción o cultivo de moluscos, equinodermos, crianza de peces, algas comestibles. Dentro de esta categoría se encuentra el agua que rodea los puertos y actividades industriales, se incluye también el agua utilizada para la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.
- **Categoría 3:** Dedicado al riego de vegetales y bebida de animales, ya sea en la subcategoría para riego no restringido y riego restringido.
- **Categoría 4:** Es dedicado a la conservación del ambiente acuático, son los cuerpos naturales de agua frágiles, de áreas naturales protegidas, zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

#### **4.2.1.4. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

MINAM (2017) menciona que esta categoría tiene a su vez dos subcategorías:

- *Subcategoría D1: Riego de vegetales:* Es utilizado para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, los cuales puede ser:
  - *Agua para riego no restringido:* Se refiere al agua que por sus características de calidad pueden ser utilizados en el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos, tales como: frutos de consumo fresco como naranjas, peras, entre otros, estos frutos puedan estar en contacto directo con el agua, dentro de este grupo se considera el césped de los parques y las plantas ornamentales.
  - *Agua para riego restringido:* Se refiere al agua utilizada para regar cultivos alimenticios que se consumen cocidos, debido a restricciones en la calidad del agua, entre ellos se incluye hortalizas, frutos, cereales, tubérculos, entre otros.
- *Subcategoría D2, Bebida de animales:* Se refiere al uso del agua para consumo animal sean animales mayores como el vacuno, equino o camélido o animales menores como los cuyes, aves, entre otros.

#### **4.2.1.5. Calidad del agua**

Baeza (2016) menciona que la calidad del agua se refiere a las condiciones en la cual se encuentra el agua con respecto a sus características físicas, químicas y biológicas, esta definición está asociada al principal uso del agua, el cual es el consumo humano y se entiende que el agua es de buena calidad cuando puede ser utilizado sin generar daño en la salud humana, sin embargo, la calidad del agua puede definirse también según los otros usos que tenga, como el riego, actividad industrial entre otros.

#### **4.2.1.6. Estándares de Calidad Ambiental**

Autoridad Nacional del Agua (2016) menciona que los estándares de calidad ambiental del agua son los niveles de concentración máxima de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, así como el contenido de elementos inorgánicos como los metales pesados presentes en el agua y que no representan riesgo significativo para la salud humana, animal y contaminación ambiental. Agrega que los Estándares de Calidad Ambiental aprobados en el país son aplicables a todas las fuentes de agua en su estado natural y deben ser referentes obligatorios en el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental.

Autoridad Nacional del Agua (2016) refiere que en el año 2008, se aprueba por primera vez en el país, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua con el D.S N° 002-2008-MINAM, posteriormente, en el año 2015 el Ministerio del Ambiente modifica los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) con el Decreto Supremo N°015-2015-MINAM, en el año 2017, el Ministerio del Ambiente a través del D.S N° 004-2017-MINAM, modifica y aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para el agua, este último decreto es el vigente a la fecha y fue utilizado como referente para la presente investigación.

#### **4.2.1.7. Parámetros químicos y físicos incluidos en ECA para la categoría 3. Potencial de hidrógeno (pH)**

(Garcia & Arguello, 2019) define el pH como el logaritmo negativo de hidrogeniones ( $H_3O^+$ ), agrega que estos valores se expresan en la escala del 1 al 14, cuanto más bajo sea el valor más ácido es la solución y cuanto más alto sea el

valor más alcalino será la solución, en aguas no contaminadas el valor del pH es afectado a los cambios de oxígeno disuelto en el agua, la concentración de sulfatos, el caudal del agua, la concentración de cloruros y la presencia de aceites, razón por la cual se puede utilizar para evaluar la calidad.

Fernandez (2012) menciona que el pH participa en la concentración de varias sustancias, por ejemplo, en la solubilidad de los metales, agrega que el pH del agua natural no contaminado se encuentra en el rango de 6 a 9. MINAN (2017) menciona que el pH es un parámetro de gran importancia en la evaluación de la calidad del agua, ya que, afecta la solubilidad y la disponibilidad de metales hidrosolubles, en el caso de los Estandares de Calidad Ambiental se acepta que el valor del pH se encuentre en el rango de 6.5 a 8.5, rango equivalente al pH del agua natural sin contaminación.

### **Conductividad eléctrica**

Solís et al., (2018) señalan que la conductividad eléctrica es la capacidad que tiene un fluido de transportar corriente eléctrica y se encuentra íntimamente relacionada a la concentración de sales en disolución que tienen la capacidad de formar iones con capacidad de transportar electrones. Actualmente la unidad en la cual se expresa la conductividad eléctrica es el Siemens por metro, sin embargo, en los resultados de análisis suelen expresar en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , los valores son determinados a una temperatura de 25°C. Debido a que la disolución de sales está en función de la temperatura, la conductividad eléctrica es también afectado por este factor.

MINSA (2017) refiere que cuando se aplica agua de riego con alta conductividad eléctrica ocurre precipitación de sales, esto ocurre a nivel de goteros afectando la uniformidad de riego, en cantidades elevadas puede dañar el follaje del cultivo, interfiere además en la absorción radicular, ya que, si la concentración de sales es más alta en el suelo que en el tejido vegetal, no ocurre absorción de agua y las plantas se marchitan y mueren. MINAM (2017) señala que el nivel aceptado dentro de los Estándares de Calidad Ambiental es de 2,500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## **Oxígeno disuelto**

Fernandez (2012) menciona que el oxígeno disuelto en el agua es un parámetro de gran importancia para determinar la calidad del agua, debido a que, el oxígeno disuelto participa en un gran número de procesos en el medio acuático. El oxígeno disuelto en el agua es utilizado por los microorganismos del suelo en la oxidación de la materia orgánica. Es determinado en laboratorio por el método de Winkler el cual consiste en precipitar el oxígeno como óxido de manganeso, su solución en medio ácido y se valora por yodometría.

MINSA (2017) menciona que la concentración de oxígeno disuelto en el agua se ve afectado por la temperatura, la concentración del oxígeno disuelto disminuye fuertemente en épocas de ausencia de lluvias y se vuelve crítico cuanto mayor sea la temperatura, este se debe a que la velocidad de las reacciones bioquímicas que utilizan oxígeno se incrementa con la temperatura. El oxígeno disuelto evita la formación de malos olores en aguas residuales, debido a que disminuye la formación de sulfuro de hidrógeno y otros compuestos de azufre. La baja concentración de este elemento posibilita el desprendimiento de hierro y manganeso y dificulta el tratamiento del agua. Una de las causas por la cual se reduce el oxígeno disuelto en el agua es la presencia de materia orgánica disuelta. MINAM (2017) señala que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua debe ser mayor a 4 mg/litro según los Estandares de Calidad Ambiental.

## **Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO<sub>5</sub>)**

Encinas (2011) define como la cantidad de oxígeno disuelto en el agua que requieren los microorganismos aerobios para oxidar materia orgánica posible de ser degradado, se calcula como la diferencia entre el oxígeno disuelto antes y después la incubación con microorganismos durante cinco días a una temperatura de 20°C. El alto contenido de materia orgánica en el agua favorece la proliferación de microorganismos, estos organismos consumen una gran cantidad del oxígeno disuelto ya que son aerobios, este hecho genera cambios en la calidad del agua, se eleva el pH, provoca generalmente la reducción de la población de peces y plantas acuáticas. Existe alta relación entre la cantidad de oxígeno disuelto, la demanda bioquímica del oxígeno y la cantidad de materia orgánica disuelta en el

agua. MINAN (2017) menciona que los Estándares de Calidad Ambiental señalan que el mínimo permitido de la demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días ( $\text{DBO}_5$ ) es de 15 mg/litro,

### **Aceites y grasas**

Raffo & Ruíz, (2014) mencionan que las fuentes de aceite y grasas en el agua son los efluentes de estaciones de expendio de gasolina, la industria doméstica, el alcantarillado comercial e industrial, las mecánicas, los residuos de alimentos y aceites de cocina. Este parámetro incluye sustancias cuyo componentes son ácidos grasos de cadena larga. Estos materiales son solubles en solventes orgánicos pero insolubles en agua debido a su estructura hidrofóbica. Algunos aceites y grasas pueden servir de alimento a bacterias que tiene la capacidad de hidrolizar estos productos utilizando ácidos grasos y alcoholes. Sin embargo, existe un grupo de aceites y grasas difíciles de metabolizar por las bacterias, éstos corresponden a los lubricantes y grasas utilizadas en la industria automovilística, estos productos tienden a flotar en el agua, cuando son aplicados sobre el tejido vegetal interfiere el ingreso de luz y con ello afectan severamente la fotosíntesis, pueden ser incluso fitotóxicos. MINAN (2017) mencionan que los Estándares de Calidad Ambiental han establecido como límite máximo 5.0 mg/litro.

### **Nitrato**

Baeza (2016) señala que la fuente de nitratos en el agua es el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en la agricultura el cuál percola hacia las fuentes de agua por las lluvias o riego mal aplicado, otra fuente de nitratos importante son el vertido de aguas residuales urbanas y el vertido de residuos orgánicos a las aguas superficiales o subterráneas. Fernandez (2012) menciona que en el proceso de desnitrificación, que naturalmente ocurre en los suelos, el nitrato y nitrito se reducen hasta nitrógeno molecular, sin embargo, en este proceso cuando excede la cantidad de iones nitrato y debido a que este ion no puede ser absorbido por los coloides del suelo se mueve con rapidez y pasa a la zona no saturada y de allí se difunde a las aguas subterráneas, contaminando finalmente las aguas superficiales. El nitrato cuando es consumido en el agua contaminada por el ser humano provoca metahemoglobinemia ya que puede reducirse a nitrito e interferir con el transporte

de oxígeno por la hemoglobina, esta enfermedad es mortal en menores de seis meses.

MINSA (2017) agrega que los nitratos en el agua se originan de la contaminación con materia orgánica en descomposición, la concentración de nitratos se incrementa en época de lluvias y se reduce en época de ausencia de lluvias. El nivel de nitrato mayor o igual a 100 mg/l provoca envenenamiento en animales, se ha encontrado relación entre los niveles altos de nitratos en el agua, la proliferación de algas y la muerte del ganado por botulismo, sin embargo, es posible que la intoxicación se deba a la proliferación de algas azules con alto contenido de toxinas. MINAN (2017) mencionan que los Estándares de Calidad Ambiental han establecido como límite máximo 100.0 mg/litro.

### **Sulfatos**

MINSA (2017) menciona que los sulfatos se refieren a las sales y esteres del ácido sulfúrico, entre ellos el ion sulfato, este elemento se encuentra salinizando las aguas naturales. Los sulfatos en el agua tienen su origen en la dilución del yeso, se mantienen en el agua debido a su estabilidad y resistencia al proceso de reducción química. El sulfato puede ser benéfico cuando precipita con metales pesados, estos precipitados insolubles disminuyen la toxicidad del metal pesado. El contenido alto de sulfatos en el agua es un indicador de contaminación con aguas residuales o servidas, ya que, el agua natural tiene bajo contenido de sulfatos. El agua contaminada con altos niveles de sulfato superiores a 300 mg/l puede provocar trastornos gastrointestinales en los niños, cuando reacciona con sodio y magnesio puede convertirse en laxantes naturales. MINAN (2017) mencionan que los Estándares de Calidad Ambiental han establecido como límite máximo 1,000.0 mg/litro.

#### **4.2.1.8. Parámetros inorgánicos incluidos en los ECA para la categoría 3.**

##### **Aluminio (Al)**

Rivera et al., (2016) refiere que este elemento es limitante para el crecimiento vegetal en suelos ácidos, reduce la solubilidad del fósforo y molibdeno y genera descenso en la concentración de macronutrientes en la solución suelo. En la planta

interfiere con el proceso de división y crecimiento celular, modifica la estructura de membranas plasmáticas y afecta su funcionamiento, incrementa la rigidez de la pared celular, reduce la respiración celular, interfiere en la acción enzimática, inhibe el crecimiento radicular, lo cual afecta la absorción de agua y nutrientes, sin embargo, la gravedad de estos daños depende de las propiedades físicas y químicas del suelo y de la tolerancia de la especie vegetal.

Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que el aluminio es muy abundante en la corteza terrestre, sin embargo, su presencia en aguas no contaminadas es muy bajo, incluso a nivel de traza, se ha observado que esta concentración raramente supera 1 mg/l. MINAN (2017) mencionan que los Estándares de Calidad Ambiental han establecido como límite máximo 5.0 mg/litro.

### **Arsénico (As)**

Autoridad Nacional del Agua (2018) indica que este elemento es clasificado como metal pesado, por su alto peso molecular y es extremadamente tóxico, en aguas naturales no contaminadas el arsénico se presenta en forma de anión arseniato y arsenito, en aguas contaminadas su presencia se debe a vertidos industriales o al uso de algunos insecticidas en cuyo contenido existe este elemento.

Laríos et al., (2015) refiere que el arsénico es uno de los diez elementos más peligrosos para la salud humana, cuando su consumo supera niveles máximos permitidos, tras una exposición mínima por cinco años consecutivos genera cambios en la pigmentación de la piel, produce lesiones cutáneas y callosidades en palmas de la mano y la planta de los pies, estos síntomas son precursores del cancer de piel. Cuando la ingestión es crónica además de generar lesiones en la piel, provoca desórdenes del sistema nervioso, diabetes, anemia, afecta el hígado, provoca enfermedades vasculares, cáncer de piel, pulmón y vejiga. MINAN (2017) mencionan que los Estándares de Calidad Ambiental han establecido como límite máximo 0.1 g/litro.

## **Boro (B)**

Greenfacts (2007) menciona que el origen del boro en las aguas naturales es la meteorización de rocas, volatilización del ácido bórico de aguas marinas, actividad volcánica, quema de residuos vegetales en la agricultura, quema de basura y leña en la cocina tradicional, uso de carbón, manufactura de vidrio, uso de boratos o perboratos en la industria y el hogar, extracción o elaboración de boratos, lixiviación de madera tratada para producción de papel, vertido de aguas residuales, lodos de alcantarillas. La fitotoxicidad en los cultivos suele ocurrir por el boro contenido en el agua de riego, este efecto ocurre en todos los cultivos vegetales, los síntomas principales de fitotoxicidad se presentan en hojas como manchas amarillas, necrosis en bordes y ápice de hojas.

Autoridad Nacional del Agua (2018) agrega que el boro en el agua natural se debe principalmente a dos factores: aporte de la geología natural y vertidos de efluentes de aguas servidas de los centros poblados. El agua contaminada con altos niveles de boro afecta negativamente el crecimiento de especies vegetales, cuando el boro es consumido disuelto en el agua origina problemas en la salud humana. MINAM (2017) menciona que los Estandares de Calidad Ambiental del agua, permitido es de 1 mg/litro de boro.

## **Bario (Ba)**

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2007) menciona que bario se encuentra en el agua mayormente en forma de sulfatos y carbonatos de bario. El contenido promedio en agua natural sin contaminación es de 0.03 ppm de bario. La ingestión de agua contaminada con este elemento en niveles altos, provoca alteraciones del ritmo cardíaco y parálisis, en algunas personas pueden sufrir vómitos, calambres estomacales, diarrea, dificultad para respirar, alteraciones de la presión sanguínea, adormecimiento de la cara y debilidad muscular. MINSA (2017) menciona que los compuestos de bario liberados durante procesos industriales pueden diluirse en el agua y contaminan lagos, ríos, lagunas y arroyos, debido a su alta solubilidad pueden moverse largas distancias. Los productos de bario al ser consumidos por los peces y organismos acuáticos se acumulan en el cuerpo y cuando estos organismos son consumidos por el ser



humano, el proceso de bioacumulación continua. MINAM (2017) refiere que según los Estándares de Calidad Ambiental del agua el mínimo permitido de barío es de 0.7 mg/litro.

### **Cadmio (Cd)**

Mero et al., (2019) refieren que el cadmio es un metal tóxico que ingresa al agua natural a través de fuentes naturales y antrópicas. Entre las fuentes naturales están: la actividad volcánica, incendios forestales y vientos fuertes que trasladan partículas de suelo. Entre las fuentes antrópicas están: la actividad minera, uso de fertilizantes fosfatados, fundición metalúrgica, quema de combustibles fósiles, manufactura de baterías, fábricas de pintura, cemento y plásticos. El cadmio puede ser bioacumulado, ya que, existen especies vegetales que tienen la capacidad de acumular grandes cantidades de este elemento en sus tejidos, al ser consumido por herbívoros estos a su vez pueden acumular y el contenido de cadmio se incrementa conforme avanza en la cadena trófica. Las aguas de los ríos son contaminadas cuando reciben vertidos de aguas residuales de centros poblados, el cadmio se deposita en los sedimentos y puede ser absorbido por plantas y animales, la alta concentración de este elemento en las fuentes naturales de agua puede reducir el crecimiento de la población de peces y zooplancton, puede extinguir especies acuícolas, entre otros daños irreparables.

Pérez & Azcona (2012) menciona que cuando se consume agua contaminada con cadmio a niveles cercanos a 15.0 ppm, se producen náuseas, vómitos, dolores abdominales y cefalea, puede continuar con diarreas intensas y colapso. Cuando la dosis oral es alta, el cadmio atraviesa la mucosa y pasa al sistema circulatorio, almacenándose en el hígado y riñones, se ha determinado que en estos órganos puede acumularse entre 40 y 80% del cadmio presente en el organismo. La excreción del cadmio de estos órganos es lenta, la exposición prolongada a niveles tóxicos de cadmio genera daños irreversibles en función renal. MINAM (2017) refiere que según los estándares de calidad ambiental del agua el mínimo permitido de cadmio es de 0.01 mg/litro.

## **Cobre (Cu)**

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2004) refiere que el cobre ingresa al agua natural a través de la actividad minera e industrial que extraen o utilizan este elemento en sus procesos. Cuando el cobre y sus compuestos son liberados a las fuentes de agua es transportado en forma de compuestos de cobre, cobre libre o unido a partículas suspendidas en el agua. El cobre que contamina el agua de las fuentes se deposita en los sedimentos de los ríos, lagos y lagunas. El consumo de agua contaminada con niveles altos de cobre puede generar náuseas vómitos, calambres estomacales o diarrea, cuando el nivel consumido es muy alto puede producir daño del hígado y los riñones y causar la muerte del paciente.

MINSA (2017) agrega que suelos contaminados con altos niveles de cobre pueden afectar el crecimiento de las plantas, especialmente en especies vegetales altamente sensibles, sin embargo, el grado de toxicidad sobre las plantas depende de diversos factores del suelo como el contenido de materia orgánica y el pH, además del grado de solubilidad de la forma química en la cual el cobre es incorporado. Los principales síntomas de toxicidad del cobre en las plantas se manifiestan como menor crecimiento de la raíz principal por muerte del meristemo apical. Según los Estandares de Calidad Ambiental, mencionado por el MINAM, (2017), el mínimo permitido de cobre es de 0.2 mg/litro.

## **Cromo (Cr)**

Pabón et al., (2020) menciona que el cromo es un contaminante peligroso debido a su persistencia, capacidad para acumularse en tejidos vivos, no puede degradarse por actividad microbiana y su alta toxicidad incluso a bajas concentraciones. La principal fuente de contaminación de aguas superficiales son los vertidos de aguas residuales procedentes de los centros poblados y procede de la industria plástica, la producción de acero galvanizado, curtido de pieles y acabado de cuero, pigmentos utilizados en fabricación de pinturas e insumos utilizados como conservantes de madera.

MINSA (2017) menciona que el cromo puede acumularse en los suelos en forma irreversible y puede convertirlo en suelos improductivos o producir cosechas inaceptables. Los cultivos en forma natural absorben cierta cantidad de cromo, incluso se cree que es un elemento esencial para el crecimiento vegetal, sin embargo, cuando llega a niveles altos pueden generar síntomas de intoxicación, como la reducción del crecimiento, un problema adicional es que este elemento puede acumularse en tejidos vegetales. Según los estándares de calidad ambiental del agua mencionado por MINAM (2017) el mínimo permitido de cromo es de 0.1 mg/litro.

### **Hierro (Fe)**

Prieto et al., (2009) refiere que el hierro, considerado metal pesado, es peligroso en la naturaleza por cuanto, tiene la capacidad de acumularse en tejidos vivos, esta capacidad permite que el hierro incremente su concentración en los tejidos vivos conforme transita en la cadena trófica a través del tiempo. El punto de ingreso a la cadena trófica del hierro es a través de la absorción por parte de las plantas.

Autoridad Nacional del Agua (2018) refiere que el hierro es abundante en la corteza terrestre, sin embargo, la concentración en agua natural no contaminada es muy baja. La forma y solubilidad del hierro en agua natural no contaminada depende en gran medida del pH y el potencial redox del agua. El hierro se presenta en estado de oxidación con carga positiva con valencias dos y tres. Según los Estándares de Calidad Ambiental del agua mencionado por MINAM (2017) el mínimo permitido de hierro es de 5.0 mg/litro.

### **Mercurio (Hg)**

Gaioli et al., (2012) mencionan que la principal fuente de contaminación del agua por mercurio es la actividad humana, como el uso de combustibles fósiles tales como: carbón, gas y petróleo y la extracción de minerales como el oro, especialmente en la minería ilegal. Procede también de la industria del papel, instrumental médico desechado como termómetros y esfigmomanómetros, materiales médicos como amalgamas dentales, termostatos, lámparas

fluorescentes, faros de automóviles, vertederos de basura doméstica, cremación de cadáveres e industria de la pintura.

MINSA (2017) menciona que el mercurio es un metal pesado que no es esencial para el crecimiento vegetal, pero que es extremadamente tóxico. El mercurio no puede ser fácilmente eliminado del organismo y tiene la capacidad de bioacumulación, por tanto, su concentración se incrementa conforme avanza en la cadena trófica. El envenenamiento por mercurio es un problema grave y se debe la contaminación a escala global. Los suelos agrícolas pueden contaminarse con mercurio cuando se aplica fungicidas que contiene es elemento.

Gaioli et al., (2012) mencionan que la exposición crónica al mercurio genera alteraciones neuropsiquiátricas entre ellos: ataques de pánico, ansiedad, labilidad emocional, trastornos de la memoria, insomnio, anorexia, fatiga, disfunción cognitiva y motora. Según los Estándares de Calidad Ambiental del agua mencionado por MINAM (2017) el mínimo permitido de mercurio es de 0.001 mg/litro.

### **Manganeso (Mn)**

MINSA (2017) citan que el manganeso es un metal presente en la naturaleza en forma combinada con oxígeno, azufre o cloro, se combina también con el carbono y forma compuestos orgánicos. El manganeso puede ingresar a las fuentes de agua como consecuencia de la actividad agrícola, ya que, es ampliamente utilizado en fungicidas en cuya composición existe manganeso como son: Mancozeb, Maneb y otros derivados. El manganeso a niveles tóxicos puede provocar diarrea en ganado vacuno, en el caso de humanos se acumula en el hígado y sistema nervioso central, produce síntomas similares a la enfermedad del Parkinson, el manganeso en el organismo humano reduce la velocidad de absorción de hierro, calcio y fósforo a nivel de intestinos, dificulta la síntesis de hemoglobina.

Autoridad Nacional del Agua (2018) agrega que el manganeso es un metal frecuente en las rocas y suelos, presentándose como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es importante para controlar la concentración de diversos metales trazas

existentes en las fuentes naturales de agua. Según los estándares de calidad ambiental del agua, mencionados por MINAM (2017) el mínimo permitido de manganeso es de 0.2 mg/litro.

### **Níquel (Ni)**

Aloma et al., (2013) refieren que el níquel es muy abundante en la naturaleza, se estima que corresponde al 0.008 % de la corteza terrestre y al 0.01 % de las rocas ígneas. El níquel presenta alta demanda en la industria, para la obtención de aceros de gran calidad y en aleaciones con cobre, cromo, aluminio, plomo, cobalto, manganeso, plata y oro. Este elemento es esencial en pequeñas cantidades, pero en concentraciones elevadas es muy peligroso para la salud humana, la ingestión de este elemento incrementa la probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata, favorece la presencia de embolias, fallos respiratorios, desórdenes del corazón, así como reacciones alérgicas.

MINSA (2017) refieren que la fitotoxicidad en vegetales presenta síntomas típicos: clorosis, debilidad de la planta, reducción del rendimiento, reducción en asimilación de nutrientes y desorden en el metabolismo de las plantas, reducción del crecimiento radicular y de tallos, las plantas se deforman, se reduce el contenido de materia seca, presencia de manchas en hojas, deformación de flores, se inhibe la germinación y puede producirse necrosis foliar. La alta concentración de níquel en aguas superficiales disminuye el rango de crecimiento de algas. Según los estándares de calidad ambiental del agua citado por MINAM (2017) el mínimo permitido de manganeso es de 0.2 mg/litro.

### **Plomo (Pb)**

Salas et al., (2019) menciona que la principal fuente de contaminación de fuentes de agua con plomo es la industria, la emisión permanente ha permitido que el plomo se acumule en peces, animales terrestres y cultivos vegetales, consumidos diariamente por la población. El ser humano puede ingerir de 0.3 a 0.5 mg de plomo debido a que organismo puede excretar el 80% de la ingesta mediante la orina, sin embargo, cuando el consumo supera 0.6 mg al día el plomo tiende a acumularse en el organismo y se incrementa la probabilidad de intoxicación. La contaminación

de los alimentos vegetales suele ocurrir a través del riego con agua contaminada, especialmente las hortalizas de consumo en fresco. La exposición severa al plomo por un período corto, está asociado a las alteraciones de la función tubular proximal, mientras que, las exposiciones crónicas, pueden conducir a nefropatía crónica, la cual es generalmente irreversible. También puede ocasionar la disminución de la función renal y la disminución en la excreción del ácido úrico.

MINSA (2017) menciona que el plomo liberado en el ambiente puede permanecer por mucho tiempo, se acumula en sedimentos y en el suelo, forma compuestos con aniones de baja solubilidad como hidróxidos, carbonatos y fosfatos, sin embargo, en las fuentes de agua el plomo remanente en solución es muy baja y depende del pH y la concentración de sales. En el suelo el plomo se mantiene retenido fuertemente por lo que, la cantidad que llega a las fuentes naturales es mínima. Según los estándares de calidad ambiental del agua, citado por MINAM (2017), el mínimo permitido de plomo es de 0.05 mg/litro.

### **Zinc (Zn)**

Casierra & Poveda (2005) mencionan que los síntomas de fitotoxicidad se muestran como clorosis y reducción del crecimiento de la planta, inhibe la fijación de anhídrido carbónico, reduce el transporte de hidratos de carbono a nivel floema y altera permeabilidad de la membrana celular. El zinc tiene alta movilidad dentro del floema y tiende a acumularse en los tejidos meristemáticos, en la base de las hojas y en el ápice de las raíces, en algunas especies la acumulación de zinc puede ocurrir en cloroplastos, tallos, hojas y brotes. El ion zinc en altas concentraciones puede interferir en los movimientos de estoma, afectando el flujo a través de las membranas.

MINSA (2017) cita que el zinc en altas concentraciones puede reducir el crecimiento vegetal y puede acumularse en tejidos vegetales, puede también acumularse en forma irreversible en suelos, contribuyendo a su contaminación, incluso puede convertirlo en suelos improductivos o producir reducción drástica de rendimiento. En el caso de los suelos las concentraciones de zinc de 70 a 400 mg/Kg se consideran críticas, sobre este valor la toxicidad en vegetales es considerada como

probable según los estándares de calidad ambiental del agua, citado por MINAM (2017), el mínimo permitido de Zinc es de 2.0 mg/litro.

#### **4.2.1.9. Parámetros microbiológicos incluidos en los ECA para la categoría 3. Coliformes termotolerantes**

Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que la fuente principal de contaminación de las fuentes de agua superficiales son los vertidos de aguas servidos de los centros poblados que contiene alta carga de heces humanas, otra fuente de contaminación son los residuos sólidos depositados en los cauces de los ríos, procedentes de la actividad humana.

Gianoli, et al., (2018) menciona que los patógenos que provocan la contaminación del agua y genera enfermedades gastrointestinales son: Salmonella, Echerichia, Vibrio, Shiguella, Rotavirus y Giardia, estos patógenos provienen de las excretas humanas y de ocurrir en zonas con saneamiento deficiente pueden llegar a infectar a la población. En la mayoría de las fuentes hídricas, el género dominante de coliformes es Escherichia, sin embargo, se puede encontrar también otros géneros como: Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter. Dentro de los Coliformes se ubica el grupo denominado Coliformes termotolerantes, la especie *Escherichia coli* es parte de este grupo, otras especies de coliformes termotolerantes se pueden encontrar en aguas orgánicamente enriquecidas, como efluentes industriales o de materias vegetales y en suelos en descomposición.

MINSA (2017) agrega que las bacterias coliformes se encuentran en las heces humanas y de animales de sangre caliente. Estos organismos son bacterias gram negativas, que tiene la forma de bastoncillos, no esporuladas, aerobias y anaerobias facultativas y oxidasa negativa, tiene la capacidad para prosperar en presencia de sales biliares u otros compuestos tensoactivos, pueden fermentar lactosa a temperaturas de 35 a 37 °C con producción de ácido, gas y aldehído entre 24 y 48 horas. Dentro de este grupo de bacterias se ubican los géneros: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. La contaminación con microorganismos de esta naturaleza puede conllevar a problemas graves en la salud humana y animal. La presencia de estos microorganismos debe vigilarse

especialmente en cultivos de raíces y otros vegetales que son consumidos en fresco por el ser humano y animales. El agua de riego para vegetales de consumo fresco no debe contener estos microorganismos a niveles elevados para preservar la salud de la población. Según los estándares de calidad ambiental del agua, citado por MINAM (2017), el mínimo permitido de coliformes termotolerantes es de 1,000 NMP/100 ml.

### **Escherichia coli**

Gianoli, et al., (2018) menciona que *Escherichia coli* esta presenta en altas concentraciones en las heces humanas, razón por la cual se utiliza como indicador de calidad del agua. Esta bacteria pertenece a la familia de las enterobacteriaceas, posee enzimas beta-galactosidasa, prospera adecuadamente en temperaturas en el rango de 44 a 45 °C, fermenta lactosa y manitol, libera ácido y gas, produce indol a partir del triptófano. Existen cepas que prosperan mejor a 37 °C de temperatura. *Escherichia Coli* no produce oxidasa ni hidroliza urea, es el principal indicador bacteriano para determinar la calidad del agua. Se ha demostrado que la concentración promedio de esta bacteria en las heces humanos y animales de sangre caliente es de 10<sup>8</sup> a 10<sup>9</sup> unidades por gramo de heces. La ingestión de la bacteria puede provocar gastroenteritis, diarreas y vómitos intensos, deshidratación, normalmente es mortal cuando no se trata oportunamente y en forma adecuada. Según los estándares de calidad ambiental del agua, citado por MINAM (2017), el mínimo permitido de *Escherichia Coli* es de 1,000 NMP/100 ml y solo es obligatorio su análisis para el agua destinada a riego sin restricciones o no restringido.

### **Huevos y larvas de helmintos**

Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que se conoce como helmintos a todos los organismos parasitarios y no parasitarios que infectan humanos y animales como las tenias (*Taenia solium*) y los nemátodos de diferentes especies entre ellas *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, entre otros. La presencia de estos parásitos en los seres humanos está asociado al consumo de agua contaminada.



MINSA (2017) señala que los helmintos son animales invertebrados con forma de gusano, dentro de este grupo están incluidos helmintos parásitos y de vida libre. Agrega que en aguas superficiales se presentan huevos de nemátodos y Platelmintos (tenias). Los huevos de los helmintos son parduzcos, cuando son fecundados tienen forma elíptica, miden de 45 a 75 micras de largo y de 35 a 50 micras de ancho. Presentan cubierta externa gruesa de superficie mamelonada y de color café. Los huevos maduran en el suelo antes de ser infectivos. Los nemátodos son gusanos redondos, como el *Ascaris lumbricoides* y los Platelmintos son acintados, como la *Taenia solium*. Los helmintos pueden ocasionar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis leve, hasta diarreas severas a veces fatales cuadros, se puede presentar disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. Las enfermedades producidas por helmintos son transmitidas a los seres humanos, por el consumo de vegetales crudos y que son regados por aguas altamente contaminadas con estos microorganismos. Según los Estándares de Calidad Ambiental del agua citado por MINAM (2017), el mínimo permitido de huevos de Helmintos es de 1 huevo/litro.

#### **4.2.1.10. Contaminación del agua**

SUNASS (2008) citado por Laríos et al. (2015) menciona que para el año 2008 el 70% de las aguas residuales del país no estaban siendo tratadas antes de devolver a las fuentes de agua, agrega que de las 143 plantas de tratamiento residual que existían en el Perú, solo el 14% cumplía con la normatividad vigente para el correcto funcionamiento.

Aquino (2017) indica que para el año 2012 más de 800 municipalidades en el país, vertían más 1.2 millones de metros cúbicos de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento en las fuentes de agua, más de 100,000 industrias vertían aguas residuales en forma directa a los ríos, más de 250 mineras generaban vertimientos de aguas, relaves y desmontes. La extracción petrolera y de gas, generaron grandes derrames en las fuentes de agua por fallas en los oleoductos y gasoductos, para el año mencionado existían más de 8,000 pasivos ambientales mineros y petroleros. Más de un millón de hectáreas bajo riego generaban aguas contaminada con residuos de agroquímicos, nutrientes y alta salinidad, finalmente más de 200

plantas industriales en la costa del Perú generaban aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, los cuales eran vertidas al mar.

#### 4.2.1.11. Índice de calidad del agua

Autoridad Nacional del Agua (2018) mencionan que los índices de calidad del agua (ICA) son una herramienta que integra y transforma información obtenida de varios parámetros y lo convierte a una escala única de medición de calidad del agua, es un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos, ya que, permite transmitir información en forma sencilla y totalmente comprensible. La valoración de la calidad del agua es en una escala comprensible de 0 a 100, siendo cero es de mala calidad y 100 de excelente calidad. Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que los parámetros necesarios para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) en el Perú depende de la categoría de uso del agua, así tenemos: para la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales los parámetros se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 1:**

*Parámetros mínimos para determinación de Índice de Calidad del Agua*

Parámetro	Unidad	ECA
Conductividad eléctrica	µS/cm	2,500.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	15.0
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)		6.5 - 8.5
Aluminio	mg/l	5.00
Arsénico	mg/l	0.10
Boro	mg/l	1.00
Cadmio	mg/l	0.01
Cobre	mg/l	0.20
Hierro	mg/l	5.00
Manganeso	mg/l	0.20
Mercurio	mg/l	0.001
Plomo	mg/l	0.05
Zinc	mg/l	2.00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000.00
Huevos y larvas helmintos	Huevos/litro	1.00

Fuente: R.J. 068-2018-ANA

Finalmente la Autoridad Nacional del Agua (2018) menciona que para el cálculo de los Índices de Calidad del Agua se ha asumido la metodología desarrollada por el Consejo de Ministros del Ambiente del Canadá y modificada por los Ministerios del

Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canadá). Esta metodología contempla el cálculo de tres factores: Factor Alcance (F1), Factor Frecuencia (F2) y Factor Amplitud (F3). La expresión matemática utilizada para el cálculo es el siguiente:

$$ICA = 100 - \left( \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

### **4.3. Marco conceptual**

#### **4.3.1. Aguas residuales**

Tonatiuh (2019) menciona que las aguas residuales son aquellas cuya calidad fue afectada negativamente por la actividad humana. Estas aguas proceden del uso cotidiano de la población que habita en un centro poblado, procede también de las áreas industriales, áreas de servicios como mercados, camales, centros de acopio, entre otros, la característica común de este tipo de agua es que se encuentran contaminados con sustancias inorgánicas y orgánicas de diferente naturaleza.

#### **4.3.2. Parámetro**

Alfaro et al., (2002) definen parámetro como un elemento o factor que caracteriza un aspecto susceptible de ser medido con el propósito de evaluar o establecer un control sobre el aspecto. El parámetro tiene la función de indicar algunas características cuantitativas o cualitativas que servirán para medir a través de un valor. El parámetro debe ser adecuado para lo que se quiere medir, debe ser objetivo, unívoco, sensible, preciso, fiel, accesible y fácil de interpretar y calcular.

#### **4.3.3. Contaminación**

Encinas (2011) define el concepto de contaminación como la presencia en el aire, agua o suelo de sustancias no deseadas en concentraciones que puedan afectar el confort, la salud y el bienestar general de las personas. El medio o vector ambiental como es el agua estará contaminada si tiene alguna sustancia que provoca efectos negativos cuando es utilizado para un fin determinado, si el efecto negativo no ocurre se dice que el elemento no está contaminado.

#### **4.3.4. Metales pesados**

Prieto et al., (2009) se define como metal pesado a cualquier elemento de la tabla periódica que tiene alta densidad relativa y que sea tóxico o venenoso en concentraciones muy bajas, entre ellos se tiene: mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo, (Cr), talio (Tl) y plomo (Pb), estos metales se encuentran en la naturaleza en forma de minerales o sales compuestas, no pueden ser degradados al no tener funciones biológicas específicas.

## **V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Tipo de investigación**

La investigación fue del tipo no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo.

### **5.2. Ubicación temporal**

La etapa de campo se realizó de julio a setiembre del 2023.

### **5.3. Ubicación del área experimental**

#### **5.3.1. Ubicación política**

Región:	Apurímac
Provincia:	Andahuaylas
Distritos:	San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera

#### **5.3.2. Ubicación geográfica (Andahuaylas)**

Longitud:	73°22'47.72" Oeste
Latitud :	13°39'28.59" Sur
Altitud :	2,908 m

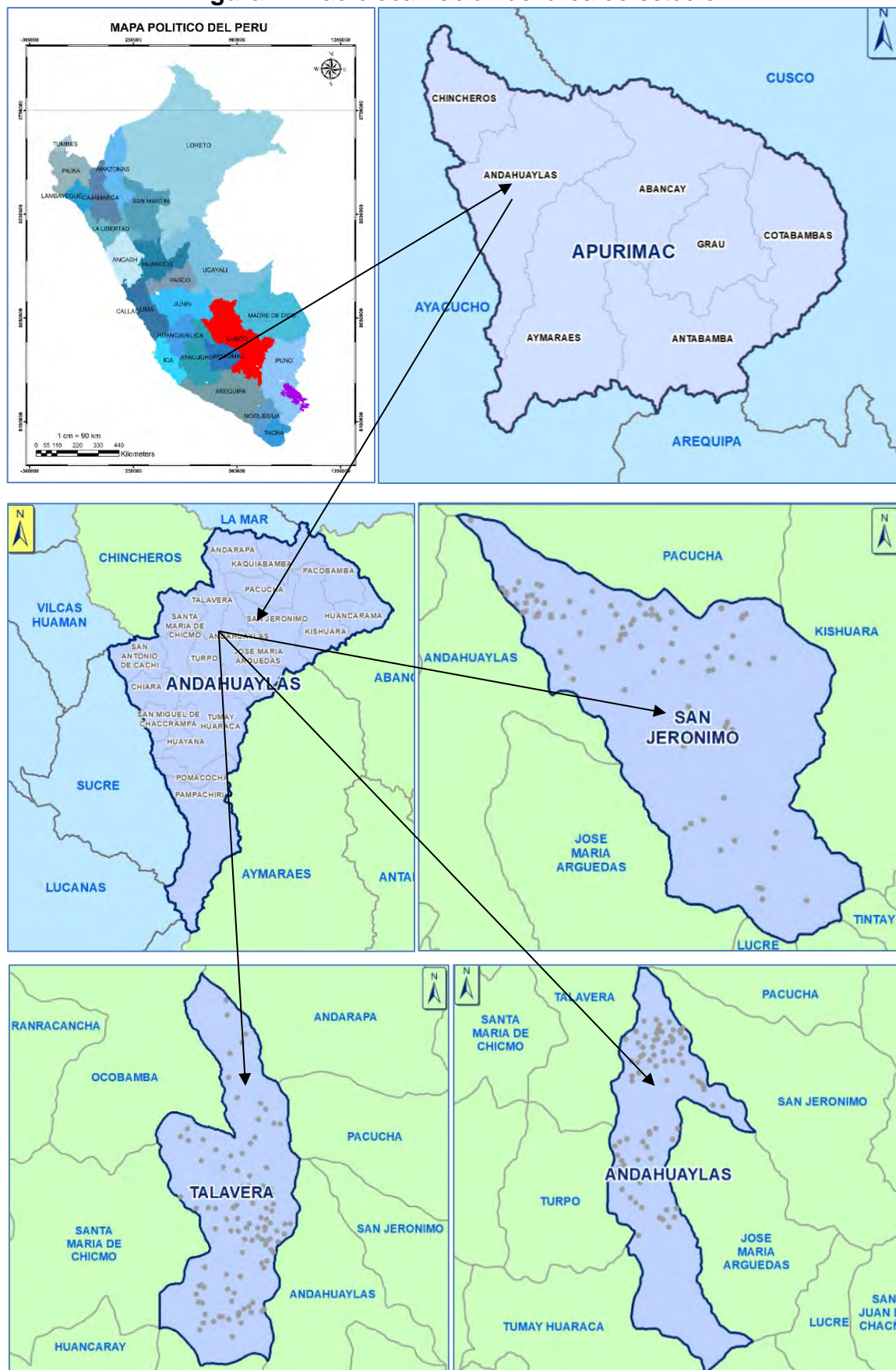
#### **5.3.3. Ubicación hidrográfica**

Cuenca:	Apurímac
Cuenca:	Pampas
Subcuenca:	Chumbao

#### **5.3.4. Ubicación de los puntos de muestreo**

Canal Chumbao Alto:	13°41'10.36"S, 73°19'58.10"O, 3229 m
Canal Calicanto:	13°39'34.80"S, 73°23'57.42"O, 2873 m
Canal Explanta:	13°39'25.53"S, 73°25'54.19"O, 2805 m

**Figura 1: Macrolocalización del área de estudio**





**Figura 2:** Microlocalización de las zonas de muestreo



## **5.4. Aspectos generales del área de estudio**

### **5.4.1. Descripción del río Chumbao**

Ministerio de Agricultura y Alimentación (1980) menciona que el río Chumbao nace en las alturas del distrito de San Jerónimo de un conjunto de lagunas pequeñas, a una altitud de 4400 m de altitud. Autoridad Nacional del Agua (2013) menciona que el río Chumbao recibe el aporte de las lagunas Huachoccocha, Paccoccocha, Antacocha y Pampahuasi, su longitud total del cauce principal es de 58.3 km hasta su desembocadura en el río Pampas, tiene una superficie total de 767.3 km<sup>2</sup> y un perímetro de 172.0 km, se estima un caudal de 25 a 30 m<sup>3</sup>/s. En su recorrido atraviesa los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas, Talavera, Santa María de Chicmo y Ocobamba.

### **5.4.2. Canales existentes y acreditación de disponibilidad hídrica**

Según la consulta realizada a la Autoridad Local del Agua de Andahuaylas existe en total 11 canales de riego que derivan agua de riego en los tramos correspondientes a San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera, estos canales son los siguientes. Canal de riego Chumbao Alto, canal de riego Layan Pampa, canal de riego Rinconada Bosque, canal de riego Ccoyahuacho- Pucapampa, canal de riego Arrayanpata, canal de riego Yuraqccacca 01, canal de riego San Miguel de Mazuraccra, canal de riego Calicanto, canal de riego Chuñopampa, canal de riego Chacullimuyocc, canal de riego Explanta Santa Rosa, del cuales el canal Chumbao Alto cuenta con acreditación de disponibilidad hídrica otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua Apurímac.

### **5.4.3. Cultivos principales en la cuenca del Chumbao tramo de análisis**

De las observaciones realizadas en campo, los principales cultivos del valle del río Chumbao, en el tramo analizado es maíz amiláceo, papa, cebada grano, quinua, arveja, haba, alfalfa y pequeñas áreas de cultivos hortícolas como col, lechuga, zanahoria y coliflor. MIDAGRI (2023) menciona que para el año 2023 se tuvo una producción para el distrito de Andahuaylas 845.0 ha de maíz amiláceo, 1,817.0 ha papa, 945.0 ha de quinua, 46.0 ha de arveja, 265.0 ha de cebada, para el distrito de San Jerónimo 1,051.0 ha maíz amiláceo, 1,532 ha papa, 296.0 ha quinua, 345.0 ha cebada, 30 ha de arveja grano, mientras que, para el distrito de Talavera 872.0



ha de maíz amiláceo, 1,062.0 ha de papa, 611.0 ha de quinua, 91.0 ha arveja grano y 208 ha de cebada.

## **5.5. Materiales, equipos y herramientas**

### **5.5.1. Materiales de campo**

- Etiquetas para identificar muestras
- Libreta de campo, lapiceros y plumones
- Envases de plástico para recoger muestras
- Envase de vidrio boca ancha para aceites y grasas
- Envase de polietileno de alta densidad de un litro capacidad para recoger muestra para análisis de metales.
- Guantes y botas de jebe
- Caja térmica y bolsas herméticas para hielo
- Plástico multiburbuja para frascos de vidrio

### **5.5.2. Equipos**

- Celular (registro fotográfico)
- Equipo de cómputo e impresora
- GPS
- Cooler con gel refrigerante

## **5.6. Métodos**

### **5.6.1. Población y muestra**

#### **5.6.1.1. Población**

La población corresponde al agua que suministra los canales de riego del río Chumbao en un momento determinado.

#### **5.6.1.2. Muestra**

- *Tipo de muestra:* se utilizó el tipo de muestra discreta, simple o puntual definido como una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual, representa las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancia

particular en el instante en el que se realizó su recolección, (Autoridad Nacional del Agua , 2016).

— *Procedimiento de muestreo*: se consideró las recomendaciones hechas por la Autoridad Nacional del Agua (2016):

- Antes de coleccionar las muestras, los frascos fueron lavados como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros microbiológicos.
- Antes del inicio de toma de muestra, el operador se colocó los guantes, botas de jete, mascarilla y bata de laboratorio.
- Se ubicó en un punto de la corriente principal, donde la corriente fue homogénea, evitando aguas estancadas o de escasa profundidad.
- Cogiendo el recipiente, se retiró la tapa y contratapa, sin tocar la superficie interna del frasco.
- Durante el muestreo, cogiendo la botella por debajo del cuello, se sumergió en dirección opuesta al flujo de agua.
- Para los parámetros orgánicos como aceites y grasas, la toma de muestra se realizó en la superficie del agua.
- Se consideró un espacio vacío del 1% aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que necesitaron preservación.
- Para muestras microbiológicas se dejó un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- Para el parámetro demanda bioquímica del oxígeno (DBO<sub>5</sub>), el frasco se llenó lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- Se evitó coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos de fondo.

— *Etiquetado de la muestra*: la etiqueta de la muestra fue escrita con la siguiente información básica:

- Nombre del solicitante
- Nombre de la tesis
- Nombre del punto de muestreo

- Coordenadas del punto de muestreo
  - Fecha de muestreo
  - Material de envase el muestreo
  - Ubicación política del punto de muestreo
  - Lista de parámetros a determinar por muestra
- Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras:
- *Almacenamiento*: los frascos con las muestras fueron guardados dentro de cajas térmicas, colocadas en forma vertical para evitar derrames y exposición a la luz del sol. Los recipientes de vidrio fueron almacenados con bolsas poliburbujas.
  - *Conservación*: las muestras recolectadas fueron conservadas en cajas térmicas bajo un sistema adecuado de enfriamiento, utilizando gel refrigerante, las cajas térmicas se mantuvieron a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.
  - *Transporte*: las muestras fueron transportadas al laboratorio en forma inmediata, cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo permitido de cada parámetro. Para el transporte de las muestras se selló herméticamente la caja térmica para asegurar la integridad de las muestras.
- *Puntos de muestreo*: los puntos de muestreo fueron a nivel de bocatoma de los tres canales de riego que derivan el agua del río Chumbao. La ubicación de los puntos de muestreo se presenta en tabla siguiente:

**Tabla 2:**

*Ubicación de los puntos de muestreo*

N°	Canal de riego	Zona	Coordenadas - WGS84		
			Norte	Este	Altitud
1	Canal Chumbao Alto	18 L	8477878.00	685634.00	3902
2	Canal Calicanto	18 L	8489359.64	673107.74	2873
3	Canal Explanta	18 L	8489641.23	669633.27	2805

- *Frecuencia de muestreo*: en cada punto de muestreo se obtuvo tres muestras: el primero el 31 de julio del 2023, el segundo el 31 de agosto del 2023 y el tercero el 30 de setiembre del 2023.

## 5.6.2. Análisis de laboratorio

### 5.6.2.1. Parámetros químicos y físicos evaluados

- **Parámetros evaluados:** fueron determinados los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), aceites y grasas, nitratos N(NO<sub>3</sub>) y sulfatos.
- **Laboratorio:** las muestras fueron llevadas al laboratorio de Química, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- **Fechas de análisis:** los análisis fueron realizados en tres oportunidades: 31 de julio, 31 de agosto y 30 de setiembre del 2023.

### 5.6.2.2. Parámetros inorgánicos evaluados

- **Parámetros evaluados:** fueron evaluados en total 49 elementos inorgánicos de los cuales 18 elementos son considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

**Tabla 3:**

*Parámetros evaluados*

N°	Elemento	Unidad	N°	Elemento	Unidad	N°	Elemento	Unidad
1	Aluminio	mg/l	18	Zinc	mg/l	35	Hafnio	mg/l
2	Hierro	mg/l	19	Calcio	mg/l	36	Lantano	mg/l
3	Magnesio	mg/l	20	Estroncio	mg/l	37	Lutecio	mg/l
4	Bario	mg/l	21	Molibdeno	mg/l	38	Niobio	mg/l
5	Cobalto	mg/l	22	Potasio	mg/l	39	Plata	mg/l
6	Cobre	mg/l	23	Rubidio	mg/l	40	Talio	mg/l
7	Manganeso	mg/l	24	Sílice	mg/l	41	Tantalio	mg/l
8	Arsénico	mg/l	25	Silicio	mg/l	42	Teluro	mg/l
9	Berilio	mg/l	26	Sodio	mg/l	43	Torio	mg/l
10	Boro	mg/l	27	Antimonio	mg/l	44	Titanio	mg/l
11	Cadmio	mg/l	28	Bismuto	mg/l	45	Uranio	mg/l
12	Cromo	mg/l	29	Cerio	mg/l	46	Yterbio	mg/l
13	Litio	mg/l	30	Cesio	mg/l	47	Vanadio	mg/l
14	Mercurio	mg/l	31	Estaño	mg/l	48	Wolframio	mg/l
15	Níquel	mg/l	32	Fósforo	mg/l	49	Zirconio	mg/l
16	Plomo	mg/l	33	Galio	mg/l			
17	Selenio	mg/l	34	Germanio	mg/l			

- **Laboratorio:** los análisis fueron realizados en el Laboratorio SGS del Perú SAC cuyo apoderado es el Sr. Pedro Mauricio Delgadillo Coronado, cuya

dirección es Jr. C de la Neyra 249 - Int B - Ayacucho - Huamanga - Jesús Nazareno.

- **Fechas de análisis:** los análisis fueron realizados en tres oportunidades: 31 de julio, 31 de agosto y 30 de setiembre del 2023.

#### **5.6.2.3. Parámetros microbiológicos evaluados**

##### **Coliformes termotolerantes**

Para determinar este parámetro la muestra fue obtenida en botella de vidrio estéril, el frasco se llenó dejando un tercio del frasco libre para aireación de la muestra. Se almacenó a menos o igual a 6°C y en la oscuridad, fue transportado en un Cooler con gel refrigerante. Se analizó en el Laboratorio de Control Ambiental, de la Dirección de Salud Apurímac – Andahuaylas, del Gobierno Regional de Apurímac.

##### **Escherichia coli**

Para determinar este parámetro la muestra fue obtenida en botella de vidrio estéril, el frasco se llenó dejando un tercio del frasco libre para aireación de la muestra. Se almacenó a menos o igual a 6°C y en la oscuridad, fue transportado en un Cooler con gel refrigerante. Se analizó en el Laboratorio de Control Ambiental, de la Dirección de Salud Apurímac – Andahuaylas, del Gobierno Regional de Apurímac.

##### **Huevos y larvas de Helminths**

Para evaluar este parámetro se obtuvo una muestra en botella plástica de boca ancha. Se almacenó a menos o igual a 6°C y en la oscuridad, fue transportado en un Cooler con gel refrigerante. Se analizó en el Laboratorio de Control Ambiental, de la Dirección de Salud Apurímac – Andahuaylas, del Gobierno Regional de Apurímac.

#### **5.6.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua**

Los Índices de Calidad del Agua de los tres puntos de muestreo fue obtenido con la metodología propuesta por la Autoridad Nacional del Agua (2018), metodología desarrollada por el Consejo de Ministros del Ambiente del Canada y modificada por

los Ministeríos del Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canada).

$$ICA = 100 - \left( \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

Dónde: F1 = Factor Alcance

F2= Factor Frecuencia

F3= Factor Amplitud

A continuación, se presenta el procedimiento empleado para calcular los factores para cada uno de los canales de riego:

### **Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo**

— **Cálculo del Factor Alcance (F<sub>1</sub>):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumple los ECA agua}}{\text{Número total de parametros a evaluar}} \times 100$$

Para el canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo se presentó un parámetro que no cumplió los ECA: huevos y larvas de helmintos. El número total de parámetros evaluados fueron 16.0 de los cuales 4 fueron parámetros químicos y físicos, 10 parámetros inorgánicos y 2 parámetros microbiológicos. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_1 = \frac{1}{16} \times 100 \quad F_1 = 6.25$$

— **Factor Frecuencia (F<sub>2</sub>):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_2 = \frac{\text{Número de datos que no cumplen parámetros ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}} \times 100$$

para el canal Chumba Alto- tramo San Jerónimo se presentaron 3 datos de los parámetros que no cumplieron los ECA: huevos y larvas de helmintos, tres datos: >1, >1 y >1. El número total de datos fue 48.0. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_2 = \frac{3}{48} \times 100 \quad F_1 = 6.25$$

— **Factor Amplitud (F3):** se utilizó las siguientes expresiones:

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \times 100$$

$$SNE = \frac{\text{Sumatoria de excedentes}}{\text{Total de datos}}$$

Dónde: SNE: Suma Normalizada de Excedentes

Cuando el dato registrado es mayor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor del dato que no cumple ECA}}{\text{Valor establecido en el ECA}} \right) - 1$$

Cuando el dato registrado es menor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor establecido en el ECA}}{\text{Valor del dato que no cumple ECA}} \right) - 1$$

Para canal Chumbao Alto – tramo San Jerónimo, huevos y larvas de helmintos, tres datos: >1, >1 y >1, los tres datos son mayores que el ECA establecido en 1, por tanto, se aplica la primera expresión:

$$E_1 = \left( \frac{2}{1} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 1.0$$

$$E_2 = \left( \frac{2}{1} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 1.0$$

$$E_3 = \left( \frac{2}{2} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 1.0$$

$$SNE = \frac{1.0 + 1.0 + 1.0}{48}$$

$$SNE = 0.0625$$

Finalmente se calcula el F3:

$$F_3 = \frac{0.0625}{0.0625 + 1} \times 100 \quad F_3 = 5.88$$

— **Cálculo del Índice de Calidad Ambiental**

$$ICA = 100 - \left( \sqrt{\frac{6.25^2 + 6.25^2 + 5.88^2}{3}} \right)$$

$$ICA = 96.46$$

**Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas**

— **Cálculo del Factor Alcance (F<sub>1</sub>):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumple los ECA agua}}{\text{Número total de parametros a evaluar}} \times 100$$

Para el canal Calicanto – Tramo Andahuaylas se presentaron cuatro parámetros que no cumplieron los ECA: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes y huevos y larvas de helmintos. El número total de parámetros evaluados fueron 16.0 de los cuales 4 fueron parámetros químicos y físicos, 10 parámetros inorgánicos y 2 parámetros microbiológicos. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_1 = \frac{4}{16} \times 100 \quad F_1 = 25.0$$

— **Factor Frecuencia (F<sub>2</sub>):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_2 = \frac{\text{Número de datos que no cumplen parámetros ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}} \times 100$$

para el canal Calicanto – Tramo Andahuaylas se presentaron 11 datos de los parámetros que no cumplieron los ECA: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), tres datos: 92.2, 104.0 y 39.8 mg/l, oxígeno disuelto, dos datos: 2.52 y 3.4 mg/l, coliformes termotolerantes, tres datos: >1,000, > 1,000 y >1,000 NMP/100 ml y huevos y larvas de helmintos, tres datos: >1, >1 y >1. El número total de datos fue 48.0. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_2 = \frac{11}{48} \times 100 \quad F_1 = 22.92$$



— **Factor Amplitud (F3):** se utilizó las siguientes expresiones:

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \times 100$$

$$SNE = \frac{\text{Sumatoria de excedentes}}{\text{Total de datos}}$$

Dónde: SNE: Suma Normalizada de Excedentes

Cuando el dato registrado es mayor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor del dato que no cumple ECA}}{\text{Valor establecido en el ECA}} \right) - 1$$

Cuando el dato registrado es menor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor establecido en el ECA}}{\text{Valor del dato que no cumple ECA}} \right) - 1$$

Para el canal Calicanto – Tramo Andahuaylas, para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), tres datos: 92.2, 104.0 y 39.8 mg/l, el valor establecido de los ECA es de 15.0 mg/l, los tres datos son mayores que el ECA por tanto se aplica la primera expresión:

$$E_1 = \left( \frac{92.2}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 5.15$$

$$E_2 = \left( \frac{104.0}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 5.93$$

$$E_3 = \left( \frac{39.8}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 1.65$$

Este procedimiento se continua con los dos datos de oxígeno disuelto, con tres datos de coliformes termotolerantes y tres datos de huevos y larvas de helmintos, estos resultados se reemplazan de la siguiente manera:

$$SNE = \frac{5.15 + 5.93 + 1.65 + 0.59 + 0.18 + 0.001 + 0.001 + 0.001 + 1 + 1 + 1}{48}$$

$$SNE = 0.344$$

Finalmente se calcula el  $F_3$ :

$$F_3 = \frac{0.344}{0.344 + 1} \times 100 \quad F_3 = 25.58$$

— **Cálculo del Índice de Calidad Ambiental**

$$ICA = 100 - \left( \sqrt{\frac{25.0^2 + 22.92^2 + 25.58^2}{3}} \right)$$

$$ICA = 85.84$$

**Canal Explanta – Tramo Andahuaylas**

— **Cálculo del Factor Alcance ( $F_1$ ):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumple los ECA agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}} \times 100$$

Para el canal Explanta – Tramo Andahuaylas se presentaron cuatro parámetros que no cumplieron los ECA: Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes y huevos y larvas de helmintos. El número total de parámetros evaluados fueron 16.0 de los cuales 4 fueron parámetros químicos y físicos, 10 parámetros inorgánicos y 2 parámetros microbiológicos. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_1 = \frac{4}{16} \times 100 \quad F_1 = 25.0$$

— **Factor Frecuencia ( $F_2$ ):** se utilizó la siguiente expresión:

$$F_2 = \frac{\text{Número de datos que no cumplen parámetros ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}} \times 100$$

para el canal Explanta – Tramo Andahuaylas se presentaron 12 datos de los parámetros que no cumplieron los ECA: Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), tres datos: 156.0, 184.2 y 108.2 mg/l, oxígeno disuelto, tres datos 1.1, 1.5 y 2.7 mg/l, coliformes termotolerantes, tres datos: >1,000, > 1,000 y >1,000 NMP/100 ml y huevos y larvas de helmintos, tres datos: >1, >1 y >1.

El número total de datos fue 48.0. Con estos datos fue reemplazado en la expresión:

$$F_2 = \frac{12}{48} \times 100 \quad F_1 = 25.0$$

— **Factor Amplitud (F3):** se utilizó las siguientes expresiones:

$$F_3 = \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \times 100$$

$$SNE = \frac{\text{Sumatoria de excedentes}}{\text{Total de datos}}$$

Dónde: SNE: Suma Normalizada de Excedentes

Cuando el dato registrado es mayor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor del dato que no cumple ECA}}{\text{Valor establecido en el ECA}} \right) - 1$$

Cuando el dato registrado es menor al valor de los ECA el excedente se calcula con la expresión:

$$\text{Excedente}_1 = \left( \frac{\text{Valor establecido en el ECA}}{\text{Valor del dato que no cumple ECA}} \right) - 1$$

Para canal Explanta – Tramo Andahuaylas, para la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), tres datos: 156, 184.2 y 108.2mg/l, el valor establecido de los ECA es de 15.0 mg/l, los tres datos son mayores que el ECA por tanto se aplica la primera expresión:

$$E_1 = \left( \frac{156.0}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 9.40$$

$$E_2 = \left( \frac{184.2}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 11.28$$

$$E_3 = \left( \frac{108.2}{15.0} \right) - 1 \quad \text{Excedente}_1 = 6.21$$

Este procedimiento se continua con los tres datos de oxígeno disuelto, con tres datos de coliformes termotolerantes y tres datos de huevos y

larvas de helmintos, estos resultados se reemplazan de la siguiente manera:

$$SNE = \frac{9.40 + 11.28 + 6.21 + 2.64 + 1.67 + 0.48 + 0.001 + 0.001 + 0.001 + 1 + 1 + 1}{48}$$

$$SNE = 0.723$$

Finalmente se calcula el  $F_3$ :

$$F_3 = \frac{0.723}{0.723 + 1} \times 100 \quad F_3 = 41.95$$

#### — Cálculo del Índice de Calidad Ambiental

$$ICA = 100 - \left( \sqrt{\frac{25.0^2 + 25^2 + 41.95^2}{3}} \right)$$

$$ICA = 81.71$$

**Tabla 4:**

*Interpretación del Índice de Calidad el Agua*

ICA- PE	Calificación	Interpretación
<b>90 - 100</b>	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseables
<b>75 - 89</b>	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
<b>45 - 74</b>	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazado o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
<b>30 - 44</b>	Pésimo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre están amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2018).

Según la tabla 4 el agua que conduce el canal Calicanto – Tramo Andahuaylas es **buena** ya que, el ICA calculado se ubica en el rango de 75 a 89, por tanto, la calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua, existen amenazas como los parámetros microbiológicos y dos de los parámetros químicos y físicos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1. Parámetros químicos y físicos

#### 6.1.1 Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo

**Tabla 5:**

*Resultado de análisis - Chumbao Alto – tramo San Jerónimo*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
pH		7.45	6.95	6.82	7.07	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	126.00	67.00	46.10	79.70	2,500
Oxígeno disuelto	ppm	5.17	6.14	6.12	5.81	≥ 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	ppm	12.70	9.25	4.60	8.85	15.0
Aceites y grasas	ppm	1.40	0.88	1.10	1.13	5.0
Nitratos (N(NO <sub>3</sub> ))	ppm	13.30	14.60	6.60	11.50	100.0
Sulfatos	ppm	22.80	19.10	15.50	19.13	1,000.0

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC

\* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

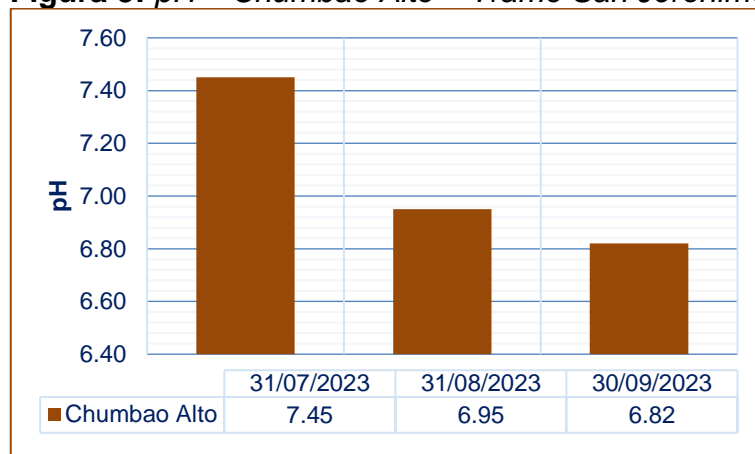
En la tabla 5 se presenta los resultados del análisis de parámetros químicos y físicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Chumbao Alto – tramo San Jerónimo, que se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca, antes de que las aguas ingresen a la ciudad de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

##### 6.1.1.1. pH

En la tabla 5 se observa el promedio de pH de los tres análisis realizados, con un valor de 7.07. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao entre el distrito de San Jerónimo y distrito de Talavera, reportó pH de 6.7, para el primer punto de muestreo altura de la Hidroeléctrica Chumbao, ubicación cercana al de la presente investigación. Estos dos resultados permiten afirmar que la calidad del agua, considerando el pH en la parte alta del río

Chumbao, antes de pasar por la zona poblado, se mantiene sin mucha variación. En las investigaciones realizadas en otros ríos los resultados son también similares: Atoc (2019) evaluó la calidad del agua de riego en la cuenca baja del río Moche en Trujillo y encontró pH en el rango de 7.75 a 8.35, valores dentro del rango de los ECA. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y encontró pH en el rango de 8.1 a 8.48, valores dentro del rango de los ECA. Domínguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín, reportó en época de estiaje pH en el rango de 8.47 a 8.77 valores dentro del rango de los ECA.

**Figura 3:** *pH – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*



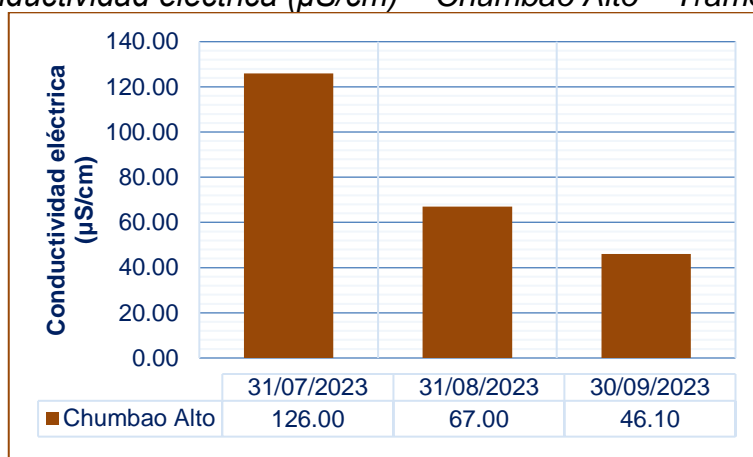
En la figura 3, se muestra los resultados de pH para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que, los valores presentaron una tendencia clara de reducción desde 7.45 para el mes de julio a 6.95 para el mes de agosto, 6.82 para el mes de setiembre. Los valores encontrados para las tres fechas de muestreo, se encuentran dentro del rango de los Estándares de Calidad Ambiental del agua establecido de 6.5 a 8.5.

#### **6.1.1.2. Conductividad eléctrica**

En la tabla 5 se observa el promedio de conductividad eléctrica de los tres análisis realizados, con un valor de 79.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó conductividad eléctrica promedio de 68.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , considerando este antecedente se concluye que la conductividad eléctrica del tramo alto del río Chumbao no ha

tenido mucha variación en los últimos siete años, aunque, si un ligero incremento de 11.7  $\mu\text{S/cm}$ , esta diferencia se debe posiblemente a que el autor mencionado hizo los análisis entre los meses de marzo a mayo, meses de mayor caudal. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó un valor mucho más alto que el la presente investigación de 571 a 953  $\mu\text{S/cm}$ , Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque también menciona un valor más alto con 267.5 y 410  $\mu\text{S/cm}$ , Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron conductividad eléctrica de 141.2 a 234.0  $\mu\text{S/cm}$ .

**Figura 4:** Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo



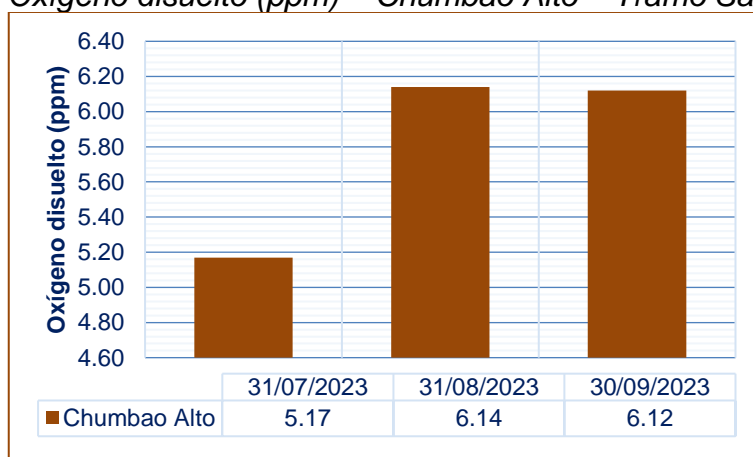
En la figura 4 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, julio agosto y setiembre, en ella se observa que la conductividad eléctrica tuvo una clara tendencia a la reducción 126.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de julio, 67.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de agosto y 46.1  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 2,500  $\mu\text{S/cm}$  establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.1.3. Oxígeno disuelto

En la tabla 5 se observa el promedio de oxígeno disuelto de los tres análisis realizados, con un valor de 5.81 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó oxígeno disuelto > 2.0 mg/l (>2.0 ppm), considerando este antecedente se concluye

que el oxígeno disuelto del tramo alto del río Chumbao no ha tenido mucha variación en los últimos siete años, aunque, a pesar de que el autor mencionado hizo los análisis entre los meses de marzo a mayo, meses de mayor caudal y mayor turbiedad del agua. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó oxígeno disuelto en el rango de 6.42 a 7.58 ppm valor superior al de la presente investigación, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona oxígeno disuelto de 6.04 a 6.95 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Oxígeno disuelto 5.73 a 6.51 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Oxígeno disuelto de 5.17 a 5.49 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son similares al reportado en la presente investigación.

**Figura 5:** *Oxígeno disuelto (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*



En la figura 5 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el oxígeno disuelto tuvo una clara tendencia al incremento de 5.17 ppm en el mes de julio a 6.14 ppm en el mes de agosto, reduciéndose ligeramente en el mes de setiembre a 6.12 ppm, por otro lado, los valores obtenidos son  $\geq 4$  mg/l, establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

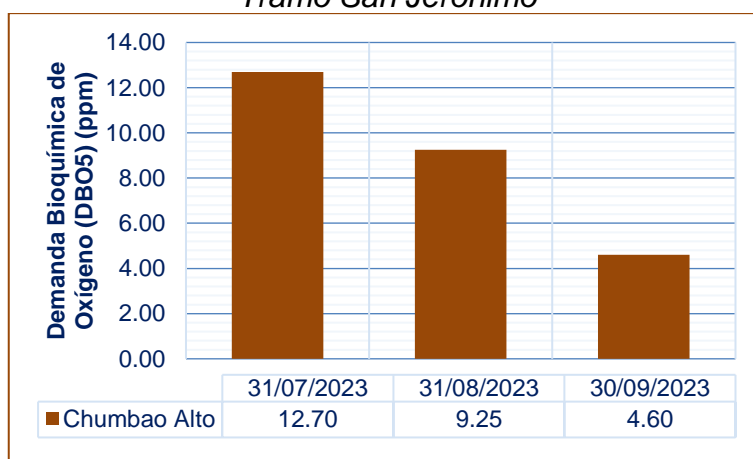
#### **6.1.1.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

En la tabla 5 se observa el promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de los tres análisis realizados, con un valor de 8.85 ppm. En investigaciones



realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó Demanda Biológica de Oxígeno 4.58 a 4.65 ppm valor inferior al de la presente investigación, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 4.73 a 5.1 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 0.0 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Dosis Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 1.52 a 14.74 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son diferentes al reportado en la presente investigación.

**Figura 6:** *Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*



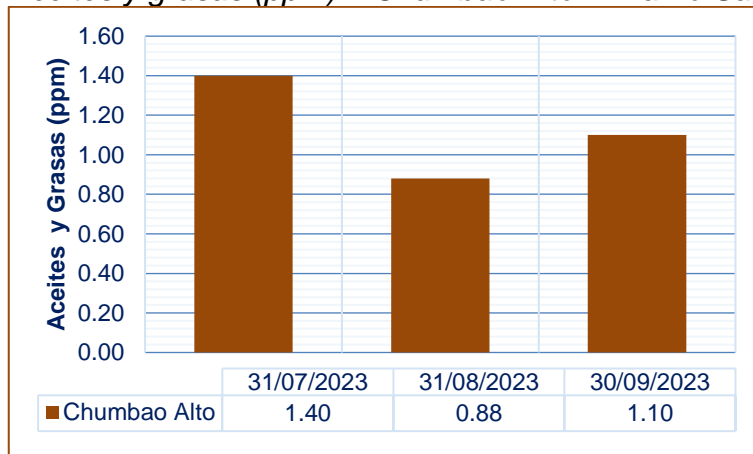
En la figura 6 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) tuvo una clara tendencia a la reducción de 12.7 ppm en el mes de julio a 9.25 en el mes de agosto y 4.6 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 15 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### **6.1.1.5. Aceites y grasas**

En la tabla 5 se observa el promedio de aceites y grasas de los tres análisis realizados, con un valor de 1.13 ppm. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó aceites y grasas 0.0 ppm

valor inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron aceites y grasas de 0.0 a 0.0378 mg/l.

**Figura 7:** Aceites y grasas (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo



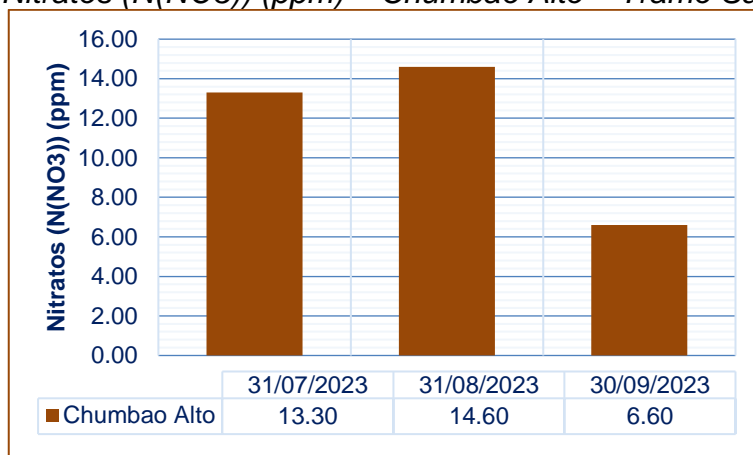
En la figura 7 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de aceites y grasas tuvo una clara tendencia a la reducción de 1.4 ppm en el mes de julio a 0.88 ppm en el mes de agosto, con un incremento ligero al mes de setiembre con 1.1 ppm, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 5.0 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.1.6. Nitratos ( $N(NO_3)$ )

En la tabla 5 se observa el promedio del contenido de Nitratos ( $N(NO_3)$ ) de los tres análisis realizados, con un valor de 11.5 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 6.0 mg/l de nitratos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de nitratos del tramo alto del río Chumbao ha tenido un incremento considerable en los últimos siete años de 5.5 mg/l (incrementó del 91.66% considerando como año base 2016), estos análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó nitratos de 0.021 a 0.12

ppm valor muy inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Nitratos 0.01 a 0.02 mg/l.

**Figura 8:** Nitratos ( $N(NO_3)$ ) (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo



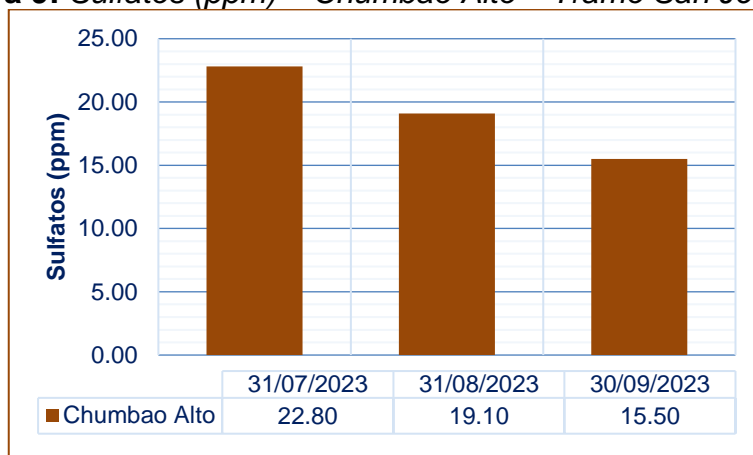
En la figura 8 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de Nitratos ( $N(NO_3)$ ) se incrementó ligeramente de 13.3 ppm en el mes de julio a 14.6 ppm en el mes de agosto, reduciéndose a 6.6 ppm para el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 100 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.1.7. Sulfatos

En la tabla 5 se observa el promedio de sulfatos de los tres análisis realizados, con un valor de 19.13 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 260 mg/l de sulfatos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de sulfatos del tramo alto del río Chumbao ha tenido una reducción considerable en los últimos siete años de 240.87 mg/l (reducción del 92.64% considerando como año base 2016), estos análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes sulfatados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó sulfatos de 11 a 12 ppm valor muy inferior al

de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Sulfatos 0.0 a 21.0 mg/l.

**Figura 9: Sulfatos (ppm) – Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo**



En la figura 9 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de sulfatos tuvo una clara tendencia a la reducción de 22.8 ppm en el mes de julio a 15.5 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 1,000 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

### 6.1.2 Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas

**Tabla 6:**

*Resultado de análisis – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
pH		7.34	7.12	7.22	7.23	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	456.00	502.00	286.00	414.67	2,500
Oxígeno disuelto	ppm	2.52	3.40	4.20	3.37	≥ 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	ppm	92.20	104.00	39.80	78.67	15.0
Aceites y grasas	ppm	7.20	12.90	4.60	8.23	5.0
Nitratos (N(NO <sub>3</sub> ))	ppm	47.50	60.50	20.80	42.93	100.0
Sulfatos	ppm	119.40	133.80	66.40	106.53	1,000.0

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC

\* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

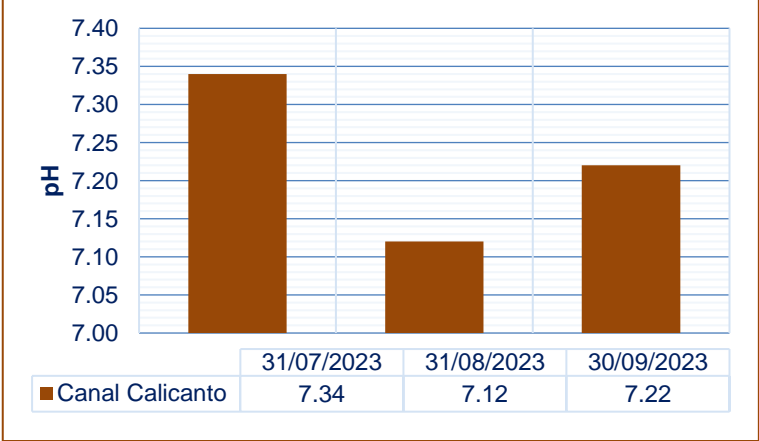
En la tabla 6 se presenta los resultados del análisis de parámetros químicos y físicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal

Calicanto – tramo Andahuaylas y que se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca media del río mencionado, en este tramo las aguas atraviesan la ciudad de San Jerónimo y Andahuaylas y reciben aguas servidas de ambas poblaciones. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fue enviada al laboratorio de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### 6.1.2.1. pH

En la tabla 6 se observa el promedio de pH de los tres análisis realizados, con un valor de 7.23. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao entre el distrito de San Jerónimo y distrito de Talavera, para el segundo punto de muestreo altura de Corpoalen- Salinas, ubicación cercana al de la presente investigación, reportó un pH de 6.7 valor inferior al de la presente investigación, este valor también se encuentra dentro del rango de los Estándares de Calidad Ambiental. Estos dos resultados permiten afirmar que la calidad del agua considerando el pH en la parte media del río Chumbao, se mantiene sin mucha variación. En las investigaciones realizadas en otros ríos los resultados son también similares: Atoc (2019) evaluó la calidad del agua de riego en la cuenca baja del río Moche en Trujillo y encontró pH en el rango de 7.75 a 8.35, valores dentro del rango de los ECA. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y encontró pH en el rango de 8.1 a 8.48, valores dentro del rango de los ECA. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín, reportó en época de estiaje pH en el rango de 8.47 a 8.77 valores dentro del rango de los ECA.

**Figura 10:** *pH – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas*

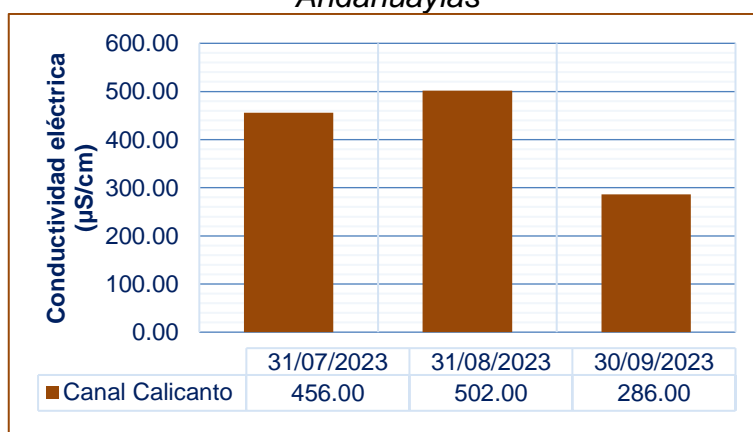


En la figura 10, se muestra los resultados de pH para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que, los valores presentaron una tendencia clara de reducción desde 7.34 para el mes de julio a 7.12 para el mes de agosto, con un ligero incremento al mes de setiembre con 7.22. Los valores encontrados para las tres fechas de muestreo, se encuentran dentro del rango de los Estándares de Calidad Ambiental del agua establecido de 6.5 a 8.5.

#### 6.1.2.2. Conductividad eléctrica

En la tabla 6 se observa el promedio de conductividad eléctrica de los tres análisis realizados, con un valor de 414.67  $\mu\text{S/cm}$ . Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó conductividad eléctrica promedio de 193.0  $\mu\text{S/cm}$ , considerando este antecedente se concluye que la conductividad eléctrica del tramo medio del río Chumbao ha tenido mucha variación en los últimos siete años, con un incremento de 221.67  $\mu\text{S/cm}$ , equivalente al 114.85% considerando año base 2016, esta diferencia se debe posiblemente que la contaminación del río Chumbao a continuando en forma creciente. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó un valor más alto que el de la presente investigación de 571 a 953  $\mu\text{S/cm}$ , Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque también menciona un valor similar con 267.5 y 410  $\mu\text{S/cm}$ , Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron conductividad eléctrica de 141.2 a 234.0  $\mu\text{S/cm}$ .

**Figura 11:** Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas

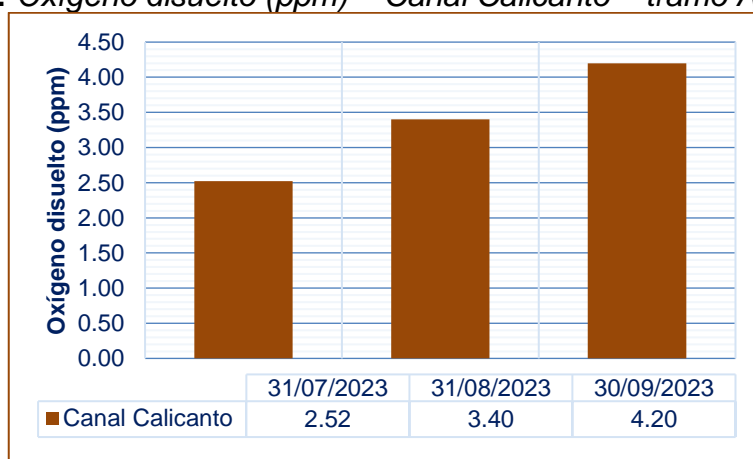


En la figura 11 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que la conductividad eléctrica tuvo una tendencia al incremento de 456.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de julio a 502.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de agosto, con una reducción moderado a setiembre con 286.0  $\mu\text{S/cm}$ , por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 2,500  $\mu\text{S/cm}$  establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

### 6.1.2.3. Oxígeno disuelto

En la tabla 6 se observa el promedio de oxígeno disuelto de los tres análisis realizados, con un valor de 3.37 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, reportó oxígeno disuelto > 2.0 mg/l (>2.0 ppm), considerando este antecedente se concluye que el oxígeno disuelto del tramo alto del río Chumbao no ha tenido mucha variación en los últimos siete años, aunque, a pesar de que el autor mencionado hizo los análisis entre los meses de marzo a mayo, meses de mayor caudal y mayor turbiedad del agua. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego del río Moche y reportó oxígeno disuelto en el rango de 6.42 a 7.58 ppm valor superior, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona oxígeno disuelto de 6.04 a 6.95 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Oxígeno disuelto 5.73 a 6.51 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Oxígeno disuelto de 5.17 a 5.49 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son similares al reportado en la presente investigación.

**Figura 12:** Oxígeno disuelto (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas

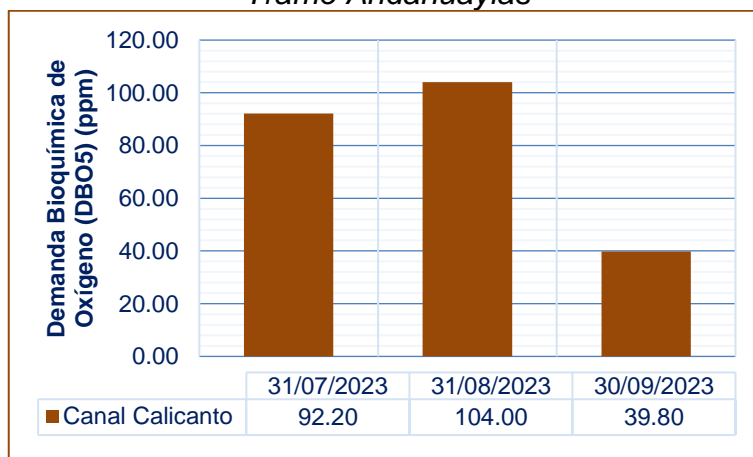


En la figura 12 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el oxígeno disuelto tuvo una clara tendencia al incremento de 2.52 ppm en el mes de julio a 4.2 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos para el mes de julio y agosto no cumplen el límite establecido por los Estándares de Calidad Ambiental el cual dice que el oxígeno disuelto debe ser  $\geq 4$  mg/l, sin embargo, en el mes de setiembre el valor de oxígeno disuelto se incrementa a 4.2 ppm valor que cumple con lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

En la tabla 6 se observa el promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de los tres análisis realizados, con un valor de 78.67 ppm. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó Demanda Biológica de Oxígeno 4.58 a 4.65 ppm valor inferior al de la presente investigación, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 4.73 a 5.1 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 0.0 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Dosis Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 1.52 a 14.74 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son inferiores al reportado en la presente investigación.

**Figura 13:** Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (ppm) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas



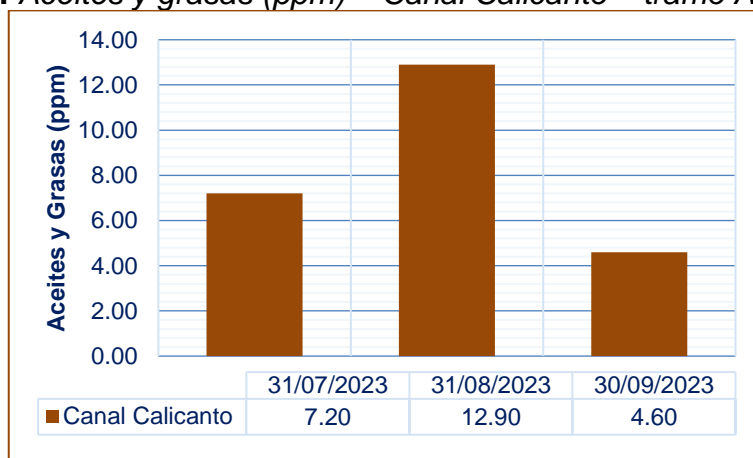


En la figura 13 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) tuvo una clara tendencia al incremento de 92.2 ppm en el mes de julio a 104.0 ppm en el mes de agosto y una reducción considerable al mes de setiembre con 39.8 ppm, por otro lado, los valores obtenidos son mayores al valor límite de 15 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.2.5. Aceites y grasas

En la tabla 6 se observa el promedio de aceites y grasas de los tres análisis realizados, con un valor de 8.23 ppm. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó aceites y grasas 0.0 ppm valor inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron aceites y grasas de 0.0 a 0.0378 mg/l, valores inferiores al reportado en la presente investigación.

**Figura 14:** Aceites y grasas (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas



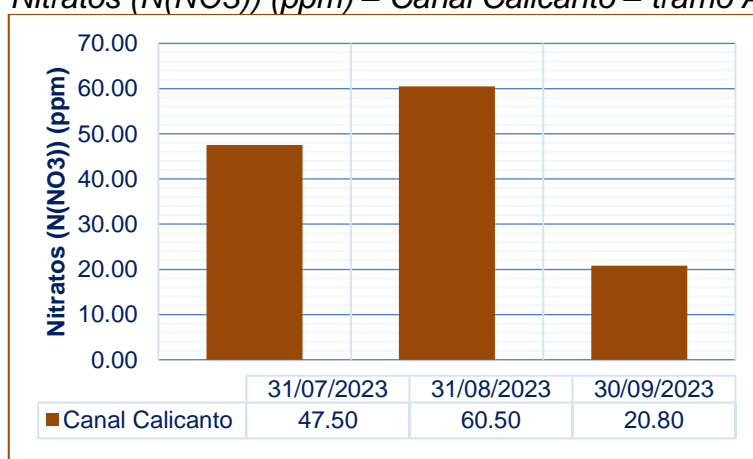
En la figura 14 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de aceites y grasas tuvo una tendencia al incremento de 7.2 ppm en el mes de julio a 12.90 ppm en el mes de agosto, con una reducción media al mes de setiembre con 4.6 ppm, por otro lado, los valores obtenidos en el mes de julio y agosto son mayores al valor límite de 5.0 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental. En el mes de setiembre posiblemente debido a

las primeras lluvias el contenido de aceites y grasas es menor al valor límite de 5.0 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.2.6. Nitratos (N(NO<sub>3</sub>))

En la tabla 6 se observa el promedio del contenido de Nitratos (N(NO<sub>3</sub>)) de los tres análisis realizados, con un valor de 42.93 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 6.0 mg/l de nitratos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de nitratos del tramo medio del río Chumbao ha tenido un incremento considerable en los últimos siete años de 36.93 mg/l (incrementó del 615.5% considerando como año base 2016), estos análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó nitratos de 0.021 a 0.12 ppm valor muy inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Nitratos 0.01 a 0.02 mg/l.

**Figura 15:** Nitratos (N(NO<sub>3</sub>)) (ppm) – Canal Calicanto – tramo Andahuaylas



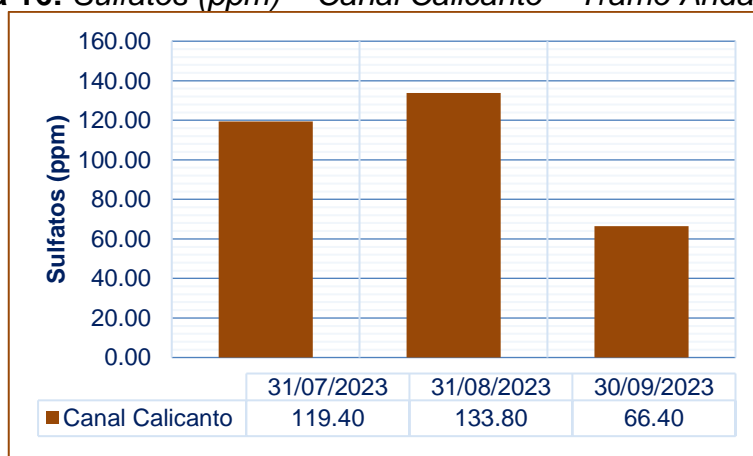
En la figura15 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de Nitratos (N(NO<sub>3</sub>)) se incrementó de 47.5 ppm en el mes de julio a 60.5 ppm en el mes de agosto, reduciéndose a 20.8 ppm para el mes

de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 100 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.2.7. Sulfatos

En la tabla 6 se observa el promedio de sulfatos de los tres análisis realizados, con un valor de 106.53 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 260 mg/l de sulfatos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de sulfatos del tramo alto del río Chumbao ha tenido una reducción en los últimos siete años de 153.47 mg/l (reducción del 59.02% considerando como año base 2016), estos análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes sulfatados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó sulfatos de 11 a 12 ppm valor muy inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Sulfatos 0.0 a 21.0 mg/l.

**Figura 16:** Sulfatos (ppm) – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas



En la figura 16 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de sulfatos tuvo una tendencia al incremento de 119.4 ppm en el mes de julio a 133.8 ppm en el mes de agosto, con una reducción considerable a 66.4 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores

obtenidos son menores al valor límite de 1,000 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

### 6.1.3 Canal Explanta – Tramo Talavera

**Tabla 7:**

*Resultado de análisis – Canal Explanta – tramo Talavera*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
pH		7.20	7.24	7.18	7.21	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	667.00	764.00	444.00	625.00	2,500
Oxígeno disuelto	ppm	1.10	1.50	2.70	1.77	≥ 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	ppm	156.00	184.20	108.20	149.47	15.0
Aceites y grasas	ppm	12.60	18.30	14.30	15.07	5.0
Nitratos (N(NO <sub>3</sub> ))	ppm	65.30	82.90	42.90	63.70	100.0
Sulfatos	ppm	136.80	154.20	110.70	133.90	1,000.0

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias de la UNSAAC

\* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

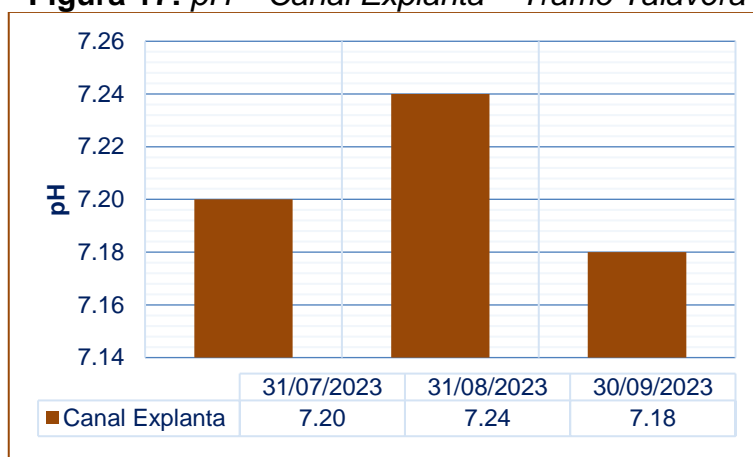
En la tabla 7 se presenta los resultados del análisis de parámetros químicos y físicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Explanta – tramo Talavera y que se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca media del río mencionado, en este tramo las aguas atraviesan la ciudad de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera y reciben aguas servidas de las tres poblaciones. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

#### 6.1.3.1. pH

En la tabla 7 se observa el promedio de pH de los tres análisis realizados, con un valor de 7.21. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao entre el distrito de San Jerónimo y distrito de Talavera, para el tercer punto de muestreo altura de puente Talavera, ubicación cercana al de la presente investigación, reportó un pH de 7.0 valor inferior al de la presente investigación, este valor también se encuentra dentro del rango de los Estándares

de Calidad Ambiental. Estos dos resultados permiten afirmar que la calidad del agua considerando el pH en la parte baja del río Chumbao, se mantiene sin mucha variación. En las investigaciones realizadas en otros ríos los resultados son también similares: Atoc (2019) evaluó la calidad del agua de riego en la cuenca baja del río Moche en Trujillo y encontró pH en el rango de 7.75 a 8.35, valores dentro del rango de los ECA. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y encontró pH en el rango de 8.1 a 8.48, valores dentro del rango de los ECA. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín, reportó en época de estiaje pH en el rango de 8.47 a 8.77 valores dentro del rango de los ECA.

**Figura 17: pH – Canal Explanta – Tramo Talavera**



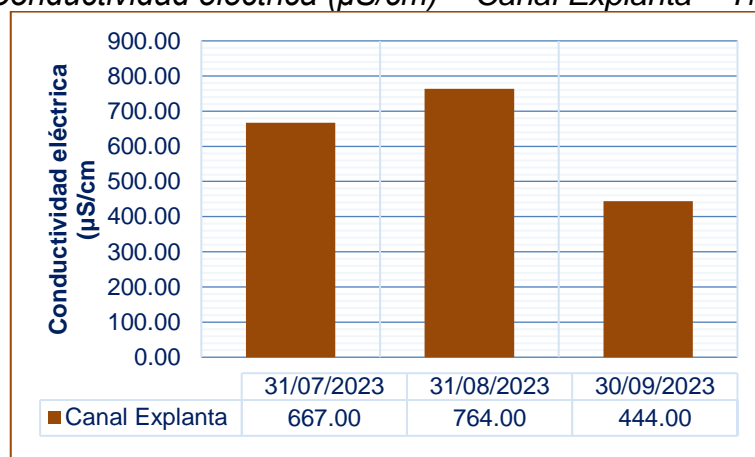
En la figura 17, se muestra los resultados de pH para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que, los valores presentaron una tendencia clara de incremento de 7.20 para el mes de julio a 7.24 para el mes de agosto, con una ligera reducción al mes de setiembre con 7.18. Los valores encontrados para las tres fechas de muestreo, se encuentran dentro del rango de los Estándares de Calidad Ambiental del agua establecido de 6.5 a 8.5.

#### **6.1.3.2. Conductividad eléctrica**

En la tabla 7 se observa el promedio de conductividad eléctrica de los tres análisis realizados, con un valor de 625.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Espinoza (2016) evaluando la parte baja del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó conductividad eléctrica promedio de 255.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , considerando este antecedente

se concluye que la conductividad eléctrica del tramo medio del río Chumbao ha tenido mucha variación en los últimos siete años, con un incremento de 370.0  $\mu\text{S/cm}$ , equivalente al 145.09% considerando año base 2016, esta diferencia se debe posiblemente que la contaminación del río Chumbao a continuando en forma creciente. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó un valor más alto que el de la presente investigación de 571 a 953  $\mu\text{S/cm}$ , Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque también menciona un valor similar con 267.5 y 410  $\mu\text{S/cm}$ , Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron conductividad eléctrica de 141.2 a 234.0  $\mu\text{S/cm}$ .

**Figura 18:** Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) – Canal Explanta – Tramo Talavera



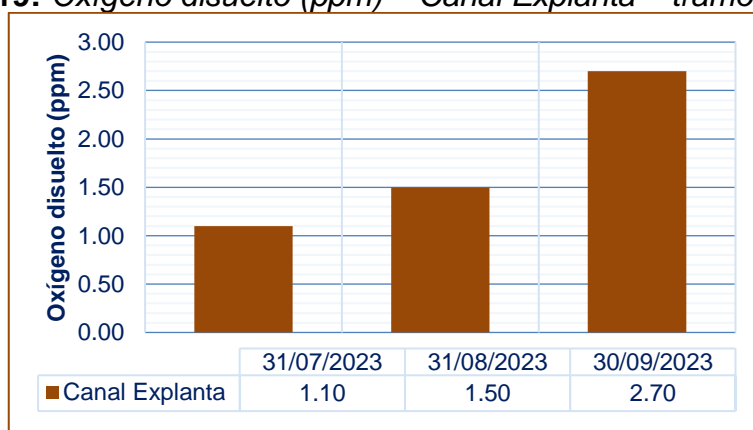
En la figura 18 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que la conductividad eléctrica tuvo una tendencia al incremento de 667.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de julio a 764.0  $\mu\text{S/cm}$  en el mes de agosto, con una reducción moderada a setiembre con 444.0  $\mu\text{S/cm}$ , por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 2,500  $\mu\text{S/cm}$  establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

### 6.1.3.3. Oxígeno disuelto

En la tabla 7 se observa el promedio de oxígeno disuelto de los tres análisis realizados, con un valor de 1.77 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte baja del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó

oxígeno disuelto > 2.0 mg/l (>2.0 ppm), considerando este antecedente se concluye que el oxígeno disuelto del tramo alto del río Chumbao no ha tenido mucha variación en los últimos siete años, aunque, a pesar de que el autor mencionado hizo los análisis entre los meses de marzo a mayo, meses de mayor caudal y mayor turbiedad del agua. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó oxígeno disuelto en el rango de 6.42 a 7.58 ppm valor superior al de la presente investigación, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona oxígeno disuelto de 6.04 a 6.95 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Oxígeno disuelto 5.73 a 6.51 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Oxígeno disuelto de 5.17 a 5.49 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son similares al reportado en la presente investigación.

**Figura 19:** *Oxígeno disuelto (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera*



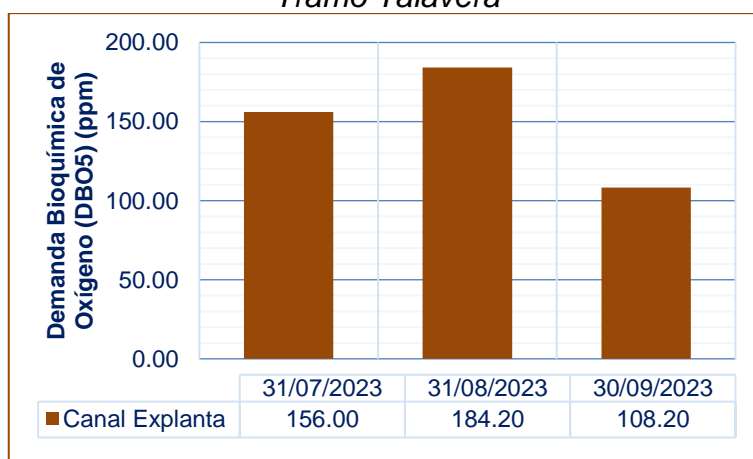
En la figura 19 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el oxígeno disuelto tuvo una clara tendencia al incremento de 1.1 ppm en el mes de julio a 2.7 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental que indica que el oxígeno disuelto debe ser  $\geq 4$  mg/l.

#### **6.1.3.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

En la tabla 7 se observa el promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de los tres análisis realizados, con un valor de 149.47 ppm. En investigaciones

realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó Demanda Biológica de Oxígeno 4.58 a 4.65 ppm valor inferior al de la presente investigación, Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque menciona demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 4.73 a 5.1 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 0.0 mg/l, Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Dosis Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) 1.52 a 14.74 mg/l, los valores reportados por los autores anteriores son inferiores al reportado en la presente investigación.

**Figura 20:** Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) (ppm) – Canal Explanta – Tramo Talavera



En la figura 20 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) tuvo una tendencia al incremento de 156.0 ppm en el mes de julio a 184.2 ppm en el mes de agosto y una reducción al mes de setiembre con 108.2 ppm, por otro lado, los valores obtenidos son mayores al valor límite de 15 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental, esta diferencia es muy marcada en los tres meses, época de estiaje con ausencia casi total de precipitaciones pluviales.

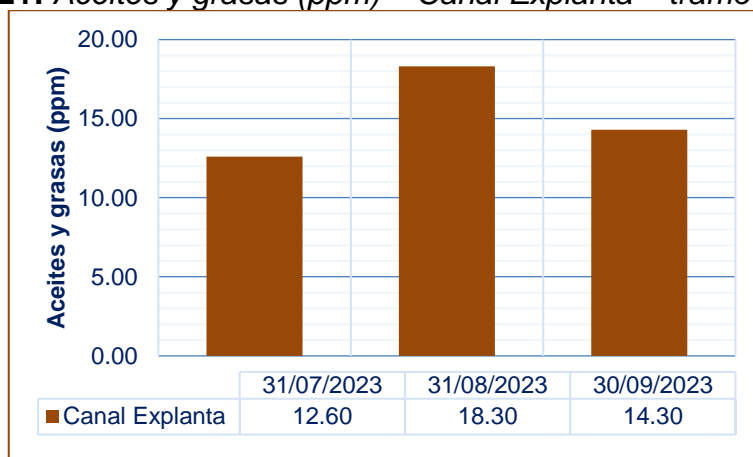
#### 6.1.3.5. Aceites y grasas

En la tabla 7 se observa el promedio de aceites y grasas de los tres análisis realizados, con un valor de 15.07 ppm. En investigaciones realizadas a otros ríos



se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó aceites y grasas 0.0 ppm valor inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron aceites y grasas de 0.0 a 0.0378 mg/l, valores inferiores al reportado en la presente investigación.

**Figura 21:** Aceites y grasas (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera



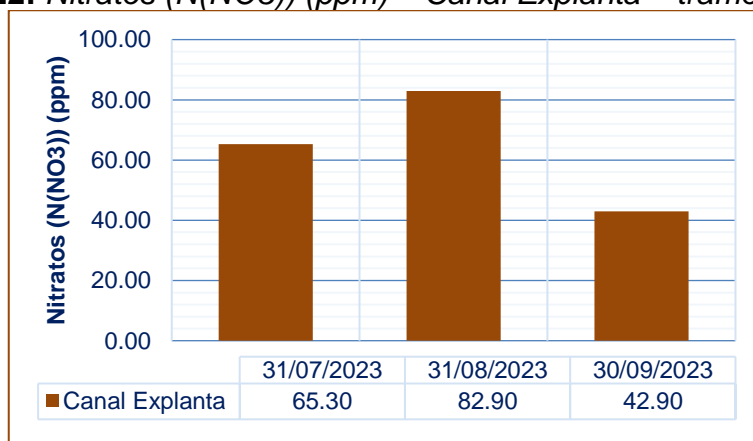
En la figura 21 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de aceites y grasas tuvo una tendencia al incremento de 12.6 ppm en el mes de julio a 18.3 ppm en el mes de agosto, con una reducción media al mes de setiembre con 14.3 ppm, por otro lado, los valores obtenidos son mayores al valor límite de 5.0 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental

#### 6.1.3.6. Nitratos ( $N(NO_3)$ )

En la tabla 7 se observa el promedio del contenido de Nitratos ( $N(NO_3)$ ) de los tres análisis realizados, con un valor de 63.7 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 6.0 mg/l de nitratos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de nitratos del tramo bajo del río Chumbao ha tenido un incremento considerable en los últimos siete años de 57.7 mg/l (incrementó del 961.7% considerando como año base 2016), estos análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos

se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó nitratos de 0.021 a 0.12 ppm valor muy inferior al de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Nitratos 0.01 a 0.02 mg/l.

**Figura 22:** Nitratos (N(NO<sub>3</sub>)) (ppm) – Canal Explanta – tramo Talavera



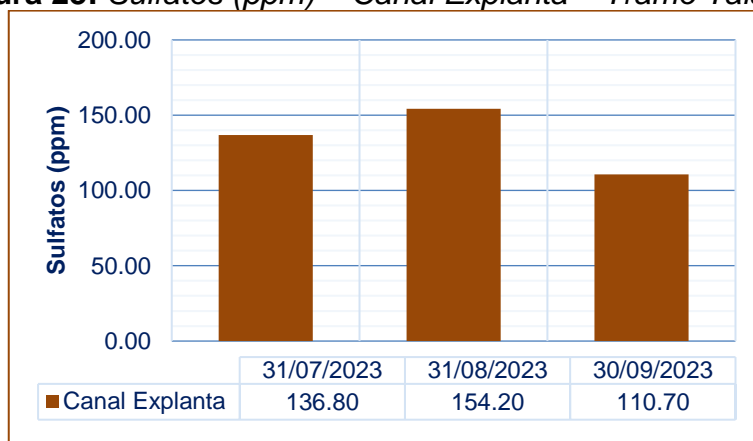
En la figura 22 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de Nitratos (N(NO<sub>3</sub>)) se incrementó de 65.3 ppm en el mes de julio a 82.9 ppm en el mes de agosto, reduciéndose a 42.9 ppm para el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 100 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental

#### 6.1.3.7. Sulfatos

En la tabla 7 se observa el promedio de los tres análisis realizados, con 133.9 ppm. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, reportó 260 mg/l de sulfatos, considerando este antecedente se concluye que el contenido de sulfatos del tramo alto del río Chumbao ha tenido una reducción en los últimos siete años de 126.1 mg/l (reducción del 48.5% considerando como año base 2016), este análisis lo hizo entre los meses de marzo a mayo, cuando ya no se realizan aplicaciones de fertilizantes sulfatados, ya que los cultivos se encuentran en cosecha. En investigaciones realizadas a otros ríos se tiene lo siguiente: Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo y reportó sulfatos de 11 a 12 ppm valor muy inferior al

de la presente investigación, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Sulfatos 0.0 a 21.0 mg/l.

**Figura 23:** Sulfatos (ppm) – Canal Explanta – Tramo Talavera



En la figura 23 se muestra los resultados para las tres fechas de muestreo, en ella se observa que el contenido de sulfatos tuvo una tendencia al incremento de 136.8 ppm en el mes de julio a 154.2 ppm en el mes de agosto, con una reducción a 110.7 ppm en el mes de setiembre, por otro lado, los valores obtenidos son menores al valor límite de 1,000 ppm establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

#### 6.1.4 Variación de los parámetros químicos y físicos en función al punto de muestreo

**Tabla 8:**

*Variación de parámetros químicos y físicos según punto de muestreo*

Parámetro	Unidad	Chumbao Alto - Tramo San Jerónimo	Canal Calicanto - Tramo Andahuaylas	Canal Explanta - Tramo Talavera	*ECA
pH		7.07	7.23	7.21	6.5 - 8.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	79.70	414.67	625.00	2,500
Oxígeno disuelto	ppm	5.81	3.37	1.77	≥ 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	ppm	8.85	78.67	149.47	15.0
Aceites y grasas	ppm	1.13	8.23	15.07	5.0
Nitratos (N(NO <sub>3</sub> ))	ppm	11.50	42.93	63.70	100.0
Sulfatos	ppm	19.13	106.53	133.90	1,000.0

## **pH**

En la tabla 8 se observa que el pH tiene una variación considerable según los puntos de muestreo, ya que, se ubica cerca al valor neutro de 7, por tanto, la contaminación de las aguas del río Chumbao provocado por las aguas servidas de los tres centros poblados: San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera no afecta aparentemente el pH del agua del río Chumbao.

## **Conductividad eléctrica**

En la tabla 8 se observa con toda claridad un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales la conductividad eléctrica es de 79.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población la conductividad eléctrica se incrementa primero a 414.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor elevado de 625.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 2,500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que este valor continúe incrementándose en los años venideros.

## **Oxígeno disuelto**

En la tabla 8 se observa con claridad una reducción considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el oxígeno disuelto es de 5.81 ppm medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el oxígeno disuelto se reduce primero a 3.37 ppm a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor elevado de 1.77 a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual y considerando los valores de la parte media y baja estos valores no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el cual establece que el oxígeno disuelto debe ser  $\geq 4$ , solamente el agua que conduce el canal Chumbao Alto cumple con los ECAS, sin embargo, es posible que este valor continúe reduciéndose en los años venideros.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

En la tabla 8 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce, en la parte alta la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) es de 8.85 ppm bocatoma canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre se incrementa a 78.67 ppm a la altura de Andahuaylas bocatoma canal Calicanto, hasta un valor elevado de 149.47 ppm a la altura de Talavera, bocatoma canal Explanta, al momento actual y considerando los valores de la parte media y baja estos valores no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el cual establece que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) debe ser de 15.0 ppm, solamente el agua que conduce el canal Chumbao Alto cumple con los ECAS, sin embargo, es posible que este valor continúe incrementándose en los años venideros.

### **Aceites y grasas**

En la tabla 8 se observa un incremento considerable, antes de que el río ingrese a los centros poblados el contenido de aceite y grasas es de 1.13 ppm medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre se incrementa a 8.23 ppm a la altura de Andahuaylas bocatoma canal Calicanto, hasta 15.07 ppm a la altura de Talavera, bocatoma canal Explanta, considerando los valores de la parte media y baja no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el cual establece que el contenido de aceites y grasas debe ser de 5.0 ppm, solamente el agua que conduce el canal Chumbao Alto cumple con los ECAS, sin embargo, es posible que este valor continúe incrementándose en los años venideros.

### **Nitratos (N(NO<sub>3</sub>))**

En la tabla 8 se observa con toda claridad un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de nitratos es de 11.5 ppm medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de nitratos se incrementa primero a 42.93 ppm a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor elevado de 63.7 ppm a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el

cual establece que el contenido de nitratos debe ser de 100.0 ppm, sin embargo, es posible que este valor continúe incrementándose en los años venideros.

## Sulfatos

En la tabla 8 se observa un incremento considerable, antes de que el río ingrese a los centros poblados el contenido de sulfatos es 19.13 ppm bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a el contenido de sulfatos se incrementa a 106.53 ppm a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor elevado de 133.9 ppm a la altura de Talavera, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, el cual establece que el contenido de sulfatos debe ser de 1,000.0 ppm, sin embargo, es posible que continúe incrementándose en los años venideros.

## 6.2. Contenido de metales

### 6.2.1 Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo

**Tabla 9:**

*Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
Aluminio	mg/l	0.03300	0.03500	0.03500	0.03433	5.0
Hierro	mg/l	0.26150	0.26180	0.26370	0.26233	5.0
Magnesio	mg/l	0.98400	0.99300	0.95800	0.97833	**
Bario	mg/l	0.00170	0.00190	0.00150	0.00170	0.7
Cobalto	mg/l	0.00011	0.00012	0.00012	0.00012	0.05
Cobre	mg/l	0.00065	0.00063	0.00065	0.00064	0.2
Manganeso	mg/l	0.00751	0.00754	0.00751	0.00752	0.2
Arsénico	mg/l	< 0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.1
Berilio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.1
Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	1.0
Cadmio	mg/l	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.01
Cromo	mg/l	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.1
Litio	mg/l	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	2.5
Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
Níquel	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.2
Plomo	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.05
Selenio	mg/l	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.02
Zinc	mg/l	<0.0026	<0.0026	<0.0026	<0.0026	2.0

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC \* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

En la tabla 9 se presenta los resultados del análisis de metales del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Chumbao Alto – tramo San Jerónimo y que se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca media del río mencionado, antes de que las aguas ingresen a la ciudad de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio SGS del Perú SAC con domicilio fiscal en la ciudad de Ayacucho.

### **Aluminio**

El promedio de aluminio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.03433 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de aluminio debe ser de 5.0 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, reportó 0.03 mg/l de aluminio, considerando este antecedente se concluye que el contenido de aluminio del tramo alto del río Chumbao no ha presentado mayor variación en los siete años anteriores. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Aluminio de 0.022 a 0.032 mg/l similar a la presente investigación. No existe cambio apreciable en el contenido de aluminio entre julio con 0.033 mg/l y setiembre con 0.035 mg/l.

### **Hierro**

El promedio de hierro considerando las tres fechas de análisis fue de 0.26233 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de hierro debe ser de 5.0 mg/l, por tanto. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó Hierro 0.01 mg/l, de hierro, considerando este antecedente se concluye que el contenido de hierro del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación en siete años, esta variación corresponde al 162.33% considerando el año base 2016. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó Hierro 2.8 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Hierro de 0.07 a 0.066 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río

Cunas en Junín y reportó Hierro 0.02 a 0.07 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de hierro entre julio con 0.2615 mg/l y setiembre con 0.2637 mg/l.

### **Magnesio**

El promedio de magnesio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.97833 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó magnesio de 4.26 a 12.19 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Magnesio de 3.691 a 4.0 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de magnesio entre julio con 0.984 mg/l y setiembre con 0.958 mg/l.

### **Barío**

El promedio de bario considerando las tres fechas de análisis fue de 0.0017 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de bario debe ser de 0.7 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Barío 0.015 a 0.053 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de barío entre julio con 0.0017 mg/l y setiembre con 0.0015 mg/l.

### **Cobalto**

El promedio de cobalto considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00012 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobalto debe ser de 0.05 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Cobalto menor a 0.002 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de cobalto entre julio con 0.00011 mg/l y setiembre con 0.00012 mg/l.

### **Cobre**

El promedio de cobre considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00064 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobre debe ser de 0.2 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó Cobre 0.01 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el



contenido de cobre del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación en siete años, esta variación corresponde a una reducción del contenido en 993.6% considerando el año base 2016. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó Cobre 0.54 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Cobre menor a 0.014 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó Cobre menor a 0.014 mg/l. No existe cambio en el contenido de cobre entre julio con 0.00065 mg/l y setiembre con 0.00065 mg/l.

### **Manganeso**

El promedio de manganeso considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00752 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido debe ser de 0.2 mg/l. No existe cambio en el contenido de manganeso entre julio con 0.00751 mg/l y setiembre con 0.00751 mg/l.

### **Arsénico**

El contenido de arsénico considerando las tres fechas de análisis fue <0.00010 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de arsénico debe ser de 0.1 mg/l. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó Arsénico 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Arsénico menor a 0.003 mg/l. No existe cambio en el contenido de arsénico entre los meses de julio a setiembre.

### **Berilio**

El contenido de berilio considerando las tres fechas de análisis fue <0.00006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de berilio debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Berilio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de berilio entre los meses de julio a setiembre.

## **Boro**

El contenido de boro considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.006$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de boro debe ser de 1.0 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Boro menor a 0.021 mg/l. No existe cambio en el contenido de boro entre los meses de julio a setiembre.

## **Cadmio**

El contenido de cadmio considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.00003$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cadmio debe ser de 0.01 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó cadmio 0.0 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de cadmio del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó Cadmio 0.0 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó cadmio 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Cadmio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de cadmio entre los meses de julio a setiembre.

## **Cromo**

El contenido de cromo considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.0003$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cromo debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Cromo menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de cromo entre los meses de julio a setiembre.

## **Litio**

El contenido de litio considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.0003$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de litio debe ser de 2.5 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad

del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Litio menor a 0.004 mg/l. No existe cambio en el contenido de litio entre los meses de julio a setiembre.

### **Mercurio**

El contenido de mercurio considerando las tres fechas de análisis fue <0.00009 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de mercurio debe ser de 0.001 mg/l. No existe cambio en el contenido de mercurio entre los meses de julio a setiembre.

### **Níquel**

El contenido de níquel considerando las tres fechas de análisis fue <0.0006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de níquel debe ser de 0.2 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Niquel menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de níquel entre los meses de julio a setiembre.

### **Plomo**

El contenido de plomo considerando las tres fechas de análisis fue <0.0006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de plomo debe ser de 0.05 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó Plomo 0.00 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de plomo del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó plomo 0.002 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó plomo 0.005 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron, plomo menor a 0.003 mg/l. No existe cambio en el contenido de plomo entre los meses de julio a setiembre.

## **Selenio**

El contenido de selenio considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.0013$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de selenio debe ser de  $0.02$  mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona Selenio menor a  $0.017$  mg/l. No existe cambio en el contenido de selenio entre los meses de julio a setiembre.

## **Zinc**

El contenido de zinc considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.0026$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de zinc debe ser de  $2.0$  mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona zinc menor a  $0.016$  mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín menciona zinc  $0.01$  a  $0.03$  mg/l. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó zinc  $0.0654$  mg/l. No existe cambio en el contenido de zinc entre los meses de julio a setiembre.

## **Calcio**

El contenido de calcio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de  $8.58$  mg/l, el valor más alto se registró en agosto con  $8.929$  mg/l y el valor menor en setiembre con  $7.946$  mg/l.

## **Estroncio**

El contenido de estroncio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de  $0.02513$  mg/l, el valor más alto se registró en agosto con  $0.02530$  mg/l y el valor menor en setiembre con  $0.02490$  mg/l.

## **Molibdeno**

El contenido de molibdeno promedio considerando las tres fechas de análisis fue de  $0.00040$  mg/l, el valor más alto se registró en agosto con  $0.00041$  mg/l y el valor menor en setiembre con  $0.00039$  mg/l.

## Potasio

El contenido de potasio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.52000 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 0.53000 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.51000 mg/l.

**Tabla 10:**

*Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio
Calcio	mg/l	8.86500	8.92900	7.94600	8.58000
Estroncio	mg/l	0.02520	0.02530	0.02490	0.02513
Molibdeno	mg/l	0.00039	0.00041	0.00039	0.00040
Potasio	mg/l	0.53000	0.52000	0.51000	0.52000
Rubidio	mg/l	0.00110	0.00100	0.00110	0.00107
Sílice	mg/l	5.11000	5.14000	5.56000	5.27000
Silicio	mg/l	2.38500	2.40400	2.52700	2.43867
Sodio	mg/l	2.21300	2.20200	2.56400	2.32633
Antimonio	mg/l	<0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Bismuto	mg/l	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Cerio	mg/l	<0.00024	<0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio	mg/l	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño	mg/l	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Fósforo	mg/l	<0.047	<0.047	<0.047	<0.047
Galio	mg/l	<0.00012	<0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio	mg/l	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Lantano	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Lutecio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Niobio	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Plata	mg/l	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Talio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio	mg/l	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Torio	mg/l	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio	mg/l	0.00140	0.00150	0.00140	0.00143
Uranio	mg/l	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Yterbio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Vanadio	mg/l	0.00060	0.00060	0.00060	0.00060
Wolframio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Zirconio	mg/l	<0.00045	<0.00045	<0.00045	<0.00045

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC

## Rubidio

El contenido de rubidio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00107 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 0.00110mg/l y el valor menor en agosto con 0.00100 mg/l.

**Sílice**

El contenido de sílice promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 5.27000 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 5.56000 mg/l y el valor menor en julio con 5.11000 mg/l.

**Silicio**

El contenido de silicio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 2.43867 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 2.52700 mg/l y el valor menor en julio con 2.38500 mg/l.

**Sodio**

El contenido de sodio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 2.32633 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 2.56400 mg/l y el valor menor en agosto con 2.20200 mg/l.

Los demás elementos minerales mostrados en la tabla 10 se presentaron en cantidades muy pequeñas a nivel de trazas, estos elementos no se encuentran mencionados en los Estándares de Calidad Ambiental del agua, debido a que sus efectos no han sido aun ampliamente estudiados.

## 6.2.2 Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas

**Tabla 11:**

*Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
Aluminio	mg/l	0.94500	0.92000	0.94300	0.93600	5.0
Arsénico	mg/l	0.00611	0.00641	0.00621	0.00624	0.1
Bario	mg/l	0.02730	0.03730	0.02740	0.03067	0.7
Cadmio	mg/l	0.00003	0.00004	0.00003	0.00003	0.01
Cobalto	mg/l	0.00082	0.00089	0.00084	0.00085	0.05
Cobre	mg/l	0.00421	0.00488	0.00430	0.00446	0.2
Cromo	mg/l	0.00060	0.00070	0.00060	0.00063	0.1
Hierro	mg/l	1.03850	1.04830	1.03530	1.04070	5.0
Litio	mg/l	0.00290	0.00240	0.00290	0.00273	2.5
Magnesio	mg/l	8.78300	9.30900	7.65300	8.58167	**
Manganeso	mg/l	0.06752	0.07520	0.06554	0.06942	0.2
Níquel	mg/l	0.00150	0.00120	0.00150	0.00140	0.2
Plomo	mg/l	0.00060	0.00070	0.00060	0.00063	0.05
Berilio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.1
Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	1.0
Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
Selenio	mg/l	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.02
Zinc	mg/l	0.04290	0.04200	0.04290	0.04260	2.0

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC

\* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

En la tabla 11 se presenta los resultados del análisis de metales del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Calicanto – tramo Andahuaylas, este canal se ubica en la parte media del tramo Talavera – San Jerónimo. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio SGS del Perú SAC con domicilio fiscal en la ciudad de Ayacucho.

### Aluminio

El promedio de aluminio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.93600 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de aluminio debe ser de 5.0 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 0.03 mg/l de aluminio, considerando este antecedente se concluye que el contenido de aluminio del tramo medio del río Chumbao no ha

presentado mayor variación en los siete años anteriores. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Aluminio de 0.022 a 0.032 mg/l similar a la presente investigación. No existe cambio apreciable en el contenido de aluminio entre julio con 0.945 mg/l y setiembre con 0.943 mg/l.

### **Hierro**

El promedio de hierro considerando las tres fechas de análisis fue de 1.0407 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de hierro debe ser de 5.0 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó hierro 0.01 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de hierro del tramo medio del río Chumbao ha presentado una gran variación en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó hierro 2.8 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron hierro de 0.07 a 0.066 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó hierro 0.02 a 0.07 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de hierro entre julio con 1.0385 mg/l y setiembre con 1.0353 mg/l.

### **Magnesio**

El promedio de magnesio considerando las tres fechas de análisis fue de 8.58167 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó magnesio de 4.26 a 12.19 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron magnesio de 3.691 a 4.0 mg/l. Existe cambio en contenido de magnesio entre julio con 8.783 mg/l y setiembre con 7.653 mg/l, la reducción es de 12.86% con respecto a julio.

### **Bario**

El promedio de bario considerando las tres fechas de análisis fue de 0.03067 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de bario debe ser de 0.7 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la



calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron bario 0.015 a 0.053 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de bario entre julio con 0.0273 mg/l y setiembre con 0.0274 mg/l.

### **Cobalto**

El promedio de cobalto considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00085 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobalto debe ser de 0.05 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron cobalto menor a 0.002 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de cobalto entre julio con 0.00082 mg/l y setiembre con 0.00082 mg/l.

### **Cobre**

El promedio de cobre considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00446 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobre debe ser de 0.2 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó Cobre 0.01 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de cobre del tramo medio del río Chumbao ha presentado variación en siete años, esta variación corresponde a una reducción del contenido en 55.4% considerando el año base 2016. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó cobre 0.54 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron cobre menor a 0.014 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó cobre menor a 0.014 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de cobre entre julio con 0.00421 mg/l y setiembre con 0.00430 mg/l.

### **Manganeso**

El promedio de manganeso considerando las tres fechas de análisis fue de 0.06942 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de manganeso debe ser de 0.2 mg/l. No existe cambio

considerable en el contenido de manganeso entre julio con 0.06752 mg/l y setiembre con 0.06554 mg/l.

### **Arsénico**

El contenido de arsénico considerando las tres fechas fue 0.00624 mg/l, el cual cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de arsénico debe ser de 0.1 mg/l. Atoc (2019) reportó arsénico 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona arsénico menor a 0.003 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de arsénico entre julio con 0.00611 mg/l y setiembre con 0.00621 mg/l.

### **Berilio**

El contenido de berilio considerando las tres fechas de análisis fue <0.00006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de berilio debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona berilio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de berilio entre los meses de julio a setiembre.

### **Boro**

El contenido de boro considerando las tres fechas de análisis fue <0.006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de boro debe ser de 1.0 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona boro menor a 0.021 mg/l. No existe cambio en el contenido de boro entre los meses de julio a setiembre.

### **Cadmio**

El contenido de cadmio considerando las tres fechas de análisis fue 0.00003 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cadmio debe ser de 0.01 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó cadmio 0.0 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de cadmio del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de

la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó cadmio 0.0 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó cadmio 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Cadmio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de cadmio entre julio con 0.00003 mg/l y setiembre con 0.00003 mg/l.

### **Cromo**

El contenido de cromo considerando las tres fechas de análisis fue 0.00063 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cromo debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona cromo menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de cromo entre los meses de julio a setiembre.

### **Litio**

El contenido de litio considerando las tres fechas de análisis fue 0.00273 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de litio debe ser de 2.5 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona litio menor a 0.004 mg/l. No existe cambio en el contenido de litio entre los meses de julio a setiembre.

### **Mercurio**

El contenido de mercurio considerando las tres fechas de análisis fue <0.00009 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de mercurio debe ser de 0.001 mg/l. No existe cambio en el contenido de mercurio entre los meses de julio a setiembre.

### **Níquel**

El contenido de níquel considerando las tres fechas de análisis fue 0.00140 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de níquel debe ser de 0.2 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona níquel menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de níquel entre los meses de julio a setiembre.

## **Plomo**

El contenido de plomo considerando las tres fechas de análisis fue 0.00063 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de plomo debe ser de 0.05 mg/l. Espinoza (2016) reportó plomo 0.00 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de plomo del tramo alto del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó plomo 0.002 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó plomo 0.005 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron, plomo menor a 0.003 mg/l. No existe cambio en el contenido de plomo entre julio y setiembre.

## **Selenio**

El contenido de selenio considerando las tres fechas de análisis fue <0.0013 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de selenio debe ser de 0.02 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona selenio menor a 0.017 mg/l. No existe cambio en el contenido de selenio entre los meses de julio a setiembre.

## **Zinc**

El contenido de zinc considerando las tres fechas de análisis fue 0.04260 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de zinc debe ser de 2.0 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) menciona zinc menor a 0.016 mg/l. Dominguez, (2021) menciona zinc 0.01 a 0.03 mg/l. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó zinc 0.0654 mg/l. No existe cambio en el contenido de zinc entre los meses de julio a setiembre.

**Tabla 12:**

*Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio
Bismuto	mg/l	0.00031	0.00033	0.00030	0.00031
Calcio	mg/l	57.63700	60.65300	55.57300	57.95433
Cerio	mg/l	0.00075	0.00082	0.00067	0.00075
Cesio	mg/l	0.00020	0.00030	0.00020	0.00023
Estroncio	mg/l	0.21640	0.27070	0.21200	0.23303
Fósforo	mg/l	1.00800	1.00600	1.00400	1.00600
Galio	mg/l	0.00035	0.00032	0.00034	0.00034
Molibdeno	mg/l	0.00051	0.00049	0.00051	0.00050
Potasio	mg/l	4.85000	5.07000	5.03000	4.98333
Rubidio	mg/l	0.00520	0.00570	0.00510	0.00533
Sílice	mg/l	21.57000	23.98000	20.53000	22.02667
Silicio	mg/l	12.14900	11.21100	12.53600	11.96533
Sodio	mg/l	24.56800	25.96700	25.28400	25.27300
Titanio	mg/l	0.03180	0.03230	0.03180	0.03197
Uranio	mg/l	0.00055	0.00058	0.00055	0.00056
Vanadio	mg/l	0.00610	0.00620	0.00610	0.00613
Zirconio	mg/l	0.00078	0.00083	0.00078	0.00080
Antimonio	mg/l	<0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Estaño	mg/l	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Germanio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio	mg/l	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Lantano	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Lutecio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Niobio	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Plata	mg/l	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Talio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio	mg/l	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Torio	mg/l	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Wolframio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC

### Calcio

El contenido de calcio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 57.95433 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 60.653 mg/l y el valor menor en setiembre con 55.573 mg/l.

### Estroncio

El contenido de estroncio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.23303 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.27070 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.212 mg/l.

### **Molibdeno**

El contenido de molibdeno promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00050 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 0.00051 mg/l y el valor menor en agosto con 0.00049 mg/l.

### **Potasio**

El contenido de potasio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 4.98333 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 5.07000 mg/l y el valor menor en julio con 4.85 mg/l.

### **Rubidio**

El contenido de rubidio promedio fue de 0.00533 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00570 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00510 mg/l.

### **Sílice**

El contenido de sílice promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 22.02667 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 23.98000 mg/l y el valor menor en setiembre con 20.53000 mg/l.

### **Silicio**

El contenido de silicio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 11.96533 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 12.53600 mg/l y el valor menor en agosto con 11.21100 mg/l.

### **Sodio**

El contenido de sodio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 25.27300 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 25.96700 mg/l y el valor menor en julio con 24.56800 mg/l.

### **Bismuto**

El contenido de bismuto promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00031 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00033 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00030 mg/l.

### **Cerio**

El contenido de cerio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00075 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00082 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00067 mg/l.

### **Cesio**

El contenido de cesio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00023 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00030 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00020 mg/l.

### **Fósforo**

El contenido de fósforo promedio fue de 1.00600 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 1.00800 mg/l y el valor menor en setiembre con 1.00400 mg/l.

### **Galio**

El contenido de galio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00034 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 0.00035 mg/l y el valor menor en agosto con 0.00032 mg/l.

### **Titanio**

El contenido de titanio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.03197 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.03230 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.03180 mg/l.

### **Uranio**

El contenido de uranio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00056 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00058 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00055 mg/l.

### **Vanadio**

El contenido de vanadio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00613 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00620 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00610 mg/l.

## Zirconio

El contenido de zirconio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00080 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00083 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00078 mg/l.

Los demás elementos minerales mostrados en la tabla 12 se presentaron en cantidades muy pequeñas a nivel de trazas, estos elementos no se encuentran mencionados en los Estándares de Calidad Ambiental del agua, debido a que sus efectos no han sido aun ampliamente estudiados.

### 6.2.3 Canal Explanta – Tramo Talavera

**Tabla 13:**

*Metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Explanta – Tramo Talavera*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
Aluminio	mg/l	1.76200	1.76500	1.65300	1.72667	5.0
Arsénico	mg/l	0.02632	0.02750	0.02527	0.02636	0.1
Barío	mg/l	0.04480	0.04500	0.05180	0.04720	0.7
Cadmio	mg/l	0.00007	0.00007	0.00006	0.00007	0.01
Cobalto	mg/l	0.00191	0.00194	0.00158	0.00181	0.05
Cobre	mg/l	0.00948	0.00950	0.00932	0.00943	0.2
Cromo	mg/l	0.00070	0.00080	0.00070	0.00073	0.1
Hierro	mg/l	1.94370	1.94480	1.84570	1.91140	5.0
Litio	mg/l	0.00390	0.00410	0.00390	0.00397	2.5
Magnesio	mg/l	14.26400	14.39700	14.53700	14.39933	**
Manganeso	mg/l	0.22047	0.22054	0.22047	0.22049	0.2
Níquel	mg/l	0.00090	0.00090	0.00090	0.00090	0.2
Plomo	mg/l	0.00220	0.00200	0.00220	0.00213	0.05
Zinc	mg/l	0.03050	0.03070	0.03050	0.03057	2.0
Berilio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006	0.1
Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	1.0
Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
Selenio	mg/l	<0.0013	<0.0013	<0.0013	<0.0013	0.02

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC

\* ECA: Estándares de Calidad del Ambiental – D.S.004-2017-MINAM

En la tabla 13 se presenta los resultados del análisis de metales del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Explanta – tramo Talavera, este canal se ubica en la parte baja del tramo Talavera – San Jerónimo. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto



y setiembre y fueron enviadas al laboratorio SGS del Perú SAC con domicilio fiscal en la ciudad de Ayacucho.

### **Aluminio**

El promedio de aluminio considerando las tres fechas de análisis fue de 1.72667 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de aluminio debe ser de 5.0 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte baja del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó 0.03 mg/l de aluminio, considerando este antecedente se concluye que el contenido de aluminio del tramo medio del río Chumbao no ha presentado mayor variación en los siete años anteriores. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron aluminio de 0.022 a 0.032 mg/l similar a la presente investigación. No existe cambio apreciable en el contenido de aluminio entre julio con 1.762 mg/l y setiembre con 1.653 mg/l.

### **Hierro**

El promedio de hierro considerando las tres fechas de análisis fue de 1.91140 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de hierro debe ser de 5.0 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó hierro 0.01 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de hierro del tramo bajo del río Chumbao ha presentado una gran variación en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó hierro 2.8 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron hierro de 0.07 a 0.066 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó hierro 0.02 a 0.07 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de hierro entre julio con 1.94370 mg/l y setiembre con 1.84570 mg/l.

### **Magnesio**

El promedio de magnesio considerando las tres fechas de análisis fue de 14.39933 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río

Jequetepeque reportó magnesio de 4.26 a 12.19 mg/l, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron magnesio de 3.691 a 4.0 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de magnesio entre julio con 14.264 mg/l y setiembre con 14.537 mg/l.

### **Barío**

El promedio de barío considerando las tres fechas de análisis fue de 0.04720 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de barío debe ser de 0.7 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron barío 0.015 a 0.053 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de barío entre julio con 0.04480 mg/l y setiembre con 0.05180 mg/l.

### **Cobalto**

El promedio de cobalto considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00181 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobalto debe ser de 0.05 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron cobalto menor a 0.002 mg/l. No existe cambio apreciable en el contenido de cobalto entre julio con 0.00191 mg/l y setiembre con 0.00158 mg/l.

### **Cobre**

El promedio de cobre considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00943 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cobre debe ser de 0.2 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte media del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó Cobre 0.01 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de cobre del tramo bajo del río Chumbao ha presentado variación en siete años, esta variación corresponde a una reducción del contenido en 55.4% considerando el año base 2016. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó cobre 0.54 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron cobre menor a 0.014 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la

calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó cobre menor a 0.014 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de cobre entre julio con 0.00948 mg/l y setiembre con 0.00932 mg/l.

### **Manganeso**

El promedio de manganeso considerando las tres fechas de análisis fue de 0.22049 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de manganeso debe ser de 0.2 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de manganeso entre julio con 0.22047 mg/l y setiembre con 0.22047 mg/l.

### **Arsénico**

El contenido de arsénico considerando las tres fechas de análisis fue 0.02636 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de arsénico debe ser de 0.1 mg/l. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó arsénico 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona arsénico menor a 0.003 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de arsénico entre julio con 0.02632 mg/l y setiembre con 0.02527 mg/l.

### **Berilio**

El contenido de berilio considerando las tres fechas de análisis fue <0.00006 <0.00006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de berilio debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona berilio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de berilio entre los meses de julio a setiembre.

### **Boro**

El contenido de boro considerando las tres fechas de análisis fue <0.006 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de boro debe ser de 1.0 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la

calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona boro menor a 0.021 mg/l. No existe cambio en el contenido de boro entre los meses de julio a setiembre.

### **Cadmio**

El contenido de cadmio considerando las tres fechas de análisis fue 0.00007 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cadmio debe ser de 0.01 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, lugar de muestreo cercano al de la presente investigación reportó cadmio 0.0 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de cadmio del tramo bajo del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó cadmio 0.0 mg/l. Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque reportó cadmio 0.001 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron Cadmio menor a 0.002 mg/l. No existe cambio considerable en el contenido de cadmio entre julio con 0.00007 mg/l y setiembre con 0.00006 mg/l.

### **Cromo**

El contenido de cromo considerando las tres fechas de análisis fue 0.00073 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de cromo debe ser de 0.1 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona cromo menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de cromo entre los meses de julio a setiembre.

### **Litio**

El contenido de litio considerando las tres fechas de análisis fue 0.00397 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de litio debe ser de 2.5 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona litio menor a 0.004 mg/l. No existe cambio en el contenido de litio entre los meses de julio a setiembre.

### **Mercurio**

El contenido de mercurio considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.00009$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de mercurio debe ser de 0.001 mg/l. No existe cambio en el contenido de mercurio entre los meses de julio a setiembre.

### **Níquel**

El contenido de níquel considerando las tres fechas de análisis fue 0.00090 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de níquel debe ser de 0.2 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona níquel menor a 0.002 mg/l. No existe cambio en el contenido de níquel entre los meses de julio a setiembre.

### **Plomo**

El contenido de plomo considerando las tres fechas de análisis fue 0.00213 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de plomo debe ser de 0.05 mg/l. Espinoza (2016) evaluando la parte alta del río Chumbao, reportó plomo 0.00 mg/l, considerando este antecedente se concluye que el contenido de plomo del tramo bajo del río Chumbao ha presentado variación muy ligera en siete años. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó plomo 0.002 mg/l. Guerrero (2019) reportó plomo 0.005 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca e informaron, plomo menor a 0.003 mg/l. No existe cambio en el contenido de plomo entre los meses de julio a setiembre.

### **Selenio**

El contenido de selenio considerando las tres fechas de análisis fue  $<0.0013$  mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de selenio debe ser de 0.02 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca menciona selenio menor a 0.017 mg/l. No existe cambio en el contenido de selenio entre los meses de julio a setiembre.

## Zinc

El contenido de zinc considerando las tres fechas de análisis fue 0.03057 mg/l, este valor cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, el cual establece que el contenido de zinc debe ser de 2.0 mg/l. Jimenez & Llico, (2020) menciona zinc menor a 0.016 mg/l. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín menciona zinc 0.01 a 0.03 mg/l. Atoc (2019) evaluó la calidad de agua de riego procedente de la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo reportó zinc 0.0654 mg/l. No existe cambio en zinc de julio a setiembre.

**Tabla 14:**

*Metales no considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental – Canal Explanta – Tramo Talavera*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio
Bismuto	mg/l	0.00016	0.00018	0.00014	0.00016
Calcio	mg/l	89.37600	90.23400	87.65300	89.08767
Cerio	mg/l	0.00132	0.00134	0.00141	0.00136
Cesio	mg/l	0.00070	0.00070	0.00070	0.00070
Estroncio	mg/l	0.47870	0.47300	0.46720	0.47297
Fósforo	mg/l	1.73200	1.73400	1.64900	1.70500
Galio	mg/l	0.00052	0.00055	0.00052	0.00053
Molibdeno	mg/l	0.00049	0.00050	0.00049	0.00049
Potasio	mg/l	7.93000	7.92000	8.05000	7.96667
Rubidio	mg/l	0.00570	0.00870	0.00560	0.00667
Sílice	mg/l	31.84000	32.40000	32.63000	32.29000
Silicio	mg/l	15.13800	15.14200	14.96400	15.08133
Sodio	mg/l	39.58300	39.72700	39.72500	39.67833
Titanio	mg/l	0.06280	0.06330	0.06280	0.06297
Uranio	mg/l	0.00066	0.00065	0.00066	0.00066
Vanadio	mg/l	0.00920	0.00940	0.00920	0.00927
Zirconio	mg/l	0.00073	0.00078	0.00073	0.00075
Antimonio	mg/l	<0.00013	<0.00013	<0.00013	<0.00013
Estaño	mg/l	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Germanio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio	mg/l	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015
Lantano	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Lutecio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Niobio	mg/l	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
Plata	mg/l	<0.000010	<0.000010	<0.000010	<0.000010
Talio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio	mg/l	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Torio	mg/l	<0.00019	<0.00019	<0.00019	<0.00019
Wolframio	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio	mg/l	<0.00006	<0.00006	<0.00006	<0.00006

Fuente: Laboratorio SGS del Perú SAC

### **Calcio**

El contenido de calcio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 89.08767 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 90.234 mg/l y el valor menor en setiembre con 87.653 mg/l.

### **Estroncio**

El contenido de estroncio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.47297 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 0.47870 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.46720 mg/l.

### **Molibdeno**

El contenido de molibdeno promedio fue de 0.00049 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00050 mg/l y el valor menor en agosto con 0.00049 mg/l.

### **Potasio**

El contenido de potasio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 7.96667 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 8.05 mg/l y el valor menor en agosto con 7.92 mg/l.

### **Rubidio**

El contenido de rubidio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00667 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00870 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00560 mg/l.

### **Sílice**

El contenido de sílice promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 32.29000 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 32.63 mg/l y el valor menor en julio con 31.84 mg/l.

### **Silicio**

El contenido de silicio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 15.08133 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 15.14200 mg/l y el valor menor en setiembre con 14.96400 mg/l.

### **Sodio**

El contenido de sodio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 39.67833 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 39.727 mg/l y el valor menor en julio con 39.583 mg/l.

### **Bismuto**

El contenido de bismuto promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00016 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00018 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00014 mg/l.

### **Cerio**

El contenido de cerio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00136 mg/l, el valor más alto se registró en setiembre con 0.00141 mg/l y el valor menor en julio con 0.00132 mg/l.

### **Cesio**

El contenido de cesio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00070 mg/l, no se presentó variación en el contenido de cesio.

### **Fósforo**

El contenido de fósforo promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 1.705 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 1.734 mg/l y el valor menor en setiembre con 1.649 mg/l.

### **Galio**

El contenido de galio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00053 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00055 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00052 mg/l.

### **Titanio**

El contenido de titanio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.06297 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.06330 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.06280 mg/l.



## Uranio

El contenido de uranio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00066 mg/l, el valor más alto se registró en julio con 0.00066 mg/l y el valor menor en agosto con 0.00065 mg/l.

## Vanadio

El contenido de vanadio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00927 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00940 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00920 mg/l.

## Zirconio

El contenido de zirconio promedio considerando las tres fechas de análisis fue de 0.00075 mg/l, el valor más alto se registró en agosto con 0.00078 mg/l y el valor menor en setiembre con 0.00073 mg/l.

Los demás elementos minerales mostrados en la tabla 14 se presentaron en cantidades muy pequeñas a nivel de trazas, estos elementos no se encuentran mencionados en los Estándares de Calidad Ambiental del agua,

### 6.2.4 Variación del contenido de metales en función al punto de muestreo

**Tabla 15:**

*Contenidos promedios de metales considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para los tres puntos de muestreo*

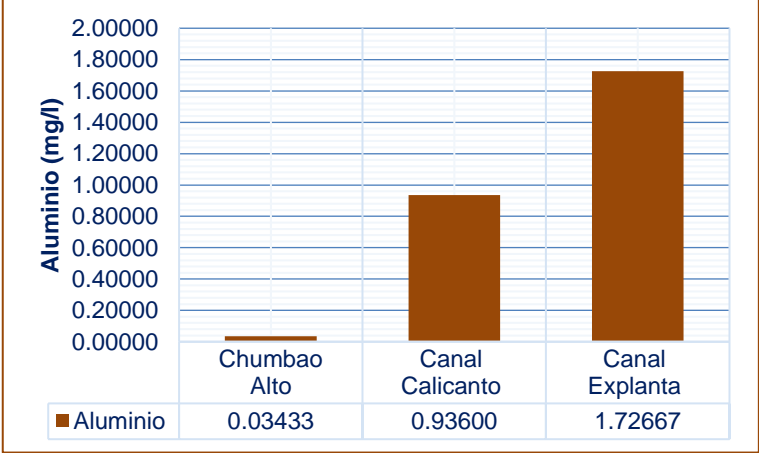
Parámetro	Unidad	Chumbao Alto	Canal Calicanto	Canal Explanta	*ECA
Aluminio	mg/l	0.03433	0.93600	1.72667	5.0
Bario	mg/l	0.00170	0.03067	0.04720	0.7
Cobalto	mg/l	0.00012	0.00085	0.00181	0.05
Cobre	mg/l	0.00064	0.00446	0.00943	0.2
Hierro	mg/l	0.26233	1.04070	1.91140	5.0
Magnesio	mg/l	0.97833	8.58167	14.39933	**
Manganeso	mg/l	0.00752	0.06942	0.22049	0.2

## Aluminio

En la figura 24 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados

principales el contenido de aluminio es de 0.3433 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de aluminio se incrementa primero a 0.963 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor elevado de 1.72667 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 5.0 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

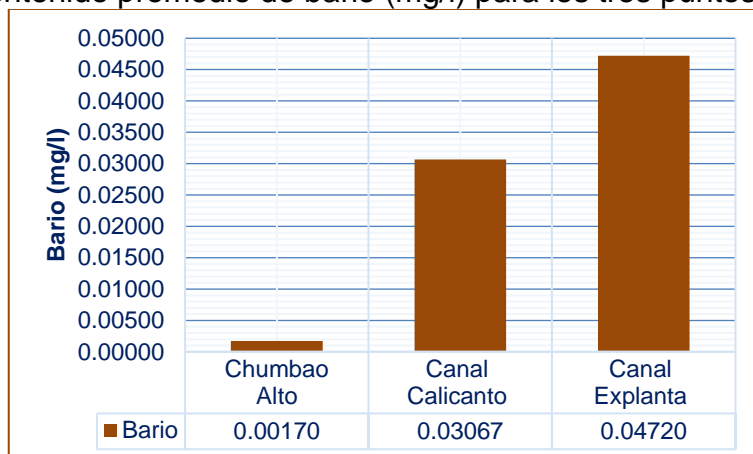
**Figura 24:** Contenido promedio de aluminio (mg/l) para los tres puntos de muestreo



### Bario

En la figura 25 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de bario es de 0.0017 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de bario se incrementa primero a 0.03067 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 0.0472 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 0.7 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

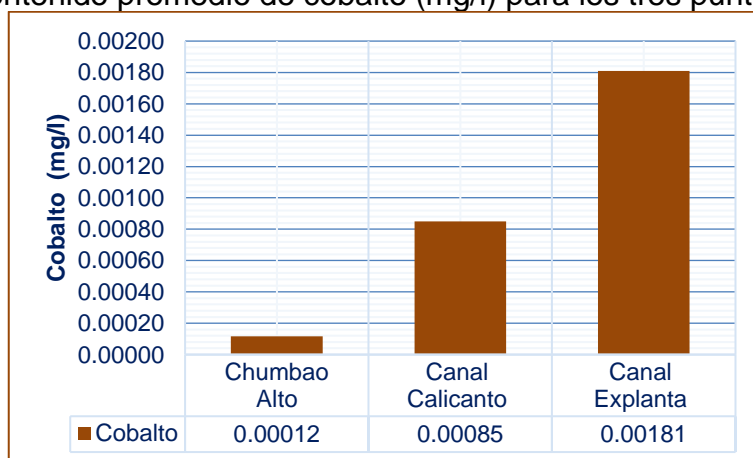
**Figura 25:** Contenido promedio de bario (mg/l) para los tres puntos de muestreo



### Cobalto

En la figura 26 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de cobalto es de 0.00012 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de cobalto se incrementa primero a 0.00085 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 0.00181 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 0.05 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

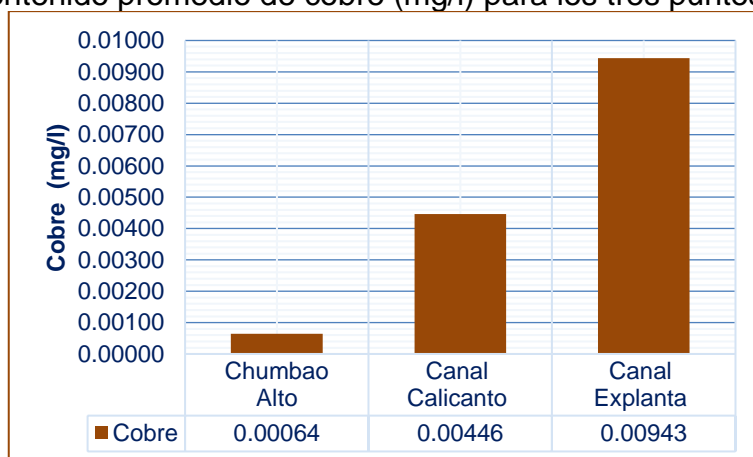
**Figura 26:** Contenido promedio de cobalto (mg/l) para los tres puntos de muestreo



## Cobre

En la figura 27 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de cobre es de 0.00064 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de cobre se incrementa primero a 0.00446 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 0.00943 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 0.2 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

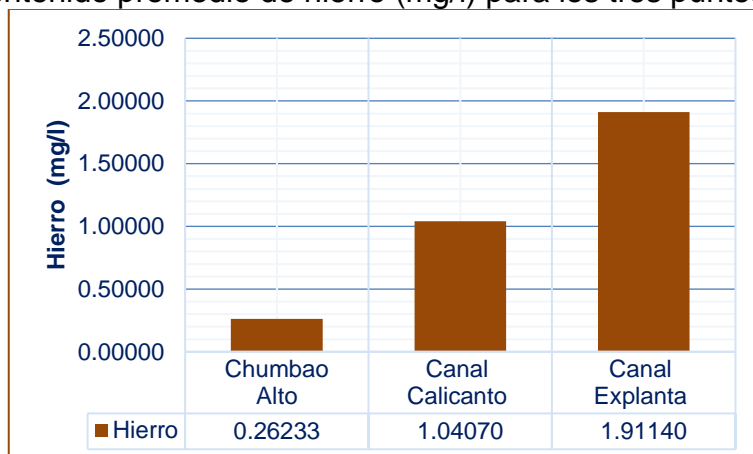
**Figura 27:** Contenido promedio de cobre (mg/l) para los tres puntos de muestreo



## Hierro

En la figura 28 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de hierro es de 0.26233 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de hierro se incrementa primero a 1.0407 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 1.9114 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 5.0 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

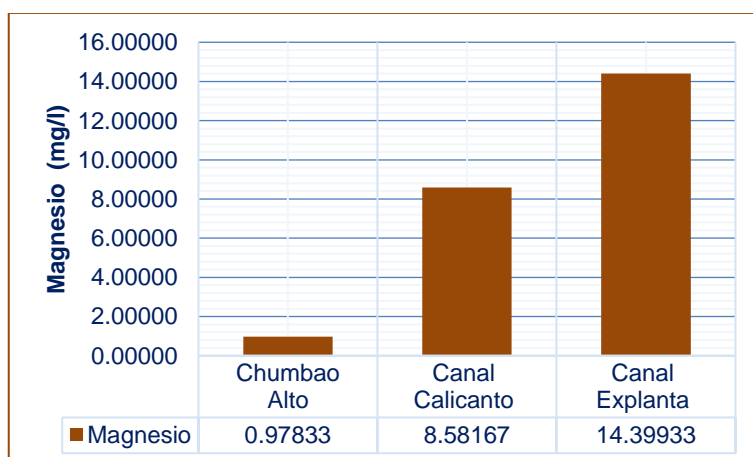
**Figura 28:** Contenido promedio de hierro (mg/l) para los tres puntos de muestreo



## Magnesio

En la figura 29 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de magnesio es de 0.97833 mg/l medido en la bocatoma del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de magnesio se incrementa primero a 8.58167 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 14.39933 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta.

**Figura 29:** Contenido promedio de magnesio (mg/l) para los tres puntos de muestreo

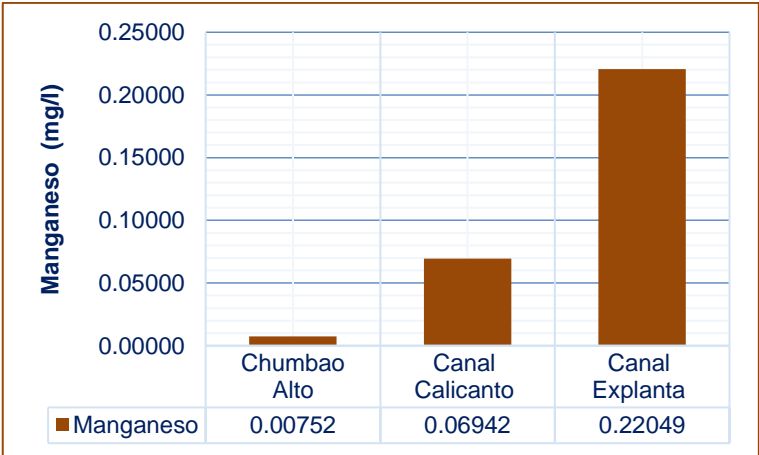


## Manganeso

En la figura 30 se observa un incremento considerable conforme se baja en el cauce del río Chumbao, en la parte alta y antes de que el río ingrese a los centros poblados principales el contenido de manganeso es de 0.00752 mg/l medido en la bocatoma

del canal Chumbao Alto, conforme el agua discurre a través de la población el contenido de manganeso se incrementa primero a 0.06942 mg/l a la altura de Andahuaylas bocatoma del canal Calicanto, hasta un valor de 0.22049 mg/l a la altura de Talavera, es decir río abajo, bocatoma canal Explanta, al momento actual estos valores aún son menores al valor de 0.2 mg/l establecido por los Estándares de Calidad Ambiental del agua, pero es posible que estos valores continúen incrementándose en los años venideros.

**Figura 30:** Contenido promedio de manganeso (mg/l) para los tres puntos de muestreo



### 6.3. Parámetros microbiológicos

#### 6.3.1 Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo

**Tabla 16:**

*Parámetros microbiológicos – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Prome dio	*ECA
<b>Bacterias coliformes termotolerantes</b>	NMP/100 ml a 44.5°C	920.00	950.00	930.00	933.33	1,000
<b><i>Escherichia coli</i></b>	NMP/100 ml a 44.5°C	920.00	620.00	560.00	700.00	1,000
<b>Huevos de Helminthos</b>	Huevos/litro	> 1	> 1	> 1	> 1	1.00

Fuente: Control Ambiental de la Dirección de Salud Apurímac II

En la tabla 16 se presenta los resultados del análisis de parámetros microbiológicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Chumbao Alto – tramo San Jerónimo y que se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca media del río mencionado, antes de que las aguas ingresen a la ciudad de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio de Control Ambiental de la Dirección de Salud Apurímac II del Gobierno Regional de Apurímac.

### **Bacterias coliformes termotolerantes**

En la tabla 16 se observa el promedio general para este parámetro con un valor de 933.33 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura, en el análisis realizado en el mes de agosto el valor registrado fue el más alto con 950.0 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura, mientras que, en el mes de julio se presentó el valor más bajo con 920.0 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Los valores registrados para los tres muestreos cumplen los Estándares de Calidad Ambiental al ser menores al valor establecido de 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao en Andahuaylas con fines de riego, registró 240.0 NMP/100 ml para el tramo próximo a la Hidroeléctrica del Chumbao del distrito San Jerónimo, lugar cercano al punto de muestreo de la presente investigación, considerando este antecedente el contenido de bacterias coliformes termotolerantes provenientes de las aguas servidas se ha incrementado considerablemente en la parte alta del río Chumbao, en los siete años pasados, el incremento de 710 NMP/100 ml representa el 295.0% considerando como año base 2016, si bien estos valores aún cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua, es altamente probable que estos valores continuaran elevándose hasta que el agua no podrá ser utilizado para riego de vegetales. En las evaluaciones realizadas en otros ríos del país se tiene lo siguiente: Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y mencionó coliformes totales de 2,400 UFC/100 ml y 1,100 UFC/100 ml, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron coliformes termotolerantes de 4 a 49 NMP/100 ml.

### ***Escherichia coli***

En la tabla 16 se observa el promedio general para este parámetro con un valor de 700.0 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura, en el análisis realizado en el mes de julio el valor registrado fue el más alto con 920.0 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura, mientras que, en el mes de setiembre se presentó el valor más bajo con 560.0 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Los valores registrados para los tres muestreos cumplen los Estándares de Calidad Ambiental al ser menores al valor establecido de 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó *Escherichia coli* de 33.43 a 5,4716.67mg/l.

### **Huevos de Helmintos**

En la tabla 16 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a un huevo de helminto por litro. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1 huevo de helminto por litro. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron Huevos y larvas de Helmintos menor a 1 NMP/100 ml.

## **6.3.2 Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas**

**Tabla 17:**

*Parámetros microbiológicos – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
<b>Bacterias coliformes termotolerantes</b>	NMP/100 ml a 44.5°C	> 1,000	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1,000
<b>Escherichia coli</b>	NMP/100 ml a 44.5°C	> 1,000	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1,000
<b>Huevos de Helmintos</b>	Huevos/litro	> 1	> 1	> 1	> 1	1

Fuente: Control Ambiental de la Dirección de Salud Apurímac II

En la tabla 17 se presenta los resultados del análisis de parámetros microbiológicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Calicanto – tramo Andahuaylas, este canal se ubica en la parte media del tramo Talavera – San Jerónimo. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres



oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviadas al laboratorio SGS del Perú SAC con domicilio fiscal en la ciudad de Ayacucho.

### **Bacterias coliformes termotolerantes**

En la tabla 17 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao en Andahuaylas con fines de riego, registró 93,000 NMP/100 ml para el tramo ubicado en Corpoalen- Salinas, lugar cercano al punto de muestreo de la presente investigación, considerando este antecedente, el análisis realizado en la presente investigación confirma el alto contenido de las bacterias coliformes termotolerantes encontrados a este nivel del río Chumbao. En las evaluaciones realizadas en otros ríos del país se tiene lo siguiente: Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y mencionó coliformes totales de 2,400 UFC/100 ml y 1,100 UFC/100 ml, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron coliformes termotolerantes de 4 a 49 NMP/100 ml.

### ***Escherichia coli***

En la tabla 17 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó *Escherichia coli* de 33.43 a 5,4716.67mg/l.

### **Huevos de Helmintos**

En la tabla 17 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1 huevo de helminto por litro. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1 huevo de helminto por litro. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron Huevos y larvas de Helmintos menor a 1 NMP/100 ml.

### 6.3.3 Canal Explanta – Tramo Talavera

**Tabla 18:**

*Parámetros microbiológicos – Canal Explanta – Tramo Talavera*

Parámetro	Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	Promedio	*ECA
<b>Bacterias coliformes termotolerantes</b>	NMP/100 ml a 44.5°C	> 1,000	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1,000
<b>Escherichia coli</b>	NMP/100 ml a 44.5°C	> 1,000	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1,000
<b>Huevos de Helmintos</b>	Huevos/litro	> 1	> 1	> 1	> 1	1

Fuente: Control Ambiental de la Dirección de Salud Apurímac II

En la tabla 18 se presenta los resultados del análisis de parámetros microbiológicos del agua de riego, proveniente del río Chumbao y conducido por el canal Explanta – tramo Talavera, este canal se ubica en la parte baja del tramo Talavera – San Jerónimo. Las muestras fueron tomadas a nivel de bocatoma en tres oportunidades: julio, agosto y setiembre y fueron enviados al laboratorio SGS del Perú SAC con domicilio fiscal en la ciudad de Ayacucho.

#### **Bacterias coliformes termotolerantes**

En la tabla 18 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Espinoza (2016) evaluando la calidad del agua en la cuenca media del río Chumbao en Andahuaylas con fines de riego, registró 43,000 NMP/100 ml para el tramo ubicado en puente Talavera, lugar cercano al punto de muestreo de la presente investigación, considerando este antecedente, el análisis realizado en la presente investigación confirma el alto contenido de las bacterias coliformes termotolerantes encontrados a este nivel del río Chumbao. En las evaluaciones realizadas en otros ríos del país se tiene lo siguiente: Guerrero (2019) evaluó la calidad del agua de riego procedente del río Jequetepeque y mencionó coliformes totales de 2,400 UFC/100 ml y 1,100 UFC/100 ml, Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron coliformes termotolerantes de 4 a 49 NMP/100 ml.

### ***Escherichia coli***

En la tabla 18 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C de temperatura. Dominguez, (2021) evaluó la calidad del agua del río Cunas en Junín y reportó *Escherichia coli* de 33.43 a 5,4716.67mg/l.

### **Huevos de Helmintos**

En la tabla 18 se observa que los análisis realizados muestran valores superiores a 1 huevo de helminto por litro. Estos valores no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental establecidos, el cual indica 1 huevo de helminto por litro. Jimenez & Llico, (2020) evaluaron la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y reportaron Huevos y larvas de Helmintos menor a 1 NMP/100 ml.

## **6.4. Índice de calidad**

### **6.4.1 Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo**

El índice de calidad del agua de riego del canal Chumbao Alto, determinado por la metodología de Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá y modificada por los Ministerios del Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canadá) y recomendado por la ANA (2018) es de **Excelente** con un índice de **96.46** puntos, habiéndose determinado: factor alcance ( $F_1$ ) 6.25, factor de frecuencia ( $F_2$ ) 6.25 y factor amplitud ( $F_3$ ) 5.88. El resultado de los cálculos realizados se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19:**

*Índice de calidad del agua de riego – Canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo*

Parámetros considerandos en ICA para categoría 3-D1 - Riego de cultivos tallo alto y bajo			Fecha de muestreo			ECA
		Unidad	31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	
Parámetros físicos y químicos	Conductividad eléctrica	μS/cm	126	67	46.1	2500.0
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	12.7	9.25	4.6	15.0
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5.17	6.14	6.12	≥ 4
	Potencial de Hidrógeno (pH)		7.45	6.95	6.82	6.5 - 8.5
Parámetros inorgánicos	Aluminio	mg/l	0.033	0.035	0.035	5.00
	Arsénico	mg/l	< 0.00010	<0.00010	<0.00010	0.10
	Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	1.00
	Cadmio	mg/l	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.01
	Cobre	mg/l	0.00065	0.00063	0.00065	0.20
	Hierro	mg/l	0.2615	0.2618	0.2637	5.00
	Manganeso	mg/l	0.00751	0.00754	0.00751	0.20
	Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
	Plomo	mg/l	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.05
	Zinc	mg/l	<0.0026	<0.0026	<0.0026	2.00
Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	920	950	930	1,000
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/l	> 1	> 1	> 1	1.00
Número de parámetros que no cumplen ECA				1		
Número de parámetros a evaluar				16		
Número de datos que no cumplen ECA				3		
Número total de datos				48		
Cálculo de factores ICA	Factor Alcance (F <sub>1</sub> )		6.25			
	Factor Frecuencia (F <sub>2</sub> )		6.25			
	Conductividad eléctrica	μS/cm				
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/litro	1	1	1	
	sumatoria de los excedentes		3			
	Suma normalizada de excedentes		0.0625			
	Factor Amplitud (F <sub>3</sub> )	F <sub>3</sub>	5.88			
Índice de calidad del agua		ICA	96.46			
Calificación según ICA		Calidad excelente en el rango 95 a 100				

#### 6.4.2 Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas

El índice de calidad del agua de riego del canal Calicanto, determinado por la metodología de Consejo de ministros del Ambiente de Canadá y modificada por los Ministerios del Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canadá) y recomendado por la ANA (2018) es de **Buena** con un índice de **85.84** puntos, habiéndose determinado: factor alcance (F<sub>1</sub>) 25.0, factor de frecuencia (F<sub>2</sub>) 22.92 y factor amplitud (F<sub>3</sub>) 25.58. El resultado de los cálculos realizados se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20:***Índice de calidad del agua de riego – Canal Calicanto – Tramo Andahuaylas*

Parámetros considerandos en ICA para categoría 3-D1 - Riego de cultivos tallo alto y bajo		Unidad	Fecha de muestreo			ECA
			31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	
<b>Parámetros físicos y químicos</b>	Conductividad eléctrica	µS/cm	456	502	286	2,500.0
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	92.2	104	39.8	15.0
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	2.52	3.4	4.2	≥ 4
	Potencial de Hidrógeno (pH)		7.34	7.12	7.22	6.5 - 8.5
<b>Parámetros inorgánicos</b>	Aluminio	mg/l	0.945	0.92	0.943	5.00
	Arsénico	mg/l	0.00611	0.00641	0.00621	0.10
	Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	1.00
	Cadmio	mg/l	0.00003	0.00004	0.00003	0.01
	Cobre	mg/l	0.00421	0.00488	0.0043	0.20
	Hierro	mg/l	1.0385	1.0483	1.0353	5.00
	Manganeso	mg/l	0.06752	0.0752	0.06554	0.20
	Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
	Plomo	mg/l	0.0006	0.0007	0.0006	0.05
<b>Parámetros microbiológicos</b>	Zinc	mg/l	0.0429	0.042	0.0429	2.00
	Coliformes Termotolerantes	NMP/10 0 ml	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1000
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/l	> 1	> 1	> 1	1.00
<b>Número de parámetros que no cumplen ECA</b>				4		
<b>Número de parámetros a evaluar</b>				16		
<b>Número de datos que no cumplen ECA</b>				11		
<b>Número total de datos</b>				48		
<b>Cálculo de factores ICA</b>	Factor Alcance (F <sub>1</sub> )			25.00		
	Factor Frecuencia (F <sub>2</sub> )			22.92		
	Conductividad eléctrica	µS/cm				
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	5.15	5.93	1.65	
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	0.59	0.18		
	Coliformes Termotolerantes	NMP/10 0 ml	0.001	0.001	0.001	
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/l itro	1	1	1	
	Sumatoria de los excedentes			16.50		
	Suma normalizada de excedentes			0.344		
	Factor Amplitud (F <sub>3</sub> )	F <sub>3</sub>		25.58		
	<b>Índice de calidad del agua</b>	ICA		<b>85.84</b>		
	<b>Calificación según ICA</b>			<b>Calidad buena en el rango 80 a 94</b>		

### 6.4.3 Canal Explanta – Tramo Talavera

El índice de calidad del agua de riego del canal Explanta, determinado por la metodología de Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá y modificada por los Ministerios del Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canadá) y recomendado por la ANA (2018) es de **Buena** con un índice de **81.71** puntos,

habiéndose determinado: factor alcance ( $F_1$ ) 25.0, factor de frecuencia ( $F_2$ ) 25.0 y factor amplitud ( $F_3$ ) 41.95. El resultado de los cálculos realizados se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21:**

*Índice de calidad del agua de riego – Canal Explanta – Tramo Talavera*

Parámetros considerandos en ICA para categoría 3-D1 - Riego de cultivos tallo alto y bajo		Unidad	Fecha de muestreo			ECA
			31/07/2023	31/08/2023	30/09/2023	
Parámetros físicos y químicos	Conductividad eléctrica	µS/cm	667	764	444	2,500.0
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	156	184.2	108.2	15.0
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	1.1	1.5	2.7	≥ 4
	Potencial de Hidrógeno (pH)		7.2	7.24	7.18	6.5 - 8.5
Parámetros inorgánicos	Aluminio	mg/l	1.762	1.765	1.653	5.00
	Arsénico	mg/l	0.02632	0.0275	0.02527	0.10
	Boro	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	1.00
	Cadmio	mg/l	0.00007	0.00007	0.00006	0.01
	Cobre	mg/l	0.00948	0.0095	0.00932	0.20
	Hierro	mg/l	1.9437	1.9448	1.8457	5.00
	Manganeso	mg/l	0.22047	0.22054	0.22047	0.20
	Mercurio	mg/l	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0.001
	Plomo	mg/l	0.0022	0.002	0.0022	0.05
	Zinc	mg/l	0.0305	0.0307	0.0305	2.00
Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	> 1,000	> 1,000	> 1,000	1000
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/l	> 1	> 1	> 1	1.00
Número de parámetros que no cumplen ECA				4		
Número de parámetros a evaluar				16		
Número de datos que no cumplen ECA				12		
Número total de datos				48		
Cálculo de factores ICA	Factor Alcance (F <sub>1</sub> )		25.00			
	Factor Frecuencia (F <sub>2</sub> )		25.00			
	Conductividad eléctrica	µS/cm				
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	9.40	11.28	6.21	
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	2.64	1.67	0.48	
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	0.001	0.001	0.001	
	Huevos y larvas helmintos	Huevos/litro	1	1	1	
	sumatoria de los excedentes			34.68		
	Suma normalizada de excedentes			0.723		
	Factor Amplitud (F <sub>3</sub> )	F <sub>3</sub>		41.95		
	Índice de calidad del agua		ICA	81.71		
	Calificación según ICA		Calidad buena en el rango 80 a 94			

## VII. CONCLUSIONES

1. Los parámetros químicos y físicos, analizados en los meses de julio, agosto y setiembre del 2023, para el canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo mostraron los siguientes promedios: pH 7.07, conductividad eléctrica 79.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , oxígeno disuelto 5.81 ppm, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 8.85 ppm, aceites y grasas 1.13 ppm, Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) 11.5 ppm y sulfatos 19.13 ppm. Todos los parámetros anteriores cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua. Para el canal Calicanto- tramo Andahuaylas: pH 7.23, conductividad eléctrica 414.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , oxígeno disuelto 3.37 ppm, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 78.67 ppm, aceites y grasas 8.23 ppm, Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) 42.93 ppm y sulfatos 106.53 ppm. Los parámetros oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y aceites y grasas no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua. Para el canal Explanta - tramo Talavera: pH 7.21, conductividad eléctrica 625.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , oxígeno disuelto 1.77 ppm, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) 149.47 ppm, aceites y grasas 15.07 ppm, Nitratos ( $\text{N}(\text{NO}_3)$ ) 63.7 ppm y sulfatos 133.9 ppm. Los parámetros oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y aceites y grasas no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua.
2. Los parámetros inorgánicos analizados en los meses de julio, agosto y setiembre del 2023, para el canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo mostraron los siguientes promedios: Aluminio 0.03433 mg/l, Hierro 0.26233 mg/l, Magnesio 0.97833 mg/l, Bario 0.00170 mg/l, Cobalto 0.00012 mg/l, Cobre 0.00064 mg/l, Manganeso 0.00752 mg/l, Arsénico <0.00010 mg/l, Berilio <0.00006 mg/l, Boro <0.006 mg/l, Cadmio <0.00003 mg/l, Cromo <0.0003 mg/l, Litio <0.0003 mg/l, Mercurio <0.00009 mg/l, Níquel <0.0006 mg/l, Plomo <0.0006 mg/l, Selenio <0.0013 mg/l y Zinc mg/l <0.0026. Todos los parámetros anteriores cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua. Para el canal Calicanto – Tramo Andahuaylas mostraron los siguientes promedios: Aluminio 0.93600 mg/l, Hierro 1.04070 mg/l, Magnesio 8.58167 mg/l, Bario 0.03067 mg/l, Cobalto 0.00085 mg/l, Cobre 0.00446 mg/l, Manganeso 0.06942 mg/l, Arsénico 0.00624 mg/l, Berilio <0.00006 mg/l, Boro mg/l, Cadmio 0.00003 mg/l, Cromo 0.00063 mg/l, Litio 0.00273 mg/l, Mercurio <0.00009 mg/l, Níquel 0.00140 mg/l, Plomo 0.00063 mg/l, Selenio <0.0013 mg/l y Zinc 0.04260 mg/l. Todos los parámetros anteriores cumplen con

los Estándares de Calidad Ambiental del agua. Para el canal Explanta – Tramo Talavera mostraron los siguientes promedios: Aluminio 1.72667 mg/l, Hierro 1.91140 mg/l, Magnesio 14.39933 mg/l, Bario 0.04720 mg/l, Cobalto 0.00181 mg/l, Cobre 0.00943 mg/l, Manganeseo 0.22049 mg/l, Arsénico 0.02636 mg/l, Berilio <0.00006 mg/l, Boro <0.006 mg/l, Cadmio 0.00007 mg/l, Cromo 0.00073 mg/l, Litio 0.00397 mg/l, Mercurio <0.00009 mg/l, Níquel 0.00090 mg/l, Plomo 0.00213 mg/l, Selenio <0.0013 mg/l y Zinc 0.03057 mg/l. Todos los parámetros anteriores cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del agua.

3. Los parámetros microbiológicos analizados en los meses de julio, agosto y setiembre del 2023, para el canal Chumbao Alto – Tramo San Jerónimo mostraron los siguientes promedios: Bacterias coliformes termotolerantes 933.0 NMP/100 ml a 44.5°C y Escherichia coli 700.0 NMP/100 ml a 44.5°C, ambos parámetros cumplen los Estándares de Calidad Ambiental del agua. La cantidad de huevos de helminto determinados fue mayor a 1 y por tanto no cumple los Estándares de Calidad Ambiental. Para el canal Calicanto – tramo Andahuaylas: Bacterias coliformes termotolerantes mayor a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C, Escherichia coli mayor a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C y cantidad de huevos de helminto mayor a 1. Los parámetros no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental del agua. Para el canal Explanta – tramo Talavera: Bacterias coliformes termotolerantes mayor a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C, Escherichia coli mayor a 1,000 NMP/100 ml a 44.5°C y cantidad de huevos de helminto mayor a 1. Los parámetros no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental del agua.

4. Los índices de calidad del agua fueron: Para el canal Chumbao Alto- Tramo San Jerónimo analizados en los meses de julio, agosto y setiembre del 2023 96.46 calificado como excelente. Para el canal Calicanto – tramo Andahuaylas 85.84 calificado como bueno. Para el canal Explanta – tramo Talavera 81.71 calificado como bueno.



## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda continuar con el monitorio de la calidad del agua del río Chumbao para los demás canales que provienen del río Chumbao y son utilizados para el riego de vegetales.
2. Se recomienda determinar la calidad del agua de riego de los canales evaluados en la presente investigación, determinando parámetros como el Ras ajustado, entre otros.
3. Se recomienda evaluar la calidad del agua de riego del río Chumbao, comenzando los monitoreos en el mes de abril y concluyendo en el mes de noviembre.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2004). *Resumen de salud pública: Cobre*. Washington, USA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EEUU.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2007). *Resumen de salud pública, Barrio*. Washington, USA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública.
- Alfaro, J., Ortiz, O., & Poler, R. (2002). *Definición de Parámetros de Prestaciones bajo un Enfoque de Integración Empresarial*. Valencia, España: II Conferencia de Ingeniería de Organización Vigo.
- Aloma, I., Blasquez, G., Calero, M., Martín, M., Rodriguez, I., & Ronda, A. (2013). *Panorama general en torno a la contaminación del agua por níquel. La biosorción como tecnología de tratamiento* (Vol. 25). La Habana, Cuba: Revista Cubana de Química.
- Aquino, P. (2017). *Calidad del agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*. Lima, Perú: Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR).
- Atoc, D. (2019). *Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo -2019*. Cerro de Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Evaluación de los recursos hídricos en cabecera de las subcuencas de las provincias de Andahuaylas y Chincheros*. Lima, Perú: Autoridad Nacional del Agua - ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima, Perú: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú ICA- PE*. Lima, Perú : ANA.
- Baeza, E. (2016). *Calidad del agua*. Santiago, Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Carbajal, A., & Gonzales, M. (2012). *Propiedades y funciones biológicas del agua*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.

- Casierra, F., & Poveda, J. (2005). *La toxicidad por exceso de Mn y Zn disminuye la producción de materia seca, los pigmentos foliares y la calidad del fruto en fresa (Fragaria sp. cv. Camarosa (Vol. 23)*. Bogota, Colombia: Agronomía Colombiana.
- Dominguez, H. (2021). *Variabilidad espacio temporal de la calidad del agua del rio cunas evaluada mediante Indicadores Ambientales, Chupaca*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Encinas, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos* . Madrid, España : s/e.
- Espinoza, E. (2016). *Evaluación de calidad de agua y su uso en riego en la cuenca media del rio Chumbao, Andahuaylas – Apurímac 2016*. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga .
- Fernandez, A. (2012). *El agua: un recurso esencial (Vol. 11)*. Buenos Aires, Argentina : Revista Química Viva.
- Gaioli, M., Amoedo, D., & Gonzales, D. (2012). *Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente (Vol. 110)*. Buenos Aires, Argentina : Arch Argent Pediatr.
- Garcia, S., & Arguello, A. P. (2019). *Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal (Vol. 4)*. Manabi, Ecuador: INNOVA Research Journal.
- Greenfacts. (2007). *Concenso científico sobre el boro*. Madrid, España: Greenfacts. Obtenido de Greenfacts.
- Guerrero, A. (2019). *Calidad del agua de uso agrícola en la cuenca media del río Jequetepeque, Perú*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Jimenez, J., & Llico, M. (2020). *Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el Índice de Calidad Ambiental para agua, Cajamarca 2019*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Larios, J., Gonzales, C., & Morales, Y. (2015). *Las aguas residuales y su consecuencia en el Perú (Vol. 2)*. Lima, Perú: Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL.
- Mero, M., Pernia, B., Ramirez, N., Bravo, K., Ramirez, L., Larreta, E., & Egas, F. (2019). *Concentración de cadmio en agua, sedimentos, Eichhornia crassipes*

- y Pomacea canaliculata en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes* (Vol. 35). Quito, Ecuador: Revista Internacional Contaminación Ambiental.
- MIDAGRI. (2024). *Perfil productivo y regional*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- MINAM. (2017). *Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua*. Lima, Perú : Ministerio del Ambiente (MINAM).
- Ministerio de Agricultura y Alimentación . (1980). *Estudio de la cuenca del río Chumbao Andahuaylas - Apurímac* . Lima, Perú : Ministerio de Agricultura y Alimentación .
- MINSA. (2017). *Estándares de calidad ambiental: Grupo N° 3, riego de vegetales y bebidas de animales*. Lima, Perú: Ministerio de Salud.
- Pabón, S., Benítez, R. S., & Gallo, J. (2020). *Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión* (Vol. 14). Popayan, Colombia: Entre Ciencia e Ingeniería.
- Pérez, P., & Azcona, M. (2012). *Los efectos del cadmio en la salud* (Vol. 17). México: Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas.
- Prieto, J., Gonzales, C., Roman, A., & Prieto, F. (2009). *Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua* (Vol. 10). México: Tropical and Subtropical Agroecosystems.
- Raffo, E., & Ruíz, E. (2014). *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno* (Vol. 17). Lima, Perú: Industrial Data.
- Rivera, Y., Moreno, L., Herrera, M., & Romero, H. M. (2016). *La toxicidad por aluminio (Al<sup>3+</sup>) como limitante del crecimiento y a productividad agrícola: el caso de la palma de aceite* (Vol. 37). Bogota, Colombia: Revista Palmas.
- Salas, C., Garduño, M., Mendiola, P., Vences, J., V., Z., Martinez, O., & Ramos, D. (2019). *Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención* (Vol. 20). México: Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.
- Solis, Y., Zuñiga, L., & Mora, D. (2018). *La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica* (Vol. 31). Costa Rica: Tecnología en Marcha. doi:10.18845/tm.v31i1.3495
- SUNASS. (2015). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de*

*saneamiento*. Lima, Perú: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Tonatiuh, Z. (2019). *Tratamiento de aguas residuales* . México : Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión.

## X. ANEXOS

### ANEXO 01: Panel fotográfico

Foto 1: Toma de muestra – Canal Chumbao Alto - 31/07/2023



Foto 2: Toma de muestra – Canal Calicanto - 31/07/2023



Foto 3: Toma de muestra – Canal Explanta - 31/07/2023





Foto 4: Toma de muestra – Canal Chumbao Alto - 31/08/2023



Foto 5: Toma de muestra – Canal Calicanto - 31/08/2023



Foto 6: Toma de muestra – Canal Explanta - 31/08/2023





Foto 7: Toma de muestra – Canal Chumbao Alto - 30/09/2023



Foto 8: Toma de muestra – Canal Calicanto - 30/09/2023



Foto 9: Toma de muestra – Canal Explanta - 30/09/2023





**ANEXO 2: Parámetros y valores consolidados del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM (derogado por DS-004-2017 –MINAM)**

CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/l	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5
Fenoles	mg/l	0,002	0,01
Fluoruros	mg/l	1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1

Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1
Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	**
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	**	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Niquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05

Zinc	mg/l	2	24
------	------	---	----

<b>PLAGUICIDAS</b>			
Parathión	ug/l	35	35
<b>Organoclorados</b>			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,008	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4

<b>CARBAMATO:</b>			
Aldicarb	ug/l	1	11

<b>POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES</b>			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045

<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1 000	1 000
<i>Enterococos intestinales</i>	NMP/100 ml	20	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

### ANEXO 3: Resultados de análisis parámetros químicos y físicos



#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

#### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0323-23-LAQ

SOLICITANTE : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
PROYECTO : EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA, EN CANALES DE RIEGO  
CHUMBAO, TRAMO SAN JERONIMO-TALAVERA, PROVINCIA DE  
ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
MUESTRA : AGUAS  
FUENTE : M1.- CHUMBAO ALTO, TRAMO SAN JERONIMO, DISTRITO SAN  
JERONIMO: N8477869 E685643.  
M2.- CANAL CALICANTO, TRAMO ANDAHUAYLAS, DISTRITO  
ANDAHUAYLAS: N8489341 E673134.  
M3.- CANAL EXPLANTA, TRAMO TALAVERA, DISTRITO DE  
TALAVERA: N8489645 E669624.  
DISTRITO : ANDAHUAYLAS  
PROVINCIA : ANDAHUAYLAS  
REGION : APURIMAC  
FECHA : C/31/07/2023

	M1	M2	M3
pH	7,45	7,34	7,20
C.E. uS/cm	126,00	456,00	667,00
Oxígeno Disuelto ppm	5,17	2,52	1,10
DBO <sub>5</sub> ppm	12,70	92,20	156,00
Aceites y Grasas ppm	1,40	7,20	12,60
N(NO <sub>3</sub> ) ppm	13,30	47,50	65,30
Sulfatos ppm	22,80	119,40	136,80

ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER, 9ª EDICION

Cusco, 14 de Agosto 2023

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios Análisis  
Majquindes Herrera Arística  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0365-23-LAQ

**SOLICITANTE :** SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA, EN CANALES DE RIEGO  
CHUMBAO, TRAMO SAN JERONIMO-TALAVERA, PROVINCIA DE  
ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
**MUESTRA :** AGUAS  
**FUENTE :** M1.- CHUMBAO ALTO, TRAMO SAN JERONIMO, DISTRITO SAN  
JERONIMO: N8477869 E685643.  
M2.- CANAL CALICANTO, TRAMO ANDAHUAYLAS, DISTRITO  
ANDAHUAYLAS: N8489341 E673134.  
M3.- CANAL EXPLANTA, TRAMO TALAVERA, DISTRITO DE  
TALAVERA: N8489645 E669624.  
**DISTRITO :** ANDAHUAYLAS  
**PROVINCIA :** ANDAHUAYLAS  
**REGION :** APURIMAC

**FECHA :** C/31/08/2023

	M1	M2	M3
pH	6,95	7,12	7,24
C.E. uS/cm	67,00	502,00	764,00
Oxígeno Disuelto ppm	6,14	3,4	1,50
DBOs ppm	9,25	104,00	184,20
Aceites y Grasas ppm	0,88	12,90	18,30
N(NO <sub>3</sub> ) ppm	14,60	60,50	82,90
Sulfatos ppm	19,10	133,80	154,20

ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER, 9ª EDICION

Cusco, 12 de Setiembre 2023







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

## FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0431-23-LAQ

SOLICITANTE : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
PROYECTO : EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA, EN CANALES DE RIEGO  
CHUMBAO, TRAMO SAN JERONIMO-TALAVERA, PROVINCIA DE  
ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC  
MUESTRA : AGUAS  
FUENTE : M1.- CHUMBAO ALTO, TRAMO SAN JERONIMO, DISTRITO SAN  
JERONIMO: N8477869 E685643.  
M2.- CANAL CALICANTO, TRAMO ANDAHUAYLAS, DISTRITO  
ANDAHUAYLAS: N8489341 E673134.  
M3.- CANAL EXPLANTA, TRAMO TALAVERA, DISTRITO DE  
TALAVERA: N8489645 E669624.  
DISTRITO : ANDAHUAYLAS  
PROVINCIA : ANDAHUAYLAS  
REGION : APURIMAC  
FECHA : C/30/09/2023

	M1	M2	M3
pH	6,82	7,22	7,18
C.E. uS/cm	46,10	286,00	444,00
Oxígeno Disuelto ppm	6,12	4,20	2,70
DBOs ppm	4,60	39,80	108,20
Aceites y Grasas ppm	1,10	4,60	14,30
N(NO <sub>3</sub> ) ppm	6,60	20,80	42,90
Sulfatos ppm	15,50	66,40	110,70

ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER, 9ª EDICION

Cusco, 13 de Octubre 2023



## ANEXO 4: Resultados de análisis parámetros inorgánicos



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



### **INFORME DE ENSAYO MA2324756 Rev. 0**

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352854-003

PROCEDENCIA : PROVINCIA HANDAHUAYLAS - DISTRITO SAN JERONIMO

Fecha de Recepción SGS : 31-07-2023

Fecha de Ejecución : Del 31-07-2023 al 10-08-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO

<b>Estación de Muestreo</b>
CHUMBAO ALTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/08/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2324756 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CHUMBAO ALTO 8477869N / 685643E 30/07/2023 14:21:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.033 ± 0.0030
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0017 ± 0.00020
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	8.865 ± 0.89
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00011 ± 0.000010
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00065 ± 0.00016
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0252 ± 0.0023
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2615 ± 0.021
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.984 ± 0.12
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00751 ± 0.00053
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00039 ± 0.000090
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	0.53 ± 0.040
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0011 ± 0.00010
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	5.11 ± 0.62
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	2.385 ± 0.29
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	2.213 ± 0.24
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00020
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006 ± 0.00010
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2324756 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	106%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	96%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	103%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



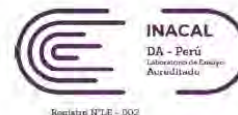
**INFORME DE ENSAYO  
MA2324756 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2324754 Rev. 0**

---

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352854-001

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO ANDAHUAYLAS - TRAMO ANDAHUAYLAS

---

Fecha de Recepción SGS : 31-07-2023

Fecha de Ejecución : Del 31-07-2023 al 10-08-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO

Estación de Muestreo
CANAL CALICANTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/08/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE-002

INFORME DE ENSAYO  
MA2324754 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CANAL CALICANTO B499352N / 673134E 30/07/2023 12:10:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.945 ± 0.083
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00611 ± 0.00071
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0273 ± 0.0034
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00031 ± 0.000070
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00003 ± 0.000010
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	57.637 ± 6.065
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00075 ± 0.000070
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0002 ± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00082 ± 0.000080
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00421 ± 0.0012
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006 ± 0.00020
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2164 ± 0.024
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.008 ± 0.28
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00035 ± 0.000030
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.0385 ± 0.084
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0029 ± 0.00020
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	8.783 ± 1.12
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.06752 ± 0.0053
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00051 ± 0.00011
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015 ± 0.00030
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0006 ± 0.00010
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	4.85 ± 0.41
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0052 ± 0.00060
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	21.57 ± 2.88
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	12.149 ± 1.35
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	24.568 ± 2.86
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titania Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0318 ± 0.0042
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000547 ± 0.00012
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061 ± 0.00090
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0429 ± 0.0042
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00078 ± 0.00019



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro INTEL 003

**INFORME DE ENSAYO  
MA2324754 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

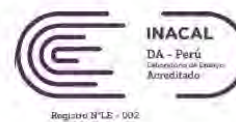
LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Galio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titania Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2324755 Rev. 0**

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352854-002

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO ANDAHUAYLAS

Fecha de Recepción SGS : 31-07-2023

Fecha de Ejecución : Del 31-07-2023 al 10-08-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO

Estación de Muestreo
CANAL EX PLANTA

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/08/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE-002

INFORME DE ENSAYO  
MA2324755 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CANAL EX PLANTA B489645N/ 669624E 30/07/2023 13:34:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.762 ± 0.16
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02632 ± 0.0030
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0448 ± 0.0041
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00016 ± 0.000040
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00007 ± 0.000020
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	89.376 ± 9.023
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00132 ± 0.00011
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00191 ± 0.00017
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00948 ± 0.00024
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00020
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4787 ± 0.043
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.732 ± 0.49
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00052 ± 0.000040
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.9437 ± 0.15
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0039 ± 0.00040
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	14.264 ± 1.73
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.22047 ± 0.015
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00049 ± 0.00012
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ± 0.00020
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0022 ± 0.00020
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	7.93 ± 0.63
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0057 ± 0.00090
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	31.84 ± 3.89
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	15.138 ± 1.82
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	39.583 ± 4.37
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titania Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0628 ± 0.0082
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000657 ± 0.00014
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0092 ± 0.0014
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0305 ± 0.0031
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00073 ± 0.00018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO  
MA2324755 Rev. 0

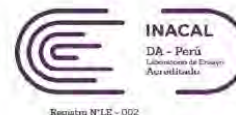
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Gaio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	108%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 103%	106%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2329839 Rev. 0**

---

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352858-006

PROCEDENCIA : PROVINCIA HANDAHUAYLAS - DISTRITO SAN JERONIMO

---

Fecha de Recepción SGS : 29-08-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-08-2023 al 04-09-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO

Estación de Muestreo
CHUMBAO ALTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 04/09/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO  
MA2329839 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CHUMBAO ALTO 8477869N / 685643E 27/08/2023 12:10:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.035 ± 0.0030
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0019 ± 0.00020
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	8.929 ± 0.89
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00012 ± 0.000010
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00063 ± 0.00016
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0253 ± 0.0023
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Gallo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2618 ± 0.021
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.993 ± 0.12
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00754 ± 0.00053
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00041 ± 0.000090
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	0.52 ± 0.040
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0010 ± 0.00010
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	5.14 ± 0.62
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	2.404 ± 0.29
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	2.202 ± 0.24
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titania Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015 ± 0.00020
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006 ± 0.00010
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2329839 Rev. 0**

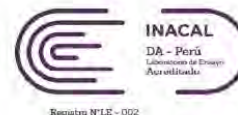
**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Gallio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2329837 Rev. 0**

---

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352858-004

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO ANDAHUAYLAS

---

Fecha de Recepción SGS : 29-08-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-08-2023 al 04-09-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO

Estación de Muestreo
CANAL CALICANTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 04/09/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO  
MA2329837 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CANAL CALICANTO 8484352N / 673134E 27/08/2023 16:14:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.920 ± 0.083
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00641 ± 0.00071
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0373 ± 0.0034
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00033 ± 0.000070
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00004 ± 0.000010
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	60.653 ± 6.065
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00082 ± 0.000070
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0003 ± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00089 ± 0.000080
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00488 ± 0.0012
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00020
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2707 ± 0.024
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.006 ± 0.28
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00032 ± 0.000030
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.0483 ± 0.084
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0024 ± 0.00020
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	9.309 ± 1.12
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.07520 ± 0.0053
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00049 ± 0.00011
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00030
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0007 ± 0.00010
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	5.07 ± 0.41
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0057 ± 0.00060
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	23.98 ± 2.88
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	11.211 ± 1.35
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	25.967 ± 2.86
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0323 ± 0.0042
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000584 ± 0.00012
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0062 ± 0.00090
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0420 ± 0.0042
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00083 ± 0.00019



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2329837 Rev. 0**

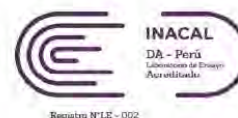
**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Galio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2329838 Rev. 0**

---

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352858-005

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO ANDAHUAYLAS

---

Fecha de Recepción SGS : 29-08-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-08-2023 al 04-09-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO

Estación de Muestreo
CANAL EX PLANTA

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 04/09/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO  
MA2329838 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CANAL EX PLANTA 8489645N / 669624E 27/08/2023 17:11:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.765 ± 0.16
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02750 ± 0.0030
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0450 ± 0.0041
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00018 ± 0.000040
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00007 ± 0.000020
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	90.234 ± 9.023
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00134 ± 0.00011
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00194 ± 0.00017
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00950 ± 0.0024
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0008 ± 0.00020
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4730 ± 0.043
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.734 ± 0.49
Gallo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00055 ± 0.000040
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.9448 ± 0.15
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0041 ± 0.00040
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	14.397 ± 1.73
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.22054 ± 0.015
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00050 ± 0.00012
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ± 0.00020
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0020 ± 0.00020
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	7.92 ± 0.63
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0087 ± 0.00090
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	32.40 ± 3.89
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	15.142 ± 1.82
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	39.727 ± 4.37
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titinio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0633 ± 0.0082
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000654 ± 0.00014
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0094 ± 0.0014
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0307 ± 0.0031
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00078 ± 0.00018



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2329838 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

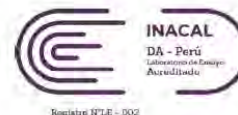
LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Galio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silicio Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2331451 Rev. 0**

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352938-011

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO SAN JERÓNIMO - TRAMO SAN JERÓNIMO

Fecha de Recepción SGS : 29-09-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-09-2023 al 10-10-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO-TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC.

Estación de Muestreo
CHUMBAO ALTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/10/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2331451 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CHUMBAO ALTO B477863N / 685643E 29/09/2023 13:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.035 ± 0.0030
Antimonio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0015 ± 0.00020
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	7.946 ± 0.89
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00012 ± 0.000010
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00065 ± 0.00016
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estañio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0249 ± 0.0023
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Gaio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2637 ± 0.021
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.958 ± 0.12
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00751 ± 0.00053
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00039 ± 0.000090
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	0.51 ± 0.040
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0011 ± 0.00010
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	5.56 * ± 0.62
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.040	0.128	2.527 ± 0.29
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	2.564 ± 0.24
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titania Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00020
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006 ± 0.00010
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2331451 Rev. 0**

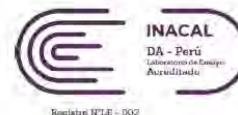
**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Gallio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titania Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2331449 Rev. 0**

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352938-009

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO ANDAHUAYLAS - TRAMO ANDAHUAYLAS

Fecha de Recepción SGS : 29-09-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-09-2023 al 10-10-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO-TALavera. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC.

Estación de Muestreo
CANAL CALICANTO

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/10/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE-002

INFORME DE ENSAYO  
MA2331449 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CANAL CALICANTO B499352N / 673134E 29/09/2023 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.943	± 0.083
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00621	± 0.00071
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0274	± 0.0034
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00030	± 0.000070
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00003	± 0.000010
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	55.573	± 6.065
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00067	± 0.000070
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0002	± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00084	± 0.000080
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00430	± 0.0012
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006	± 0.00020
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.212	± 0.024
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.004	± 0.28
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00034	± 0.000030
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.0353	± 0.084
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0029	± 0.00020
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	7.653	± 1.12
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.06554	± 0.0053
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00051	± 0.00011
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015	± 0.00030
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0006	± 0.00010
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	5.03	± 0.41
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0051	± 0.00060
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	20.53	± 2.88
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	12.536	± 1.35
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	25.284	± 2.86
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	
Titania Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0318	± 0.0042
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000547	± 0.00012
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061	± 0.00090
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0429	± 0.0042
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00078	± 0.00019



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro INTEL 003

**INFORME DE ENSAYO  
MA2331449 Rev. 0**

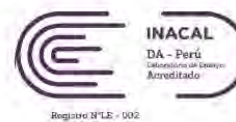
**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Galio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titania Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2331450 Rev. 0**

**PEDRO MAURICIO DELGADILLO CORONADO**

JR. C DE LA NEYRA 249-INT B - AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

ENV / LB-352938-010

PROCEDENCIA : PROVINCIA ANDAHUAYLAS - DISTRITO TALAVERA - TRAMO TALAVERA

Fecha de Recepción SGS : 29-09-2023

Fecha de Ejecución : Del 29-09-2023 al 10-10-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO-TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC.

Estación de Muestreo
CANAL EX PLANTA

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 10/10/2023**

**Frank M. Julcamoro Quispe**

**C.Q.P. 1033**

**Supervisor de Laboratorio**

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO  
MA2331450 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					CANAL EX PLANTA B489645N / 669624E 29/09/2023 11:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.653 ± 0.16
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02527 ± 0.0030
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0518 ± 0.0041
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00014 ± 0.000040
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00006 ± 0.000020
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	87.653 ± 9.023
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00141 ± 0.00011
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00010
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00158 ± 0.00017
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00932 ± 0.00024
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00020
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4672 ± 0.043
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.649 ± 0.49
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00052 ± 0.000040
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.8457 ± 0.15
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0039 ± 0.00040
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	14.537 ± 1.73
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.22047 ± 0.015
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00049 ± 0.00012
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ± 0.00020
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0022 ± 0.00020
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	8.05 ± 0.63
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0056 ± 0.00090
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	32.63 ± 3.89
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.040	0.128	14.964 ± 1.82
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	39.725 ± 4.37
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titania Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0628 ± 0.0082
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000657 ± 0.00014
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0092 ± 0.0014
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0305 ± 0.0031
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00073 ± 0.00018





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro INTEL 003

**INFORME DE ENSAYO  
MA2331450 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	6%	96 - 104%	99%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	94 - 96%	96%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	91 - 97%	100%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 98%	103%	2%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	93%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 96%	97%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 96%	93%	4%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 99%	97%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	96 - 97%	100%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	4%	95 - 112%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	97 - 104%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	2%	98 - 102%	102%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	3%	92 - 97%	97%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 107%	107%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 96%	94%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	91 - 93%	100%	0%
Galio Total	mg/L	0.047	<0.047	4%	95 - 108%	102%	2%
Germanio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	5%	98 - 102%	101%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	96 - 106%	107%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	103 - 104%	97%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 98%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	100 - 105%	98%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	101 - 103%	101%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 108%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96 - 107%	100%	1%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 95%	93%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	97 - 98%	96%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 92%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 97%	92%	12%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100 - 105%	107%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 101%	101%	1%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	7%	94 - 97%	98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	99 - 103%	104%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 107%	99%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	95%	91%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	94%	91%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	99 - 102%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 97%	98%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 98%	101%	3%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 97%	109%	2%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	91 - 95%	91%	1%
Titania Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 97%	93%	9%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	3%	93 - 96%	97%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	100 - 109%	97%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 94%	92%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 95%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	98%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 109%	106%	1%



## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

INFORME DE ENSAYO N° 397/08/2023

#### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : San Jerónimo  
TRAMO : San Jerónimo  
PUNTO DE MUESTREO : (M-1) Chumbao Alto.  
GEORREFERENCIA : 8477869N- 685643E

#### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/07/2023.  
FECHA DE INGRESO : 30/07/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/07/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 01/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO  
DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC."

#### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

#### IV. RESULTADOS.

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	920 NMP/100 ml	Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	920 NMP/100 ml	Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

#### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos.	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Método De Prueba
Numeración de Escherichia Coli.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

#### VI. CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N° 397/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.



GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Blgo. Julian Palomino Gutierrez  
COORDINADOR LABORATORIO

www.apurimac.gob.pe  
Jr. Túpac Amaru Nº 135 - Andahuaylas - Apurímac  
Email: mesadepartes@disachanka.gob.pe



APURÍMAC



Ministerio de Salud  
Apurímac II - Andahuaylas



## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORIA 3

#### INFORME DE ENSAYO N° 398/08/2023

##### I.DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Andahuaylas  
TRAMO : CC. PP Chumbao  
PUNTO DE MUESTREO : (M-2) Canal calicante.  
GEORREFERENCIA : 8489341N- 673134E

##### II.DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/07/2023.  
FECHA DE INGRESO : 30/07/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/07/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 01/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBÁÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO  
DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGION APURIMAC."

##### III.ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

##### IV.RESULTADOS.

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

##### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

##### VI.CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N.º 398/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.



GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

**Bigo. Julian Palomino Guillén**  
C.R.P. 0530  
COORDINADOR LABORATORIO - DESA

www.disachanka.gob.pe  
Jr. Túpac Amaru N° 125 - Andahuaylas - Apurímac  
Email: mesadepartes@disachanka.gob.pe

APURIMAC



Resolución de Consejo  
Regional N° 001-2023





## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

INFORME DE ENSAYO N° 399/08/2023

#### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Talavera  
TRAMO : Talavera  
PUNTO DE MUESTREO : (M-3) Canal Explanada  
GEORREFERENCIA : 8489645N- 669624E

#### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/07/2023.  
FECHA DE INGRESO : 30/07/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/07/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 01/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC."

#### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

#### IV. RESULTADOS.

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

#### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- VWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helminto	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- VWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

#### VI. CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N° 399/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
Bigo. Julian Palomino Guillot  
C.B. 01/08/2023  
COORDINADOR LABORATORIO - DESA

www.disachanka.gob.pe  
Jr. Túpac Amaru N° 125 - Andahuaylas - Apurímac  
Email: midesapam@disachanka.gob.pe



APURÍMAC



Dirección de Salud II  
Apurímac II - Andahuaylas



## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORIA 3

#### INFORME DE ENSAYO N° 644/08/2023

##### I.DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : San Jerónimo  
TRAMO : San Jerónimo  
PUNTO DE MUESTREO : (M-1) Chumbao Alto.  
GEORREFERENCIA : 8477869N- 685643E

##### II.DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2023.  
FECHA DE INGRESO : 29/08/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 29/08/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 30/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC."

##### III.ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

###### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

##### IV.RESULTADOS.

###### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	950 NMP/100 ml	Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	620 NMP/100 ml	Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

##### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos.	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Método De Prueba
Numeración de Escherichia Coli.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

##### VI.CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N.º 397/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
**Bigo. Jullay Palomino Gullin**  
C.B. N° 6860  
COORDINADOR LABORATORIO DE

www.disechanka.gob.pe  
Jr. Tupac Amaru NP 135 - Andahuaylas - Apurímac  
Email: mesedepartes@dischanka.gob.pe

APURÍMAC

Unidad de Salud  
Apurímac II - Andahuaylas



# GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



## DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

INFORME DE ENSAYO N° 643/08/2023

#### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Andahuaylas  
TRAMO : CC, PP Chumbao  
PUNTO DE MUESTREO : (M-2) Canal calicanto.  
GEORREFERENCIA : 8489341N- 673134E

#### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2023.  
FECHA DE INGRESO : 29/08/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 29/08/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 30/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGION APURIMAC."

#### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

#### IV. RESULTADOS.

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

#### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

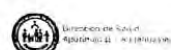
ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

#### VI. CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N° 398/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
Bigo. Julian Palomino Guillen  
COORDINADOR LABORATORIO - DESA

www.disachanka.gob.pe  
Dr. Tupac Amaru N° 135 - Andahuaylas - Apurímac  
Email: mesadepartes@disachanka.gob.pe







## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

INFORME DE ENSAYO N° 642/08/2023

#### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Talavera  
TRAMO : Talavera  
PUNTO DE MUESTREO : (M-3) Canal Explanada  
GEORREFERENCIA : 8489645N- 669624E

#### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 29/08/2023.  
FECHA DE INGRESO : 29/08/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 29/08/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 30/08/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBABO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC."

#### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

#### IV. RESULTADOS.

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

#### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helminto	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

#### VI. CONCLUSIONES.

Los resultados del informe N.º 399/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
Bigo. Julian Palomino Gulic  
COORDINADOR LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

• Telefon: 054 224 2111  
• Dpto. Andahuaylas - Apurímac  
• Email: info@apurimac.gob.pe





## GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



### DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

#### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

#### INFORME DE ENSAYO N° 650/09/2023

##### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : San Jerónimo  
TRAMO : San Jerónimo  
PUNTO DE MUESTREO : (M-1) Chumbao Alto.  
GEORREFERENCIA : 8477869N - 685643E

##### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/09/2023.  
FECHA DE INGRESO : 30/09/2023.  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Ll. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/09/2023.  
TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023.  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RÍO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGIÓN APURÍMAC."

##### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

###### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

##### IV. RESULTADOS:

###### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	930 NMP/100 ml	Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	560 NMP/100 ml	Cumple
Huevos de Helminfos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

##### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helminfos.	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helminfos Método De Prueba
Numeración de Escherichia Coli.	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

##### VI. CONCLUSIONES:

Los resultados del informe N° 397/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua, **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Blgo. *Julian Palomino Guillot*  
COORDINADOR LABORATORIO DE ...

• www.dsechunika.gob.pe  
• D. J. Toxex. Amaro N° 125 - Andahuaylas - Apurímac  
• Email: mirondeparicio@andahuaylas.gob.pe

APURÍMAC

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL





**GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC**  
Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

**DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**

**CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3**

**INFORME DE ENSAYO N° 651/09/2023**

**I.DATOS GENERALES:**

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Andahuaylas  
TRAMO : CC. PP Chumbao  
PUNTO DE MUESTREO : (M-2) Canal calicanto.  
GEORREFERENCIA : 8489341N- 673134E

**II.DATOS DEL PRODUCTO:**

PRODUCTO : Agua de riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/09/2023  
FECHA DE INGRESO : 30/09/2023  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/09/2023  
TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023  
MUESTREADORA : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO DERIVADOS DEL RIO CHUMBAO, TRAMO SAN JERÓNIMO – TALAVERA. PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS REGION APURIMAC."

**III.ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:**

**NORMA DE MUESTREO:**

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

**IV.RESULTADOS.**

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:**

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100 ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1 Organismos / 1 L	No Cumple

**V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:**

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23rd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos	NMX- AA-113-1999 Determinación de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23rd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

**VI.CONCLUSIONES.**

Los resultados del informe N.º 398/07/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N.º 004 – 2017 – MINAM.



GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC II  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
**Bigo. Jullad Palomino Gu**  
C.B. P. 8890  
COORDINADOR LABORATORIO DE

www.dsaprima.gob.pe  
3º: Tacu Amarú N° 235 – Andahuaylas – Apurímac  
Email: meindepartes@dsaprima.gob.pe



APURIMAC



Dirección de Salud  
Apurímac II – Andahuaylas



# GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC

Dirección de Salud Apurímac II – Andahuaylas

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



## DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

### CERTIFICADO BACTERIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES – CATEGORÍA 3

INFORME DE ENSAYO N° 652/09/2023

#### I. DATOS GENERALES:

REGIÓN : Apurímac  
PROVINCIA : Andahuaylas  
DISTRITO : Talavera  
TRAMO : Talavera  
PUNTO DE MUESTREO : (M-3) Canal Explanta  
GEORREFERENCIA : 848964 N – 669624 E

#### II. DATOS DEL PRODUCTO:

PRODUCTO : Agua de Riego de vegetales y bebida de animales  
FECHA DE MUESTREO : 30/09/2023  
FECHA DE INGRESO : 30/09/2023  
MATERIAL DE ENVASE DE MUESTREO : Bidones de 4 Lts, Botellas de Polietileno x 1Lt. 1 botella de vidrio x 500 ml y 250 ml.  
MATERIAL PARA TRASLADO : Cooler con gel refrigerante  
INICIO DE ENSAYO : 30/09/2023  
TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023  
MUESTREADOR : SULING HIAGNA YONJOY IBAÑEZ  
SOLICITANTE/PROYECTO : "EVALUACION DE CALIDAD DE AGUA EN CANALES DE RIEGO  
DERIVADOS DEL RIO CHUMBABO, TRAMO SANJERONIMO – TALAVERA, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC.

#### III. ASPECTOS TÉCNICOS DEL MUESTREO:

##### NORMA DE MUESTREO:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
- D.S. N°004-2017 – MINAM – ECA.

#### IV. RESULTADOS:

##### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO:

DETERMINACIONES	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO	CONCLUSIÓN
Bacterias coliformes Termotolerantes	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000 NMP/100ml	No Cumple
Escherichia Coli	1000	NMP/100 ml a 44.5 °C	>1000NM/100ml	No Cumple
Huevos de Helmintos	1	Huevo / 1 L	>1Organismo/1L	No Cumple

#### V. METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

ENSAYO	REFERENCIA O NORMA
Numeración de Coliformes Termotolerantes	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. medium).
Determinación de Huevos de Helmintos	NMX- AA-113-1999 Determinacion de Huevos de Helmintos Metodo De Prueba
Numeración de Escherichia Coli	SME- WW-APHA-AWWA-WEP Part 9221E. 23nd2017 Multiple- tube fermentation technique for members of the coliform grupo fecal Coliform procedure. 1. Thermotoler and coliform test (ec. mug medium).

#### VI. CONCLUSIONES:

Los resultados del informe N°650/09/2023. De los ensayos microbiológicos practicados a la muestra de agua. **NO CUMPLEN** con los estándares recomendados en el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM.

GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC  
DIRECCIÓN DE SALUD APURÍMAC  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
*Ing. Juliano Alomino Guillen*  
COORDINADOR GENERAL  
LABORATORIO - DESA

• www.dsachanka.gob.pe  
• Jr. Tupac Amaru N° 135 – Andahuaylas – Apurímac  
• Email: mesadepartes@dsachanka.gob.pe

