



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Evaluación de la calidad del agua para el uso de riego agrícola en la cuenca  
del río Chancay – Huaral, 2022**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Autores**

**Miguel Estanislao Lopez Salazar**

**Cesar Arnaldo Camacho Cotrina**

**Asesor**

**Mg. Jesús Gustavo Barreto Meza**

**Huacho – Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”*

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

### INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Lopez Salazar Miguel Estanislao	47181888	29/12/2023
Camacho Cotrina Cesar Arnaldo	47264701	29/12/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Barreto Meza Jesús Gustavo	15589980	0000-0002-5790-6757
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Sánchez Calle Marco Tulio	02807986	0000-0001-9687-2476
Huertas Pomasoncco Hellen Yahaira	46741141	0000-0002-4204-7320
Méndez Izquierdo Tania Ivette	46925087	0000-0002-2473-4610

# Evaluación de la calidad del agua para uso de riego agrícola en la cuenca del río Chancay - Huaral, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

2%

2

Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

2%

3

[www.regionhuancavelica.gob.pe](http://www.regionhuancavelica.gob.pe)

Fuente de Internet

2%

4

CESEL S A. "Primera MEIA de la Unidad Minera Casapalca-IGA0000614", R.D. N° 188 -2019-SENACE-PE/DEAR, 2020

Publicación

2%

5

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.unh.edu.pe](http://repositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

"El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite", Food and

1%

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO DE RIEGO  
AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL RÍO CHANCAY - HUARAL, 2022**

**JURADO EVALUADOR**

**Dr. MARCO TULIO SANCHEZ CALLE**

**PRESIDENTE**

**Mg. HELLEN YAHAIRA HUERTAS POMASONCCO**

**SECRETARIO**

**Mg. TANIA IVETTE MENDEZ IZQUIERDO**

**VOCAL**

## DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación se lo dedico de manera muy especial primeramente a Dios por la vida y la salud y la dicha de culminar este proyecto y por su amor incondicional y sus enseñanzas que tenemos a través de la biblia, Asimismo, a mis padres, Norma Bertha Salazar Toledo y Estanislao Lopez Chiriboga por creer en mi persona desde un inicio, por darme educación, un hogar donde crecer, equivocarme, desarrollarme, aprender y donde adquirí los valores que hoy definen mi vida. También agradecer a una persona muy especial Cecilia Raquel Álvarez Vásquez por su tiempo, amor, esfuerzo y dedicación en mi vida profesional y personal por sus regaños para poder avanzar y ahora culminar este proyecto de investigación.

*Miguel*

A mis padres Elías Camacho León y Rosa Cotrina Changanquí, por su amor incondicional y por creer en mí desde el primer día. Por sus sacrificios y su apoyo constante que han sido la clave de mi éxito. A mi esposa Bricett Vargas por ser el mi soporte en todo el proceso y mi hijo Fabián Camacho por ser mi motivación. Y a todos aquellos que han sido una parte importante de mi desarrollo profesional y personal.

*César*

## AGRADECIMIENTO

Primero que todo agradecer a Dios por permitirnos haber concluido con éxitos este presente proyecto. A mis padres Estanislao Miguel Lopez Chiriboga y Norma Bertha Salazar Toledo por enseñarme desde un inicio el esfuerzo y todos los sacrificios que hasta el día de hoy me brindan y por inculcarme valores cristianos desde la primera etapa de mi vida.

A una persona muy especial Cecilia Raquel Álvarez Vásquez por su tiempo, amor, esfuerzo y dedicación en mi vida profesional y personal por sus regaños para poder avanzar y ahora culminar este proyecto.

Culminando lo expresado darle mi agradecimiento a nuestro asesor de esta tesis, Ing. Jesús Barreto Meza, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas, gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta facultad.

*Miguel*

Primero que todo agradecer a Dios por permitirnos haber concluido con éxitos este proyecto. A mis padres Elías Camacho León y Rosa Cotrina Changanáquí por enseñarme que con esfuerzo y sacrificios se pueden obtener muchas cosas a pesar de las adversidades.

Por su fuerza y aliento en toda la trayectoria de mi vida académica les agradezco a mis tías María Luz Cotrina y María Teresa Cotrina. A mi tío Ronald Camacho León por sus consejos y motivarme a crecer en todos estos años.

A mi esposa Bricett Vargas Flores e hijo Fabián Camacho Vargas por su paciencia y amor incondicional en todo este camino.

Por su tiempo y dedicación por el presente trabajo quien fue un impulsor para que este proyecto se concluya satisfactoriamente gracias al ingeniero Jesús Barreto Meza.

*César*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	6
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	6
1.2. Formulación del problema .....	7
1.2.1. Problema general.....	7
1.2.2. Problemas específicos .....	7
1.3. Objetivos de la investigación .....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
1.4. Justificación de la investigación.....	8
1.5. Delimitación del estudio .....	8
1.6. Viabilidad del estudio .....	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	10
2.1. Antecedentes de la investigación .....	10
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	10
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	13
2.2. Bases teóricas .....	17
2.2.1. Calidad de agua.....	17
2.2.2. Monitoreo de variable fisicoquímicas del agua.....	18
2.2.3. Calidad de agua para el riego en la agricultura.....	20
2.2.4. Calidad Ambiental .....	21
2.2.5. Estándar de la calidad del agua para riego (ECA).....	22
2.2.6. Ubicación de los puntos de control en el cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales <sup>24</sup>	
2.2.7. Cuenca hidrográfica .....	25
2.2.8. Riego agrícola .....	26
2.2.9. Contaminación del agua por la agricultura.....	26
2.3. Definiciones conceptuales.....	27
2.4. Hipótesis de investigación.....	33
2.4.1. Hipótesis general.....	34
2.4.2. Hipótesis específicas .....	34
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....	35

3.1.	Diseño metodológico.....	35
3.1.1.	Tipo .....	35
3.1.2.	Nivel.....	35
3.1.3.	Diseño .....	35
3.1.4.	Enfoque .....	35
3.2.	Población y muestra .....	35
3.2.1.	Población.....	35
3.2.2.	Muestra.....	35
3.3.	Técnicas de recolección de datos .....	36
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	37
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>		<b>38</b>
4.1.	Temperatura en el agua superficial.....	38
4.2.	Conductividad .....	38
4.3.	Oxígeno disuelto.....	39
4.4.	Demanda bioquímica de Oxígeno .....	39
4.5.	Potencial de hidrógeno (pH).....	40
4.6.	Detergentes .....	40
4.7.	Alcalinidad por bicarbonatos.....	41
4.8.	Fenol.....	41
4.9.	Nitrito .....	41
4.10.	Coliformes fecales.....	42
4.11.	Cianuro WAD .....	42
4.12.	Sulfatos.....	43
4.13.	Fluoruro.....	43
4.14.	Nitrógeno total.....	44
4.15.	Aluminio .....	44
4.16.	Arsénico .....	45
4.17.	Bario.....	45
4.18.	Berilio.....	45
4.19.	Boro.....	46
4.20.	Cadmio .....	46
4.21.	Cobre .....	47
4.22.	Cobalto .....	47
4.23.	Cromo total.....	48
4.24.	Hierro .....	48

4.25.	Litio.....	48
4.26.	Manganeso .....	49
4.27.	Mercurio.....	49
4.28.	Níquel.....	50
4.29.	Plomo .....	50
4.30.	Zinc .....	51
4.31.	Selenio.....	51
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIONES .....</b>		<b>52</b>
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>55</b>
6.1.	Conclusiones .....	55
6.2.	Recomendaciones.....	55
<b>CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>56</b>

## INTRODUCCIÓN

Las fuentes naturales de agua se erigen como un pilar medular en el ecosistema, debiendo considerarse su variabilidad natural, los factores incidentes, la exposición por causa del ser humano y la alteración de la calidad de la misma en estructura de las normas regulatorias en vigencia. Siguiendo este lineamiento, las cuencas hidrográficas evidencian una seria problemática de deterioro y reducción en la capacidad natural de absorción y de autolimpieza. Por ello, es necesario tomar medidas de mitigación o eliminación y/o neutralización del efecto nocivo y pernicioso que se viene observando en crecimiento de la contaminación a mediano o largo plazo en dichos cuerpos receptores (Quinteros-Carabalí, *et al.*, 2019)

El vertimiento de los efluentes en el Perú representa gran impacto en la calidad de las aguas superficiales, alterando sus características y afectando a su entorno, Por ello resulta incidente estructurar una base en la que se establezca el nivel de alteraciones que sobrepasan los estándares en materia ambiental, recopilar, evaluar y validar la información disponible; desarrollar el planteamiento integral de los recursos hídricos a nivel de sistemas y cuencas hidrográficas; regular el riego de la zona con agua que presente características dañinas; y conocer las funciones, situación actual y problemas existentes relacionados al cuerpo marino (ANA, 2022).

El agua para la producción agrícola es medular en materia de seguridad alimentaria, siendo que en 2019 su disponibilidad proveniente de fuentes superficiales oscilaba entre el 71 y el 76% de agua dulce en todo el mundo (estableciendo que el agua dulce es solo el 2.5% del agua y solo el 1% se encuentra accesible para el ser humano). Asimismo, la agricultura de regadío abarca el 20 % de la superficie cultivada total aportando globalmente el 40% de la producción alimentarias por lo que la evidencia de sustancias contaminantes o modificaciones de su estado original deben ser consideradas como una gran amenaza para la salud, los bienes y los ecosistemas (Banco Mundial, 2022).

Lo anteriormente expuesto abarca la importancia de la evaluación en los ríos a nivel mundial, mismas que se someten a alteraciones y dependen de las características propias de las cuencas, ya que, según (R.J. N° 056-2018-ANA), las características fisicoquímicas y microbiológicas de la cuenca alta media y baja del río Chancay – Huaral se encuentra dentro de la categoría N° 3, teniendo como requisito presentar condiciones aceptables para el riego y ser bebible por animales; no obstante se estableció que actualmente puede verse afectada directa e indirectamente por las actividades antropogénicas ejecutadas en la zona .

El valle de Chancay presenta una temperatura que oscila entre 15°C y 24.5°C siendo que la humedad relativa oscila entre 81% y 97%., los suelos presentan un pH de 8, con contenido de materia orgánica de 1.2 %, ante lo cual son conocidos por poseer suelos altamente fértiles erigiéndose así por su alto valor físico natural que en buen porcentaje depende de la agricultura y la pesca, ante lo cual se observó un 65% de crecimiento a partir de inversión tecnológica para estas materias. (Municipalidad de Chancay, 2021).

Por lo mencionado en líneas precedentes se vuelve medular evaluar los recursos hídricos de las cuencas en lo relacionado a cantidad, calidad y características regulables de forma estructurada en revisión de discusiones técnicas validadas debidamente y en equiparación con las bases regulatorias en vigencia para realizar un diagnóstico que servirá de guía que evidencie de manera integral, breve y precisa el estado de la calidad de los recursos hídricos de la cuenca Chancay-Huaral, estableciendo si sobre pasan los ECA's, las cuales son parte importante de la normativa peruana en materia ambiental (ANA, 2023).

## RESUMEN

**Objetivo:** La presente investigación tuvo como objetivo la evaluación de la calidad del agua para el uso de riego agrícola en la cuenca alta media y baja del río Chancay – Huaral. **Metodología:** Por ello, para esta tesis de tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental y de enfoque cuantitativo con el propósito de una óptima ejecución en la toma de muestras de agua en 4 puntos de muestreo (AS-01, AS-02, AS-03, AS-04), seleccionados según criterios de exclusión e inclusión, se emplearon métodos estandarizados internacionalmente con validación por la Autoridad Nacional del Agua en el respectivo análisis de parámetros efectuado en Analytical Laboratory - ALAB. **Resultados:** Los resultados evidenciaron que la temperatura durante la época lluviosa varió entre 11° y 18 °C; no obstante, en la época seca, la temperatura del agua fluctuó entre 17,5° a 20°C, en referencia a la conductividad los valores fueron de 2500 uS/cm, para el Oxígeno disuelto de 4,5 mg/l, para DBO5 menores a 2,0 mg/L, para pH menores a 8,5, para detergentes inferiores a 0,02 mg/L, para alcalinidad por bicarbonatos mayores a 100 mg de CaCO<sub>3</sub>/L, para menores a 0,002 mg/l, para Nitrito alrededor de 0,001 mg/l, para los coliformes fecales menores a 751 NMP/100 ml, para Cianuro WAD menores a 0,01, para sulfato menores a 200 mg/l, para Fluoruro menores a 0,20 mg/l, para Nitrógeno un valor máximo de 0,12 mg/l, para Aluminio un valor máximo de 0,1785 mg/l, para Arsénico menores a 0,001 mg/l, para Bario un valor máximo 0,09137 mg/l, para Berilio un rango de 0,0006-0,0003 mg/l, para Boro un valor máximo de 0,5532 mg/l, para Cadmio menores a 0,0002 mg/l, para Cobre apenas supera a 0,06 mg/l (0,06170,06 mg/l), para Cobalto un valor unificado de 0,002 mg/l, para Cromo total de 0,003 mg/l, para Hierro con un valor máximo de 0,178 mg/l, para Litio menores a 0,0989 mg/l, para Manganeso menores a 0,04986 mg/l, para Mercurio de 0,0001 mg/l, para Níquel de 0,0004 mg/l, para Plomo de 0,001 mg/l, para Zinc inferiores a 0.0619 mg/l y finalmente para el Selenio de 0,002 mg/l. **Conclusión:** Se concluyó que, en base al análisis y evaluación de 31 parámetros, se puede afirmar que el agua de la zona es apta para uso agrícola en cumplimiento con la normativa en vigencia; asimismo, el parámetro OD fue el único que sobrepasó los valores establecidos en el ECA para agua de riego, mientras que el parámetro de coliformes fecales presentó variaciones con tendencia de incremento en la estación lluviosa (750 NMP/100 ml), siendo que su máximo en estación seca fue de 600 NMP/100 ml. Adicionalmente se estableció que los metales presentaron poca o nula variación en dependencia de la estación.

**Palabras clave:** calidad de agua, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this research was the evaluation of water quality for agricultural irrigation use in the upper middle and lower basin of the Chancay-Huaral river. **Methodology:** Therefore, for this thesis of applied type, descriptive level, non-experimental design and quantitative approach with the purpose of an optimal execution in water sampling in 4 sampling points (AS-01, AS-02, AS-03, AS-04), selected according to exclusion and inclusion criteria, internationally standardized methods were used with validation by the National Water Authority in the respective analysis of parameters carried out in Analytical Laboratory - ALAB. **Results:** The results showed that the temperature during the rainy season varied between 11° and 18 °C; However, during the dry season, the water temperature fluctuated between 17.5° and 20°C, in reference to conductivity the values were 2500 uS/cm, for dissolved oxygen 4.5 mg/l, for BOD5 less than 2.0 mg/L, for pH less than 8.5, for detergents less than 0.02 mg/L, for alkalinity for bicarbonates less than 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L, for alkalinity less than 0.002 mg/l, for Nitrite less than 0.001 mg/l, for fecal coliforms less than 751 NMP/100 ml, for Cyanide WAD less than 0.01, for sulfate less than 200 mg/l, for Fluoride less than 0.20 mg/l, for Nitrogen a maximum value of 0.12 mg/l, for Aluminum a maximum value of 0.12 mg/l, for Aluminum a maximum value of 0.1785 mg/l, for Arsenic less than 0.001 mg/l, for Barium a maximum value of 0.09137 mg/l, for Beryllium a range of 0.0006-0.0003 mg/l, for Boron a maximum value of 0.5532 mg/l, for Cadmium less than 0.0002 mg/l, for Copper barely more than 0.06 mg/l (0.06170.06 mg/l), for Cobalt a unified value of 0.002 mg/l, for total Chromium of 0.003 mg/l, for Iron with a maximum value of 0.178 mg/l, for Lithium less than 0.0989 mg/l, for Manganese less than 0.04986 mg/l, for Mercury of 0.0001 mg/l, for Nickel of 0.0004 mg/l, for Lead of 0.001 mg/l, for Zinc less than 0.0619 mg/l and finally for Selenium 0.002 mg/l. **Conclusion:** It was concluded that, based on the analysis and evaluation of 31 parameters, the water in the area is suitable for agricultural use in compliance with current regulations; likewise, the DO parameter was the only one that exceeded the values established in the ECA for irrigation water, while the fecal coliform parameter showed variations with a tendency to increase in the rainy season (750 NMP/100 ml), while its maximum in the dry season was 600 NMP/100 ml. Additionally, it was established that metals showed little or no variation depending on the season.

**Key words:** water quality, physicochemical parameters, microbiological parameters.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La problemática medular a nivel mundial relacionada con el recurso hídrico abarca como factor principal a la eutrofización, la cual se erige como consecuencia del incremento desbalanceado de nutrientes, floraciones tóxicas, crecimiento desmesurado de malezas, decremento de moluscos cultivables y peces, entre otros; siendo el fósforo (P) y el nitrógeno (N) los que presentan un desequilibrio más frecuente; todo ello conlleva a estragos sustanciales para la calidad del agua. En base a las fuentes principales para este desequilibrio (escorrentía agrícola y aguas residuales domésticas, efluentes industriales y emisiones por combustión) las zonas más susceptibles a dichos estragos son los pantanos, los arroyos y los lagos sustentándose en la complejidad de su dinamismo, su extenso periodo de residencia y su concentración de contaminantes por residuos de drenaje (García y Miranda, 2018).

En base la disponibilidad de agua por persona, según la FAO el Perú se encuentra en el puesto 17 y según el Banco Mundial en el puesto 14. Asimismo, el MINAM presentó una base datos en las que se detallaban 106 cuencas hidrográficas, 12,200 lagunas en la sierra y más de 1,007 ríos distribuidos de forma dispersa y muchas veces centralizada. Esto es notorio, según estadísticas ambientales, en la zona amazónica, la cual comprende el 26% de población, pero posee una concentración de agua del 97.7%; no obstante, en la zona del Pacífico cuyo porcentaje de población comprende el 70%, solo se provee del 1.8% de este recurso; además, se estableció que la zona costera es la que presenta mayores niveles de requerimiento del recurso hídrico debido a su necesidad de agroexportación; por otro lado, el 4% restante solo se ve provisto por el acceso al 0.5% de este recurso vital (SERVINDI, 2013).

En el marco nacional, el nivel de uso del agua según sectores, evidencia que el sector agrario abarca la concentración mayoritaria de la misma con 86.8%, mientras que el uso por la población alcanza un 11.2%, el sector minero el 1.4% y el industrial solo el 0.6%. (SERVINDI, 2013).

En el Perú, el presupuesto para proyectos de inversión pública para tratar el agua de uso y consumo humano ha sido destinado para ejecutar solamente el 30%, según los datos estadísticos detallados en el Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. Los factores contaminantes tienen fuentes a multinivel pudiendo ser primario, secundario y terciario; dichos factores pueden derivarse de sustancias orgánicas e inorgánicas. En cualquiera de estas condiciones, perjudica directa e indirectamente a la salubridad, siendo medular su tratamiento cuando se detectan niveles elevados

de arsénico inorgánico, plomo y cadmio; los cuales pueden producir o agravar enfermedades como el cáncer, la diabetes mellitus, y enfermedades cardiovasculares. Para las zonas de mayor concentración de población, tales como Lima, La Oroya y Juliaca, el rango de arsénico inorgánico concentrado fue de 13 mg/l a 193 mg/l para las aguas subterráneas y superficiales, sobrepasando así el estándar/límite de la normativa en vigencia: 10 mg/l (Saber y Hacer, 2015).

Hasta el año 2019, en la cuenca de Chancay-Huaral, los resultados de las muestras del agua superficial de la cuenca mostraron que la concentración de los coliformes termo tolerantes y de *Escherichiacoli*, en la parte media y baja de la cuenca, exceden lo establecido en la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y subcategoría d1: agua para riego no restringido, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua), establecidos en el D.S N°004-2007-MINAM. Ello se debe a los vertimientos del agua residual doméstica, industrial y pecuaria sin tratar, y la disposición final de residuos sólidos, de construcción y demolición en el cauce del río Chancay Huaral. (ANA, 2019).

En ese sentido, la presente investigación postula realizar la evaluación de la calidad del agua en zonas de la cuenca del río Chancay-Huaral que no son parte del monitoreo que realiza el ANA local y de esta manera contribuir con el sector agrícola que hace uso del agua de riego para sus cultivos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Es necesario realizar la evaluación de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral en áreas no monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Se requiere evaluar los componentes físico-químicos de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral?

¿Se requiere evaluar el componente microbiológico de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral en áreas no monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Evaluar los componentes físico-químicos y metales de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral.

Evaluar el componente microbiológico de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **Justificación académica**

Analizar la calidad del agua es un requisito indispensable para garantizar su uso en múltiples actividades humanas, por ello, su conocimiento y aplicación es de interés en la formación de profesionales relacionados con esta temática, por ejemplo, Ingeniería Ambiental. En ese sentido, la presente investigación realiza aportes al conocimiento de esta materia.

#### **Justificación práctica**

En el campo de la Ingeniería Ambiental, existe una demanda de empresas e instituciones públicas para efectuar la evaluación y el monitoreo de la calidad del agua para diversos usos, en este caso, la investigación se orienta en la verificación de la alteración del agua durante las diferentes épocas para el uso en riego y de esta manera garantizar que los alimentos a consumir no presenten elementos contaminantes.

### **1.5. Delimitación del estudio**

El estudio se realizó en el ámbito territorial de la cuenca del río Chancay-Huaral, tanto en la parte alta, media y baja, tomando en consideración los aforos relacionados con las actividades agrícolas.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Pérez, G. (2019), en la investigación cuyo objetivo se constituyó en la evaluación de la calidad del río Atoyac, Puebla, México, describiendo sus características, calculando la densidad de coliformes totales, fecales y de las enterobacterias; determinando la concentración de metales pesados; y evaluando los riesgos de la exposición a esta agua. Los resultados evidenciaron que, la zona cuenta con tuberías que les abastecen de agua potable desde un manantial. Asimismo, el 50% solo tienen acceso al agua 3 días por semana; siendo que el 70% emplean esta agua para el aseo personal, limpieza del hogar y cocina; y solo el 17% hierve previamente el agua, evidenciándose a partir de estos datos que el 43% de las viviendas posee un miembro de con padecimientos o enfermedades crónicas, de los cuales el 77% son de sexo femenino; mientras que el 44% padece diabetes y el 22% problemas renales. También se evidenció que, en relación a las enfermedades infecciosas, más del 57% las ha padecido o las padecen, siendo los niños los más afectados. Los autores concluyeron que, en base a los reportes las personas de la zona se encuentran expuestas a enfermedades de la piel, hipertensión, problemas en el hígado, cáncer, entre otros; datos que, en equiparación a al consumo de agua de pozos presenta mayor concentración, sustentándose en la cantidad de plomo y cromo hallados.

Martínez y Barrero (2018), en la investigación sobre evaluación de las condiciones de calidad del agua en la microcuenca quebrada La Argentina. Se determinó que, en las dos temporadas evaluadas, la microcuenca presenta temperaturas entre los 23,9°C y 28,2°C; en cuanto al pH, O.D, y conductividad las variaciones fueron entre 8,44 y 8,8 unidades; 73,5 y 90 % y 544 y 596,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente. El caudal máximo se registró en temporada húmeda (1,10  $\text{m}^3/\text{s}$ ) y el mínimo en temporada seca (0,70  $\text{m}^3/\text{s}$ ), con una variación significativa en cuenca media ( $\pm 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$ ) debido al aporte de afluentes. Adicionalmente los valores de SDT, y fósforo total, se encontraron dentro del rango 390 - 399,65  $\text{mg}/\text{L}$ , 0,1 y 0,325  $\text{mg}/\text{L}$   $\text{PO}_4$ . Los parámetros que no presentaron cambios considerables en el tiempo fueron DBO5 y  $\text{NO}_3 - \text{N}$ , con concentraciones invariables de 5  $\text{mg}/\text{L}$  y 3  $\text{mg}/\text{L}$   $\text{NO}_3$  respectivamente. Con respecto a los parámetros microbiológicos evaluados, se obtuvieron las máximas concentraciones de coliformes fecales en temporada seca, en cuenca media y alta (31 – 98 NMP/100 mL).

En último lugar, el parámetro dureza registró las concentraciones más altas en las dos temporadas evaluadas, teniendo como promedio 360,42 mg/L CaCO<sub>3</sub>, e incursionando estas concentraciones significativamente en el índice de contaminación por mineralización.

Manrique y Peláez (2010), en la investigación evaluó la calidad del agua de la quebrada La Perdiz (Florencia-Caquetá, Colombia), a través de la medición de características físicas, químicas y microbiológicas integradas en índices de calidad y de contaminación, durante el periodo Agosto a noviembre de 2007, fueron seleccionadas cuatro estaciones, tres en la quebrada la Perdiz (Gas País, Raicero y Floresta) y la estación Malvinas. Los resultados indicaron que la Estación Gas País presentó perturbación evidenciada principalmente en el contenido de coliformes, convirtiéndose en un sitio no apto para uso recreativo (contacto primario y secundario). Las estaciones Raicero y Floresta presentaron un índice de calidad de agua bajo, catalogando el agua como no apta para uso agrícola, recreativo y consumo. La estación Malvinas, presenta ambiente polisaprobio con señales de eutrofización y poco oxígeno disuelto, lo que sugiere que este recurso hídrico presenta baja capacidad de autorecuperación.

Tabla 1

*Promedio de valores fisicoquímicos de la calidad del agua, Caquetá, Colombia*

PARÁMETROS	PUNTOS DE MUESTREO			
	GAS PAÍS	MALVINAS	RAICERO	FORESTA
Temperatura (°C)	22.5	26.0	23	25
Oxígeno Disuelto(mg/l)	10.2	4.3	8.40	8.35
Conductividad (uS/cm)	13	27	26	26
Nitratos (mg/l)	0.0022	8.7	0.83	1.1
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	9.8	46	15.72	30
Fósforo Total (mg/l)	0.0124	0.53	0.24	0.083
Amoniac (mg/l)	1.4	25.44	4.35	5.74
Coliformes Totales	32750000	72500000	-	40500000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	5.6	48	28	30
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	16	60	42	30

Fuente: Manrique, L. Peláez, M. (2010). Evaluación de la Calidad del Agua de la Quebrada La Perdiz en el Área de Florencia - Caquetá- Colombia-(2010).

Sarabia (2011), en su investigación sobre calidad del agua de riego en san Luis Potosí, detectó que algunas muestras de agua que sobrepasaron el límite permisible de las normas oficiales mexicanas (DOF 1996) para uso agrícola en la concentración de sulfatos (SO<sub>4</sub> – 2) y la conductividad eléctrica (CE), lo cual representa un exceso de sales en el agua. También sobrepasan las normas, en algunos casos, las concentraciones de coliformes fecales (NMP/100 ml.) y los sólidos disueltos totales (SDT). Se encontró que los nitratos presentan altas concentraciones en el agua de riego. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis más amplio de elementos traza, tanto en agua como en suelos y cultivos para observar si existen otros elementos que pudieran causar un problema de salud pública.

Tabla 2

*Promedio de valores fisicoquímicos de la calidad del agua en el valle San Luis de Potosí, México.*

PARÁMETROS	Riego agrícola criterios ecológicos CE-CCA-00189	Riego agrícola ley federal de derechos de agua, 2009	Concentración promedio final
Arsénico	0.10	0.10	0.003
Cobre	0.20	0.20	0.01
Manganeso	0.10	0.20	0.01
Plomo	5.00	0.50	0.01
Hierro	5.00	5.00	0.02
Coliformes fecales	1000.00	1000.00	964.05
Coliformes totales	-	-	1085.70
Sólidos disueltos totales	500.00	500.00	588.10
Sulfatos	130.00	250.00	124.01
Nitratos	5.00	5.00	14.50
Nitritos	0.05	0.05	0.009
Cloruros	147.50	150.0	113.24
Conductividad eléctrica dS m-1	1.00	-	1.16
PH			7.06
SDT			588.00

Fuente: Sarabia, 2011. Resumen de parámetros de la calidad del agua en un valle de México.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Vargas (2018), en la investigación realizada en Huancavelica obtiene los siguientes resultados analizados con la prueba de normalidad de Anderson Darling y para la hipótesis la prueba de Z ( $p=0.05$ ), donde se evidenció que las concentraciones de fosfatos (0.21 - 4.76 mg/L), superó el límite establecido por el ECA para agua - categoría 3, a diferencia de las concentraciones de nitratos (0.2 - 4.6 mg/L), ya que estos están debajo del ECA para agua - categoría 3. Así mismo, se concluyó que los fosfatos presentan concentraciones muy elevadas, valores muy por encima de lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 3 (1 mg/L), todo ello a consecuencia de vertimientos directos de aguas residuales municipales y desechos domésticos en los diferentes puntos del río. Siendo lo contrario en los nitratos ya que sus concentraciones se encuentran dentro de lo establecido por el estándar de calidad ambiental para agua– categoría 3.

Córdova (2016), realizó una investigación sobre la calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho, Apurímac. Ejecutó el muestreo en dos puntos M-02 ubicado en la parte alta en el inicio de la zona urbana y el punto M-01 ubicado al finalizar la zona urbana en la parte baja, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis según los ECA categoría III. Después de análisis se pudo determinar que el punto M-02 cumple con todos los estándares no así el punto M-01, que sobrepasa los valores de los parámetros referentes a los Coliformes Totales (1600 NMP/100ml), Coliformes Termotolerantes (1600 NMP/100ml) y *Escherichia coli* (920 NMP/100ml), indicador de contaminación termotolerantes. Se concluyó que aguas abajo la microcuenca no cumple con los ECA categoría III para riego de vegetales y bebedero de animales pues están contaminadas con residuos termotolerantes procedente de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo.

Teves (2016), en su tesis indica que se realizó un estudio fisicoquímico del agua del río Cacara, para determinar la calidad del recurso que es destinado al riego de cultivos agrícolas y bebida de animales en una zona calificada de extrema pobreza. En base a los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Cacara no sobrepasan los niveles establecidos en el estándar nacional de calidad ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Cacara, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L), Fe (1,005 mg/L) y pH (6,03). Del análisis realizado se concluye que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Cacara.

Izquierdo y Verastegui (2017) en la tesis sobre metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el río Jequetepeque, Cajamarca en la que indica que se tomó como muestra un litro por cada una de las 6 estaciones de monitoreo en época de lluvia, así como en época de estiaje (12 muestras). Los resultados fueron concentraciones menores a los estándares establecidos por el D.S. N°015-2015- MINAM para aguas superficiales categoría 3 (D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo y D2: bebida de animales) y solo fue detectada la presencia de los siguientes metales pesados: El Arsénico, en dos puntos de muestreo (P4: 0,001mg/L y P5: 0,003 mg/L) Cadmio en cinco diferentes puntos de muestreo (P2, P3, P4, P5 y P6 con 0,001mg/L) y Plomo en dos puntos de muestreo (P3: 0,004 mg/L y P6: 0,007mg/L) estas concentraciones respecto al mes de mayo (época de lluvia), mientras que en el mes de noviembre (época de estiaje) los valores de la concentración de estos metales fueron : Arsénico, en tres puntos de muestreo (P1: 0,004mg/L, P2: 0,005mg/L y P4: 0,006 mg/L) y Plomo en dos puntos de muestreo (P3: 0,003 mg/L y P6: 0,004 mg/L). Finalmente, en ninguno de los puntos muestreados se encontró presencia de metales pesados como: el Cromo y el Mercurio.

Mejía (2016), en la tesis sobre contaminación del río Zaña, Chiclayo en el que menciona que en la evaluación de los metales pesados Cianuro (CN), Arsénico (As), Cromo (Cr), Cadmio (Cd) y Mercurio (Hg) en su forma libre, en aguas superficiales del río Zaña, en el periodo noviembre 2014 a enero 2015, bajo condiciones de nula precipitación pluvial en el ámbito de la cuenca baja Zaña, en el tramo correspondiente al departamento de Lambayeque, con el propósito de determinar el grado de contaminación del medio agua. Los metales As, Cd y Cr fueron analizados bajo el método estandarizado EPA Method 200.7, mientras que C N total mediante el método EPA Method 335.2 y EPA Method 245.7 para Hg. Los resultados revelan que los niveles de concentración de los metales pesados analizados se encuentran por debajo del nivel de cuantificación, siendo no detectables (ND) para Cianuro (ND < 0.004 mg/L), Arsénico (ND < 0.007 mg/L); Cadmio y Cromo (ND < 0.001 mg/L) y Mercurio (ND < 0.0001 mg/L), demostrando que no existe contaminación del medio agua de la cuenca bajo estas condiciones ambientales y estos contaminantes podrían ubicarse en el medio suelo (sedimentos del río y otros) y que además los factores físicos y la vegetación estaría cumpliendo su función depuradora (atenuante). Asimismo, se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas en el Perú, en las categorías de Uso 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y Aguas superficiales destinadas a la recreación; Uso 3: Riego de vegetales y bebida de animales y Uso 4: Conservación del ambiente acuático.

Pocoy (2015), en la tesis en Cañasbamba, evaluó la calidad de agua en época de estiaje, considerando tres (03) meses: Mayo, junio, Julio del año 2.015, para el estudio se estableció las bases que se emplean para la determinación del agua para riego mediante la: Norma Riverside del Laboratorio de Salinidad de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos- USDA y según los Estándares de Calidad Ambiental de agua dela: Ley de Recursos Hídricos. Para determinar la calidad de agua para riego se establecieron cinco puntos de monitoreo por cada mes de estiaje: bocatoma: Huanchuy, ingreso al CIPA, Canal de tierra, Canal revestido (entrada a los frutales y flores) y punto de salida CIPA- "Cañasbamba". Para clasificar la calidad de agua con la Norma Riverside se utilizó el índice de Relación de Adsorción de sodio (RAS) y la Conductividad Eléctrica, se analizaron los parámetros físicos, químicos y algunos metales pesados de todos los puntos de monitoreo para ser comparados con los estándares de calidad ambiental de agua. Presentando los siguientes resultados en los parámetros evaluados:

Tabla 3

*Promedio de valores fisicoquímicos de la calidad del agua en el CIPACañasbamba*

ESTACIONES	Ph	Conductividad (us/cm)	Temperatura	SDT (mg/l)	Metales (zinc) (mg/l)
M-01	7.34	269.83	19.47	139.33	-
M-02	7.17	260.90	18.73	120.97	0.200
M-03	7.16	247.40	18.60	113.70	-
M-04	7.16	247.93	18.67	114.07	-
M-05	7.17	250.63	18.80	118.13	-

Fuente: Pocoy, M. (2015). Calidad del agua para riego en el Centro de investigación y producción agrícola (CIPA) Cañasbamba, Perú.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Calidad de agua

Aguas Urbanas (2018) respecto a la calidad del agua, nos dice que la calidad del agua se conceptualiza como la descripción de aquel recurso hídrico apto para el consumo y uso, que no tienen procedencia a partir de la eliminación de residuos desechados por el ser humano, siendo estos derivados de actividades domésticas o actividades comunes o servicios públicos ofrecidos en la zona por el estado, residuos industriales, de minería, entre otros.

Esta sustancia debe encontrarse con niveles químicos, físicos y biológicos acordes a la normativa en vigencia, basándose en los estándares que establecen que no es perjudicial directa o indirectamente para la salud de ningún ser viviente y no conlleva ninguna afectación.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2005), respecto al uso del agua para la agricultura, señala que el nivel disponible de agua de buena calidad es medular por ser requerido para la adecuada culminación de diversos procesos, entre ellos: biológicos, para el mantenimiento de la biodiversidad y de los ecosistemas, para la salud humana y para las funciones primarias y secundarias de la producción. Dicho recurso hídrico para no ocasionar infecciones fúngicas, contaminación por hongos u otros estragos, debe de cumplir con estándares para poder ser usados en el sector agrario, puesto que ello conlleva al riego o actividades relacionadas a alimentos que posteriormente serán consumidos por el ser humanos o animales en contacto con el mismo. Gran parte de esta agua tiene como fuente los ríos y arroyos pudiendo ser extraídos de pozos o de forma superficial

### 2.2.2. Monitoreo de variable fisicoquímicas del agua

Es una metodología eficiente que abarca el establecimiento de parámetros físico-químicos en muestras de agua. Contribuye para poder estimar el cambio potencial o significativo en este recurso, para ello se debe de realizar en una zona específica y con cierta cantidad de repeticiones los cuales dependerán de la evaluación inicial. A partir de ello, se puede determinar un plan de gestión que debe ser integrada y enriquecida con la información de otros monitoreos, tales como: el biológico (Aguas Urbanas, 2018).

Tabla 4

*Parámetros fisicoquímicos indicadores de calidad de agua.*

Parámetro	Definición
CAUDAL	La variabilidad o alteración en el equilibrio del volumen de agua conllevan a consecuencias a multiparámetro modificando los valores del agua monitoreada
TURBIDEZ	Si se incrementa el nivel de partículas en suspensión, se indica que la turbidez es alta, y esta variabilidad o desequilibrio merma la calidad del agua
TRANSPARENCIA	su presencia significa que se poseen excelentes propiedades, equilibradas y sin sobrepasar ningún límite o estándar vigente
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (STS)	Indicador de aportación de minerales o materia orgánica derivada de efluentes, los cuales también afecta la turbidez.

MATERIA ORGÁNICA (MOS)	Es un compuesto caracterizado por ser un indicador para establecer parámetros físicos y contaminantes presentes en el agua
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (STD)	Residuos que se emplean como indicador de concentración de minerales y contaminantes como metales, también es indicador de la conductividad.
SALINIDAD	Medida empleada como índice de contaminación industrial.
CONDUCTIVIDAD	Esta capacidad del recurso hídrico indica conducción de electricidad, siendo proporcionales a la concentración de los sólidos disueltos o electrolitos en la misma
METALES PESADOS	Un aumento de metales pesados puede indicar contaminación por minería, efluente industrial, fertilizantes y plaguicidas, emisiones vehiculares, funciones e inadecuada disposición de residuos sólidos.
OXÍGENO DISUELTO	Ante la existencia de bajos niveles de oxígeno gaseoso disuelto en agua se eleva la contaminación orgánica. Siendo su crecimiento en concentración un indicador de buena capacidad
TEMPERATURA	Forma de medir la energía cinética en efluentes
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	Proceso biológico y parámetro que ayuda con la medición de dióxígeno consumido para la descomposición de materia orgánica, con relación directamente proporcional a la misma.
COLIFORMES FECALES	Indicador de bacterias o presencia de heces. Su fuente puede establecerse mediante evidencias de tuberías o sistemas de saneamiento o incluso desde muestras en la fuente; no obstante, su presencia en menor cuantía no implica ocasionar enfermedades.
NITRÓGENO TOTAL	Nutriente empleado como indicador de contaminación de diversos tipos y fuentes
DISUELTO (NTD)	Es la sumatoria de todos los N en la sustancia, con relación directamente proporcional al fitoplancton.
AMONIACO	Su presencia suele ser normal en aguas subterráneas, sin embargo, en aguas superficiales es indicador de contaminación; asimismo, es inversamente proporcional a la cantidad de oxígeno o anoxia en el agua

NITRATO	Vasodilatadores que en concentraciones altas y en adición a cierta cantidad de O <sub>2</sub> indica contaminación de fuente puntual o dispersa.
NITRITO	Inhibidores que establecen que en el agua hay bajos cantidad de O <sub>2</sub> . Asimismo, está relacionado al ciclo del nitrógeno
FÓSFORO TOTAL Y FÓSFORO TOTAL DISUELTO	Este elemento no metálico debe ser menor o igual a 0.5 mg/L, en combinación con arsénico y nitrógeno ocasiona estragos a la salud que vulneran lo permitido en la normativa.
FOSFATO	Estos compuestos o sales si se encuentran en baja concentración indican actividad biológica alta, ya que son micronutrientes para organismo que pueden estar presentes en el agua.
pH	Es un determinante para solubilidad y para el consumo de organismos acuáticos, si presenta altos niveles indica alcalinidad, pero si sobrepasa los estándares sería equivalente a incrementar su dureza generando problemas estéticos; además, un bajo nivel del mismo indicaría acidez e implicaría diversas reacciones en el cuerpo humano (a nivel químico)
ALCALINIDAD	Es una medida que indica la capacidad del agua para realizar la neutralización de ácidos, por ende, su incremento indica gran contaminación de la fuente, efluente o muestra.

---

Nota: Información obtenida de Aguas Urbanas: Monitoreo de variables físico-químicas de agua.  
 Enlace: <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/15/monitoreo-de-variables-fisico-quimicas-de-agua/>

### 2.3. Calidad de agua para el riego en la agricultura

El riego como estrategia de producción debe cumplir con parámetros químicos, físicos y biológicos, basándose en una composición que no exceda los límites o parámetros vigentes, pero no por ello teniendo que abarcar los mismos requerimientos que el agua de consumo humano. Por ello, la evaluación de indicadores de calidad es incidente debido a que debe usarse por periodos prolongados; en este sentido según lo establecido a nivel mundial y en territorio peruano, se debe evaluar: la concentración de sólidos disueltos; salinidad; cantidad de carbonatos y bicarbonatos; concentración de otros iones específicos, concentración de Fe y Mn (Castellón, J., Bernal, R., Hernández, M., 2014).

Para Bojórquez (2008) “uno de los factores más importantes en la producción intensiva de cultivos después de la disponibilidad del agua, es su calidad”. El autor menciona que el análisis de la calidad del agua es uno de los factores prioritarios para determinar la factibilidad de establecer un sistema de producción intensiva. Sin embargo, aunque existen datos acerca de las condiciones ideales de la dureza o alcalinidad del agua, el pH y la conductividad eléctrica, cada laboratorio hace sus propias interpretaciones, creando un vacío de información que limita la toma de decisiones.

Para el informe de Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales del Ecuador (2014) respecto a la calidad de agua para riego agrícola, señala que: requieren fundamentalmente de dos elementos, el agua y los nutrientes, y estos van disueltos en el agua para que la planta los pueda absorber. Se hace necesario conocer con qué tipo de agua regamos a determinado cultivo, porque según la calidad del agua, es decir, según sus propiedades químicas, físicas y biológicas sabremos si un agua es apta o no para el cultivo. De ello dependerá la calidad y cantidad del cultivo, si tenemos agua de buena calidad tendremos cultivos limpios o de buena calidad y tendremos una mayor producción; si el agua de riego es de mala calidad podemos dañar el suelo u ocasionar daños a los cultivos; al suelo con la acumulación de sales y al cultivo quemando partes de las plantas.

#### **2.4. Calidad Ambiental**

El Estándar de Calidad Ambiental es legalmente la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”. El ECA de agua es una unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. Un ECA no es un valor de medición para una emisión o efluente. Así, en el caso de una autorización de vertimiento, está autoriza el vertimiento de manera tal que no se exceda el ECA, que está predeterminado en función del uso del agua (MINAM, 2015).

La calidad ambiental, Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un sistema ambiental general dentro de un espacio geográfico dado, sin o con la mínima intervención del ser humano. Entendiéndose ésta última, como las consecuencias de los efectos globales de las acciones humanas. (La Gaceta, 2014).

## 2.5. Estándar de la calidad del agua para riego (ECA)

Los estándares de calidad de agua son un conjunto de parámetros ambientales, cuyos valores indican la salud de un determinado ecosistema. En ese sentido, el Ministerio del Ambiente, mediante un Decreto Supremo, estableció un conjunto de parámetros que son de cumplimiento para los titulares de proyectos vinculados al uso, gestión y manejo de los recursos hídricos. A continuación, se presenta la siguiente información:

Tabla 5

*Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo*

PARÁMETROS	UNIDAD	D1: RIEGO DE VEGETALES	
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido
<b>FÍSICO- QUÍMICO</b>			
Aceites y Grasas	mg/l		5
Bicarbonatos	mg/l		518
Cianuro Wad	mg/l		0.1
Cloruros	mg/l		500
Color (b)	color verdadero escala pt/ Co		100(a)
Conductividad	us/cm		2500
DQO	mg/l		15
DBO	mg/l		40
Detergentes (SAAM)	mg/l		0.2
Fenoles	mg/l		0.002
Fluoruros	mg/l		1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)			
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l		≥ 4
Potencial de Hidrógeno	Unidad pH		6,5 – 8,5

(pH)		
Sulfatos	mg/l	1000
Temperatura	C°	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>		
Aluminio	mg/l	5
Arsénico	mg/l	0.1
Bario	mg/l	0.7
Berilio	mg/l	0.1
Boro	mg/l	1
Cadmio	mg/l	0.01
Cobre	mg/l	0.2
Cobalto	mg/l	0.05
Cromo Total	mg/l	0.1
Hierro	mg/l	5
Litio	mg/l	2.5
Magnesio	mg/l	**
Manganeso	mg/l	0.2
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.2
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.02
Zinc	mg/l	2
<b>ORGÁNICO</b>		
Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0.04
<u>Plaguicidas</u>		
Paratión	μg/L	35
<u>Organoclorados</u>		
Aldrin	μg/L	0.004
Clordano	μg/L	0.006
Dicloro Definil Tricloroetano (DDT)	μg/L	0.001
Dieldrin	μg/L	0.5

<u>Organoclorados</u>			
Endosufán	µg/L		0.01
Endrin	µg/L		0.004
Heptacloro y heptacloro epóxido	µg/L		0.01
Lindano	µg/L		4
<u>Carbamato</u>			
Aldicarb	µg/L		1
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>			
Coliformes	NMP/100	1000	2000
Termotolerantes			
Echerichia coli	NMP/100	1000	**
Huevos de Helminto	Huevo/L	1	1

Nota: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

### **2.5.1. Ubicación de los puntos de control en el cuerpo receptor de un vertimiento de aguas residuales**

Según el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, emitido por la Autoridad Nacional del Agua (Resolución Jefatural N°010-2016-ANA), los puntos de control en el cuerpo de agua lóxico se ubican fuera de la zona de mezcla, un punto aguas arriba a una distancia de 50 metros del vertimiento y un punto de aguas abajo a una distancia de 200 metros desde donde se realizó el vertimiento.

La distancia de 50 m del punto de control de aguas arriba del vertimiento corresponde a una distancia referencial; la ubicación exacta dependerá de las condiciones naturales del cauce del río o quebrada en lo referente a su forma, turbulencia y obstáculos para el muestreo, ante lo cual no se requeriría 50 m de distancia; y se permite tomar 20 m (de forma referencial).

No obstante, los puntos de control mencionados a continuación se ubicarán a distancias más largas: Cuando el Instrumento de Gestión Ambiental compruebe mediante la metodología simplificada pública por la USEPA u otro sustento que la zona de mezcla mide más de 200 metros, teniendo que ubicarse en la zona calculada (agua abajo).

- Cuando los puntos establecidos no pueden considerarse representativos o accesibles por falta de seguridad, dichos puntos se ubicarán en la zona que cumpla dichas condiciones y sea más cerca a los mismos. Para los puntos de aguas abajo, de preferencia se realizará la ubicación en un lugar que se encuentre lo más alejado posible de la zona de mezcla.
- En el caso de tener múltiples vertimientos para un mismo proyecto y al mismo cuerpo receptor, se podrán establecer dos puntos de control aguas arriba y aguas debajo de los vertimientos siempre y cuando no se exceda el largo del límite en base al área influyente directa. Todo ello para facilitar el desarrollo de posibles impactos potenciales. En caso de observar la existencia de uso de agua u otros vertimientos efectuados por terceros, se procederá a una reubicación aguas arriba.

### **2.5.2. Cuenca hidrográfica**

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados por un parteaguas (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (formando una cuenca denominada endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica). En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes).

Cotler, Galindo, González, Pineda, Ríos (2013) nos indican que se denomina indistintamente como hoya hidrográfica, cuenca fluvial, cuenca de exudación, cuenca de drenaje, etc., cuyo énfasis se sitúa en resaltar la capacidad natural de una geoforma cóncava para capturar, retener, depurar, conducir y drenar el agua a lo largo de conductos hídricos interconectados en su interior. El denominador común en dichas acepciones se sitúa en la definición del área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales y de deshielo confluyen hacia un colector común de descarga y se verifican determinados ciclos, gradaciones, procesos naturales dentro de la superficie limítrofe marcada por la línea divisoria de aguas. (Guía de Análisis y Zonificación de Cuencas Hidrográficas para el ordenamiento territorial, 2013).

### **2.5.3. Riego agrícola**

La agricultura de regadío consiste en el suministro artificial de agua a los cultivos a través de diversos métodos o sistemas de riego con el fin de cubrir las necesidades hídricas de estos que no son cubiertas por la precipitación, o para incrementar la producción agrícola transformando las zonas de secano (Iagua, 2023).

### **2.5.4. Contaminación del agua por la agricultura**

Según el Informe de Síntesis de la FAO (2021), respecto al Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura, considera que la contaminación del agua es una problemática a multinivel que afecta de forma directa a todos los países en la actualidad, mermando salubridad desarrollo y seguridad en materia de consumo humano y animal. Si bien es cierto, que existen diversas fuentes para su raudo incremento, se estableció a la agricultura como la principal fuente. La merma de su calidad es una constante amenaza para la vida en general.

Asimismo, se extralimita la capacidad del suelo para el almacenamiento amortiguamiento y degradación de agentes perniciosos que se filtran al agua derivados de múltiples fuentes a partir del tratamiento antropógeno de los suelos que contribuye a la permanencia o inclusive al rápido incremento de los niveles de nitrógeno, salinidad y demanda biológica de oxígeno(DBO) en el agua dulce están generalizados.

El uso agrícola de fertilizantes sintéticos a base de nitrógeno reactivo ha continuado aumentando desde el año 2000, pasando de casi 81 millones de toneladas a un máximo de 110 millones de toneladas en 2017, con indicios de un leve disminución en 2018. La producción de fertilizantes industriales y la fijación biológica del nitrógeno en la agricultura representan el 80% de la fijación antropógeno del nitrógeno. La tasa de crecimiento mundial del uso de fósforo en la agricultura es modesta, de 32 millones de toneladas en el año 2000 a una cantidad máxima de 45 millones de toneladas en 2016, seguida de una marcada reducción.

Las estimaciones indican que la entrada total de fósforo a las masas de agua a partir del uso antropogénico es de aproximadamente 1,47 millones de toneladas anuales, de los cuales el 62% procede de fuentes puntuales (domésticas e industriales) y el 38%, de fuentes difusas (agricultura). El uso agrícola de potasa ha crecido de 22 millones de toneladas en 2000 al punto máximo de casi 39 millones de toneladas en 2018. Las repercusiones en la eutrofización de aguas dulces no son pronunciadas, como en el caso del nitrógeno y el fósforo, si bien contribuyen a la salinidad derivada de la escorrentía.

## **2.6. Definiciones conceptuales**

### **Potencial de hidrógeno (pH)**

Es una forma de medir la acidez, cuya importancia radica en su capacidad para determinar si en el agua encontraremos, organismos perniciosos en mayor cuantía, alteración de concentración de las características normales, sustancias básicas o ácidas en el cuerpo de agua, entre otras. Para el caso de las aguas naturales el pH presenta un rango de 6 y 9; debiendo evaluarse sus razones debido a que los valores menos cercanos al 7 son indicadores de presencia de sustancias ácidas, anoxia y sobresaturación de oxígeno, siendo letales si oscilan en 4.5 o en el caso de 9.5 (Pérez-Castillo y Rodríguez, 2008).

### **Temperatura**

Es un parámetro importante con influencia de impacto significativo en la cobertura de la vegetación, cantidad de O<sub>2</sub> disuelto, velocidad del metabolismo en organismos, y en la fotosíntesis, sensibilidad de organismos a desechos que podría contener el cuerpo de agua, entre otros. Sus valores tienen una tendencia variable en base a la zona en la que se realice el muestreo (Paul & Meyer, 2001).

### **Oxígeno Disuelto (OD)**

Es un indicador de la concentración efectiva de oxígeno que puede expresarse en ppm (partes por millón) o mg.L<sup>-1</sup> y tiene estrecha relación con la presión, la temperatura y la salinidad. El presentar niveles insuficientes origina muerte, problemas de crecimiento, propagación de huevecillos y larvas en estado de putrefacción variaciones en referencia al cuerpo de agua; además guarda una relación inversa con la temperatura y su bajo nivel podría indicar que el cuerpo marino contiene cantidades no salubres de desechos, que se está efectuando el florecimiento de algas o que la temperatura es demasiado alta (Wetzel, 2001).

### **Turbidez**

Es antagonista a la transparencia en el cuerpo de agua, dependiendo al nivel de turbidez se puede determinar el nivel de transparencia de forma inversamente proporcional, esto se debe a la existencia de sustancias en forma sólida o líquida que pueden afectar la visibilidad de la misma, una vez que se observen cuerpos extraños que contribuyen a la variación del color usual del agua debido a erosiones, efluentes, vertimientos, sedimentación o turbulencia pudiendo ser medidas con el uso de un nefelómetro o un turbidímetro, los cuales facilitarán el registro del reflejo de luz de la zona monitoreada (Aguas Urbanas, 2018).

## **Transparencia**

Se conceptualiza como la profundidad hasta donde se pueda visualizar un cuerpo externo dentro del agua. Establecer el nivel de la misma facilitará el análisis de incidencias en el agua ya sea que haya materia suspendida o disuelta, ya que dicha propiedad cuya medición puede realizarse a través del coeficiente de atenuación difusa  $K(490)$ , permite la identificación de zonas óptimas para actividades fotosintéticas, o zonas aptas para el crecimiento de especies (Aguas Urbanas, 2018).

## **Sólidos disueltos totales (SDT)**

Son aquellas partículas o residuos que abarcan minerales, elementos metálicos, sales y todos los compuestos que no excedan 1.5 micras. Sus fuentes son diversas: comprendiendo aguas superficiales, urbanas, subterráneas e incluso lluvias en cuyo caso podrían oscilar entre 30 mg/L y 6000 mg/L (Ramírez et al., 1997).

## **Salinidad**

La salinidad es el indicador de la concentración de sales minerales en el cuerpo de agua, el cual debería presentar valores menores a 0.05% para que el agua registre el sabor característico, no genere daños fisiológicos en las células del cuerpo, sea apta para su uso y consumo humano. Este indicador permite la medición de Sólidos Totales Disueltos y es requerido para determinados cultivos ya que facilitan su correcto desarrollo (Esteves, 2011).

## **Conductividad**

Es un parámetro de confort que permite medir la capacidad de conducción para la corriente eléctrica, para ello, se requiere el monitoreo para evaluar las variaciones de impacto significativo en el agua encontrándose relacionada al nivel de salinidad. Debido a que los sólidos tienden a permanecer en el cuerpo acuático posterior al proceso de filtrado, la cantidad de los mismos afecta de forma directamente proporcional a la conductividad (Aguas Urbanas, 2018).

## **Metales pesados**

Estos elementos químicos altamente densos que pueden caracterizarse por generar toxicidad y por ser potenciales bioacumuladores de múltiples organismos. El agua los contiene de manera natural; sin embargo, si se encuentra en cantidades elevadas por lo general se determina que ha sido derivada de alguna actividad humana que demanda impactos en el ecosistema en el que se encuentre (Aguas Urbanas, 2018).

## **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Se conceptualiza como la cantidad de oxígeno requerido por microorganismos, por ende, se erige como un indicador medular para establecer el nivel de contaminación de las aguas por tener la capacidad para detectar el material biodegradable o el material orgánico degradado biológicamente (Aguas Urbanas, 2018).

## **Coliformes fecales**

Son aquellos organismos provenientes de un grupo de bacterias que se proliferan mediante desechos fecales como heces descuidados y derrames de aguas residuales, así como otros materiales orgánicos sin tratar, siendo la *Escherichia Coli* las más conocida y propagada entre los 5 grupos que las componen, a pesar de no desarrollarse en el medio ambiente en sí. Estos son fácilmente identificables mediante pruebas de detección para agentes patógenos. No obstante, la mayor parte de estas bacterias no ocasiona enfermedades graves, en especial si son detectados en el agua, por otro lado, se ha registrado mayor incidencia en alimentos contaminados por los mismos (Aguas Urbanas, 2018).

## **Nitrógeno**

Es un componente importante que abarca el 78% de los gases atmosféricos cuyas formas más frecuentes cuando se encuentra disuelto son:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NO}_3^-$ . En un cuerpo acuoso puede ser absorbido a partículas, o encontrarse integrando organismos como un nutriente limitante para el crecimiento del ser vivo al que aloje pudiendo modificar de forma positiva al proceso de eutrofización La eutrofización, cuyo origen es el excedente de nutriente, abarca el incremento de N y P en el agua, mejorando con ello, la eficiencia en el desarrollo de productores primarios, la variabilidad del oxígeno, la sobresaturación de oxígeno, el fomento de la lluvia ácida que contribuye a trasladar nutrientes al agua. Asimismo, impacta de forma negativa en la calidad del agua agotando el oxígeno y dándole al agua un olor a podredumbre, originando con ello, pérdidas económicas en la zona y afectando directamente la producción piscícola (Arocena, 2016).

## **Nitratos y Nitritos**

Ambos son indicadores medulares para la evaluación de la calidad del agua que están estrechamente vinculados al ciclo del N, siendo el Nitrato, el compuesto químico producto de la fijación del N y 3 átomos de oxígeno mediante alteraciones humanas como el uso de fertilizantes, abonos nitrogenados que se propagan mediante lluvias o bacterias provenientes de la raíz de alguna planta. Por otro lado, los nitritos presentan como fuente principal a las filtraciones de gran profundidad, las heces, biota muerta, por las bacterias heterótrofas en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, entre otros. Su incremento altera la composición de la sangre, produce cáncer, es tóxico y origina daños en especial a personas vulnerables como embarazadas, niños y gente mayor. Cabe incidir que según la normativa su concentración no debería de exceder a 0.1 mg/L (de Assis Esteves, 2011).

## **Sulfatos**

Se encuentra de forma permanente y natural dentro del agua de consumo y uso humano debido a que solo su consumo en grandes cantidades genera estragos salubres, tiene un efecto laxante si es combinado con Mg y Ca, y en caso de ser atacadas para u merma, forman sulfuro de hidrógeno. No obstante, cuando se encuentra presente en el cuerpo acuático realiza una variación en el sabor de la misma, volviendo al agua amarga o con umbrales que varían entre 250 mg/l y 1000 mg/l (Aguas Urbanas, 2018).

## **Fenoles**

Son aquellos sólidos cristalinos o sustancias muy reactivas que tienen la capacidad para realizar la inhibición de la correcta absorción de la vitamina A, causar erupciones, irritaciones oculares, dolor abdominal y diversas afecciones similares; pero también son bastante solubles al agua y pueden derivarse de forma natural, de fenólicos medulares, plaguicidas, tintes, pesticidas, plásticos, entre otros. También pueden actuar como antioxidantes para la prevención del deterioro celular pudiendo fundirse a 56 °C (133 F) y hervir a 184 °C (363 F) (Aguas Urbanas, 2018).

## **Cianuro Wad**

Compuestos desagregados con un ácido más débil mediante reflujo, siendo altamente contaminantes y comprendiendo otros metales, que por lo general provienen de extracciones pudiendo ser empleado para extraer oro (Aguas Urbanas, 2018).

## **2.7. Hipótesis de investigación**

### **2.7.1. Hipótesis general**

La calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral en áreas no monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua cumple con el ECA agua.

### **2.7.2. Hipótesis específicas**

Los componentes físico-químicos y metales de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral cumplen con el ECA de agua para riego.

Los componentes microbiológicos de la calidad del agua de riego para uso agrícola en la cuenca del río Chancay-Huaral cumple con el ECA de agua para riego.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Tipo**

La investigación aplicada, también conocida como práctica o empírica, se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren (Narvaez y Villegas (2014) La investigación propuesta es del tipo aplicada, dado que incluyó la descripción y el análisis de los componentes de la calidad del agua.

#### **3.1.2. Nivel**

Según Hernández (2014), los estudios descriptivos especifican las propiedades, características, perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (p. 92).

El estudio es de nivel descriptivo. toma como base estudios ya realizados, identifican características de hechos de investigación, describen conductas y comportamientos, tratando de presentar las características la manera más fidedigna y exacta posible, teniendo en consideración el ambiente donde se realizaron. (Ángeles, 2017),

#### **3.1.3. Diseño**

El diseño de la investigación es de tipo no experimental Para el caso del estudio realizado, no ha existido manipulación de las variables, por el contrario, se han descrito con bastante prolijidad las condiciones ambientales de un cuerpo de agua.

#### **3.1.4. Enfoque**

Durante la investigación se aplicó el enfoque Cuantitativo, Este enfoque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández, 2014, p. 4).

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

No aplica

### 3.2.2. Muestra

Para la toma de muestras de agua, se utilizaron los siguientes criterios

- a) De exclusión: No se consideraron las muestras establecidas en el monitoreo realizado por la Autoridad Nacional de Agua.
- b) De inclusión: Se consideraron en la investigación análisis químicos de los parámetros establecidos para llegar un mejor resultado.

La toma de muestras de agua se realizó tomando en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 7

#### *Ubicación de puntos de muestreo*

Punto de muestreo	Coordenadas UTM	Observación
AS-01	N= 8754668 E= 0309826 ZONA = 18L	Agua proveniente de los ríos Vichaycocha, San José de baños
AS-02	N= 8743626 E= 0281255 ZONA = 18 L	Ubicado en la cuenca media después de la confluencia entre los ríos Carac y Añasmayo
AS-03	N= 8732416 E= 0268745 ZONA = 18L	Ubicado a 300 metros de la estación santo domingo
AS_04	N= 8721937 E= 0260372 ZONA = 18L	Ubicado en la cuenca baja a 100 metros de la confluencia del río Orcón



### 3.3. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante la aplicación de un conjunto de métodos estandarizados internacionalmente y validados por la Autoridad Nacional del Agua, las mismas que se resumen en la siguiente tabla

Tabla 8

*Métodos y tipo de análisis estandarizados*

<b>ANÁLISIS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDAD</b>
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	μS/cm
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	mg BOD5/L

Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	(mg O <sub>2</sub> /L)
Fosfato o Fósforo Reactivo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - P E, 23 rd 2017	mg P/L
Nitrógeno Amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> D, 23 rd Ed. 2017	(mg N-NH <sub>3</sub> /L)
Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 23rd Ed. 2017	(mg N/L)
Oxígeno Disuelto	Totales SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	mg DO/L
Sólidos Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	mg/L
Metales Totales ICP-MS	EPA Method 200.8, Revision 5.4, 1994 / EPA Method 200.8, Revision 5.4, 1994. VALIDATED (Applied out of reach), 2020.	mg/ L
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	NMP/100mL

---

Fuente: Analytical Laboratory - ALAB

### 3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

- La georreferenciación se realizó mediante coordenadas UTM
- La ubicación de los puntos de muestreo se realizó utilizando el aplicativo del Google Earth
- La presentación de los resultados se realizó utilizando hoja de cálculo, elaborando tablas y gráficos para cada parámetro analizado, con un análisis de cada componente físico, químico o biológico y comparando con respecto al estándar establecido mediante la norma correspondiente.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Temperatura en el agua superficial

La temperatura del agua superficial en época lluviosa varió entre 11° y 18 °C, en tanto que, en la época seca, la temperatura del agua fluctuó entre 17,5° a 20°C.

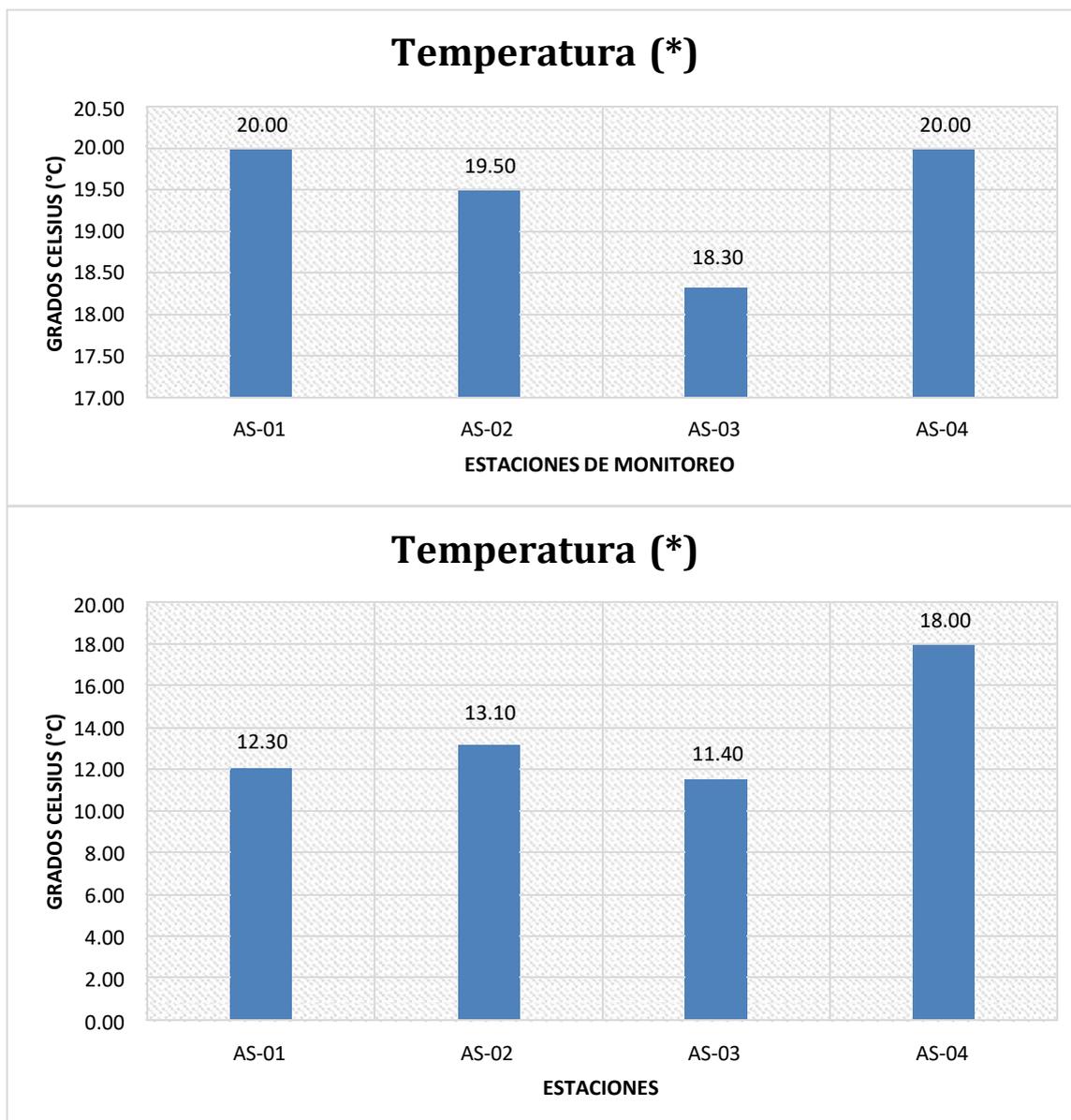


Figura 2. Temperatura (|C.) en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

Según normativa del MINAM establecido en el DS 004-2017-MINAM, respecto a los estándares de calidad de agua para riego y bebida de animales, la temperatura debe variar en 3°C, tanto positivo como negativo, respecto al promedio patrón de la zona.

## 4.2. Conductividad

De acuerdo a lo establecido en el DS 004-2017-MINAM, respecto al ECA agua para riego, el valor de la conductividad es de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cómo se puede observar, los valores hallados se encuentran por debajo del ECA para ambas estaciones.

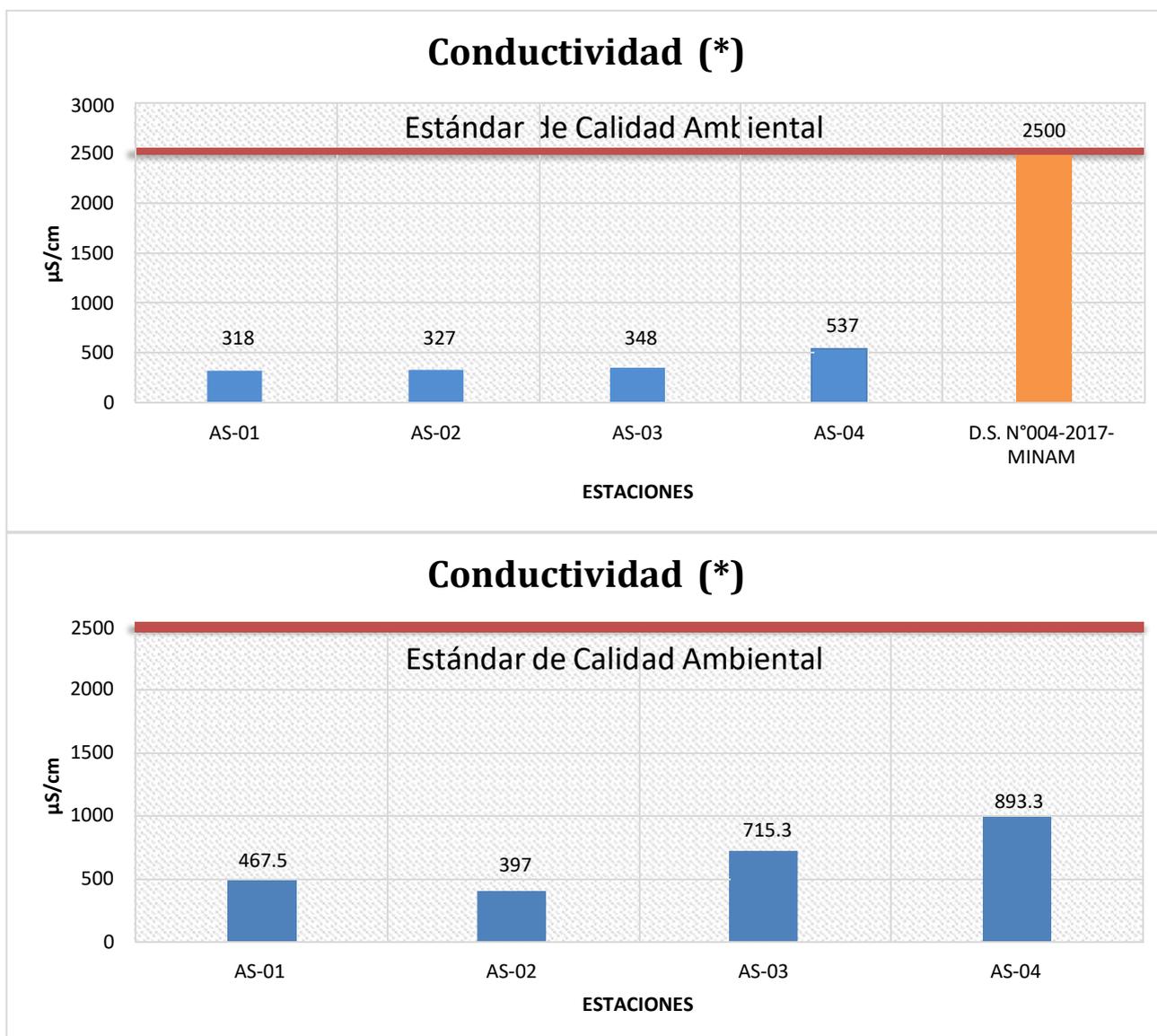


Figura 3. Conductividad en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

### 4.3. Oxígeno disuelto

Respecto al oxígeno disuelto, el valor mínimo debe ser mayor o igual a 4,5 mg/l., según lo establecido por el DS 004-2017-MINAM. Los hallazgos en la zona de estudio presentan valores superiores a lo establecido por la norma para ambas estaciones.

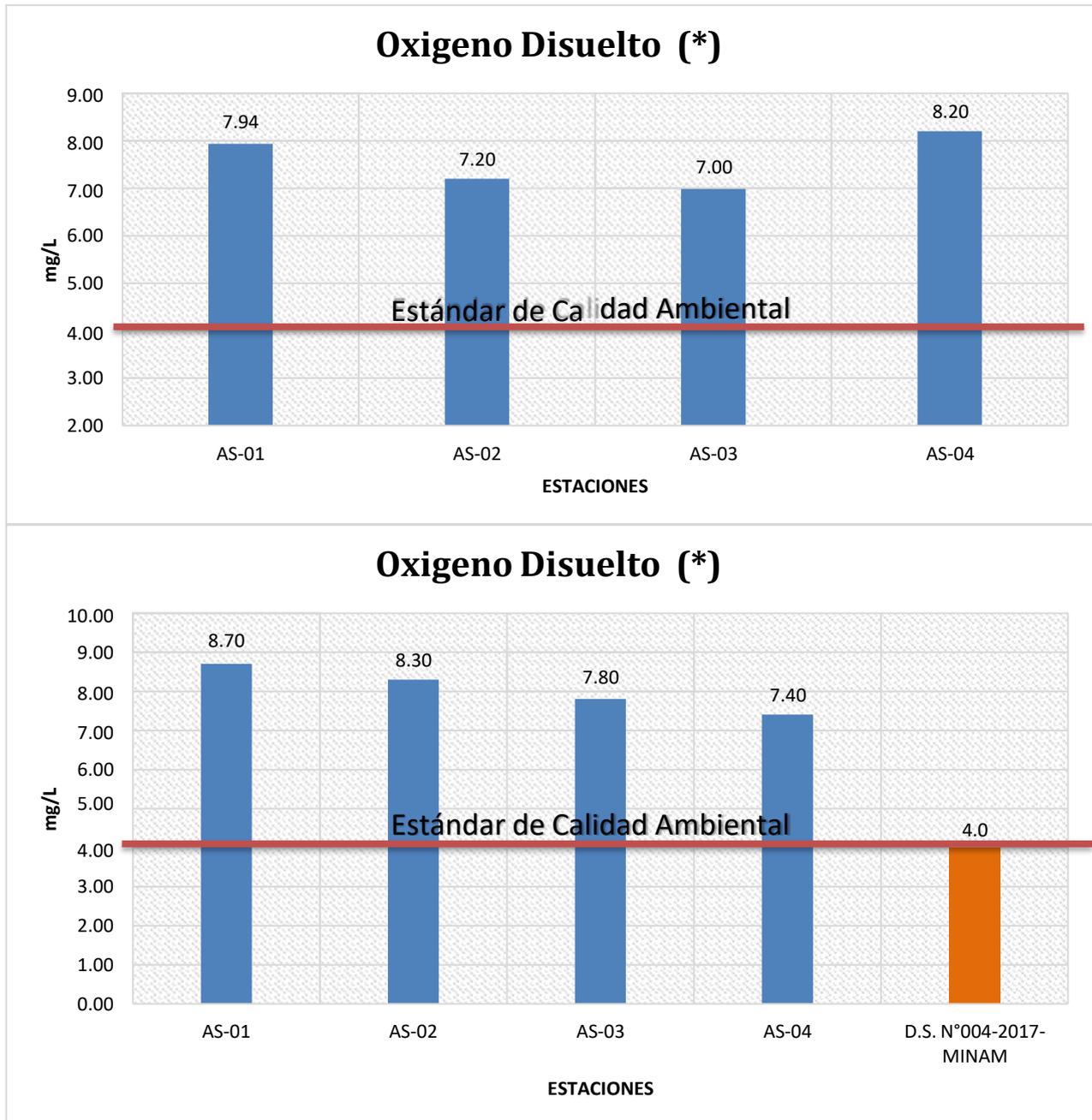


Figura 4. Oxígeno disuelto en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.4. Demanda bioquímica de Oxígeno

La DBO<sub>5</sub> en la zona de estudio, presenta valores inferiores a 2,0 mg/L para ambas estaciones, siendo el ECA para ese parámetro, establecido en 1,5 mg/L. Incluso se observa que, en la época lluviosa, el valor es cercano a 0.

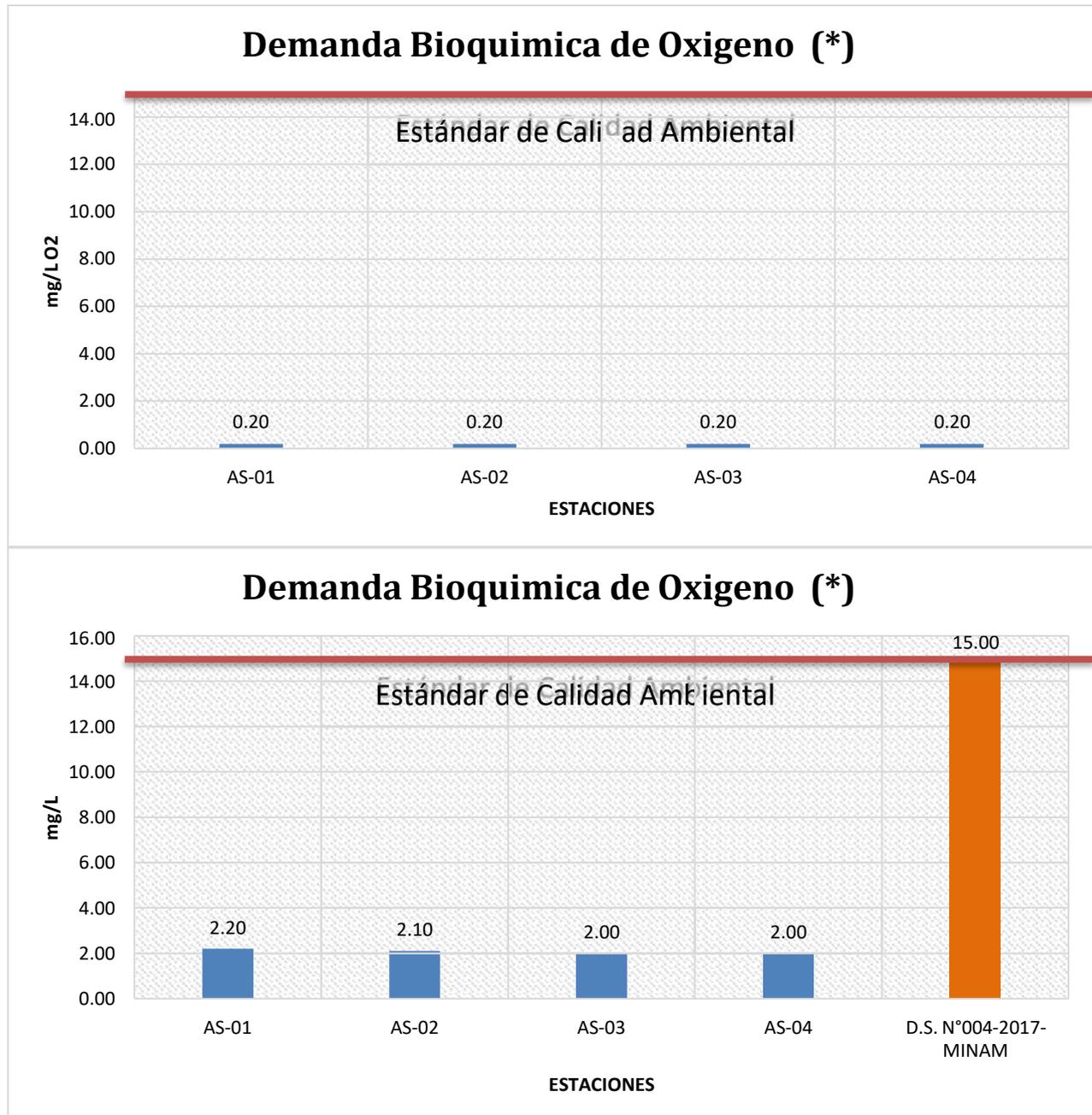


Figura 5. Demanda bioquímica de oxígeno en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.5. Potencial de hidrógeno (pH)

Según el ECA para agua de riego, el rango del potencial de hidrógeno se debe encontrar entre 6,5 a 8,5. Los hallazgos del estudio para ambas estaciones en la cuenca de Chancay-Huaral presentan valores que no superan el rango superior de 8,5.

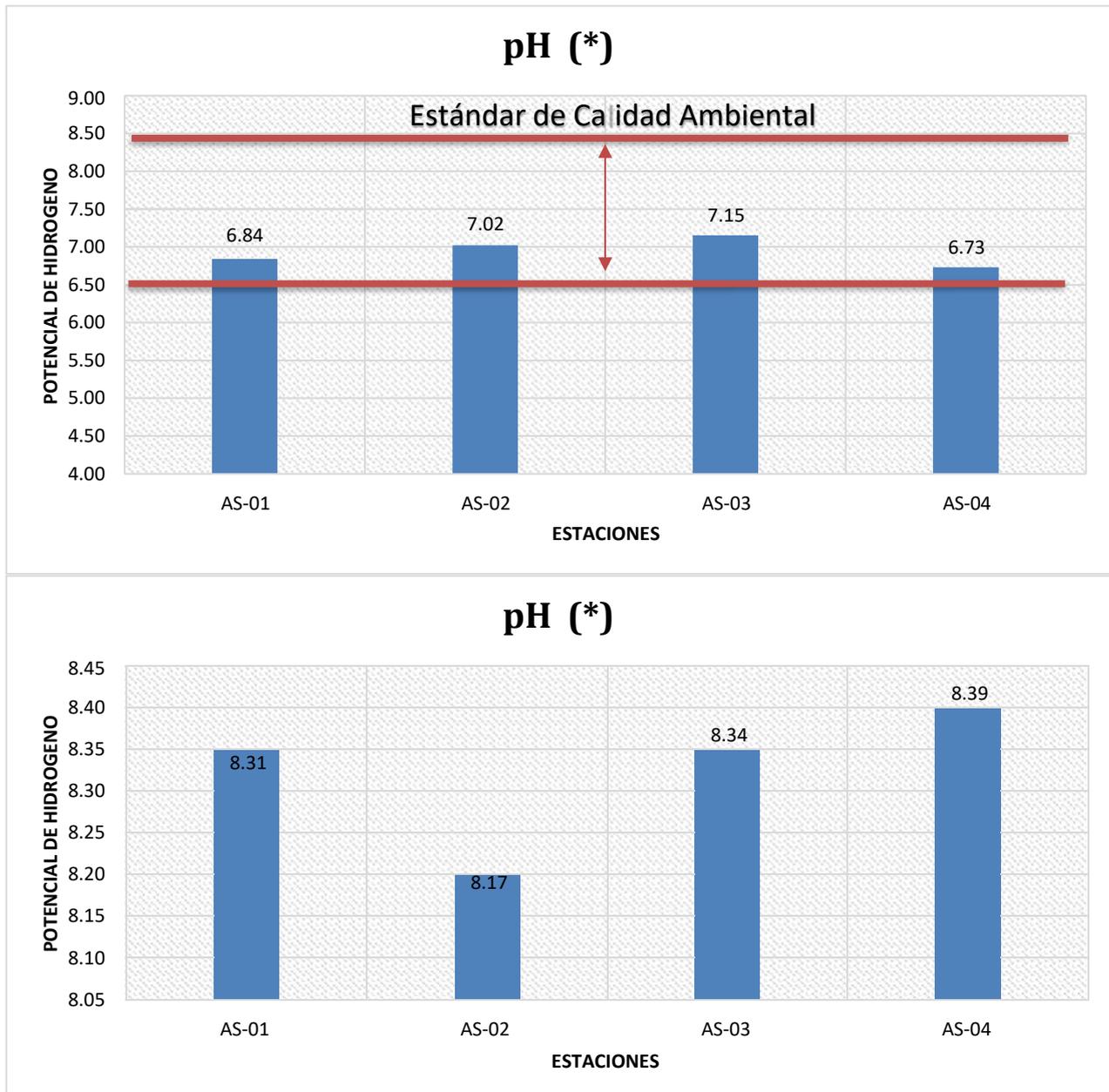


Figura 6. Potencial de hidrógeno (pH) en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.6. Detergentes

Los valores de detergentes hallados en las estaciones seca y lluviosa son inferiores a 0,02 mg/L, en tanto que el ECA establece un valor máximo de 0,2 mg/L para ese parámetro.

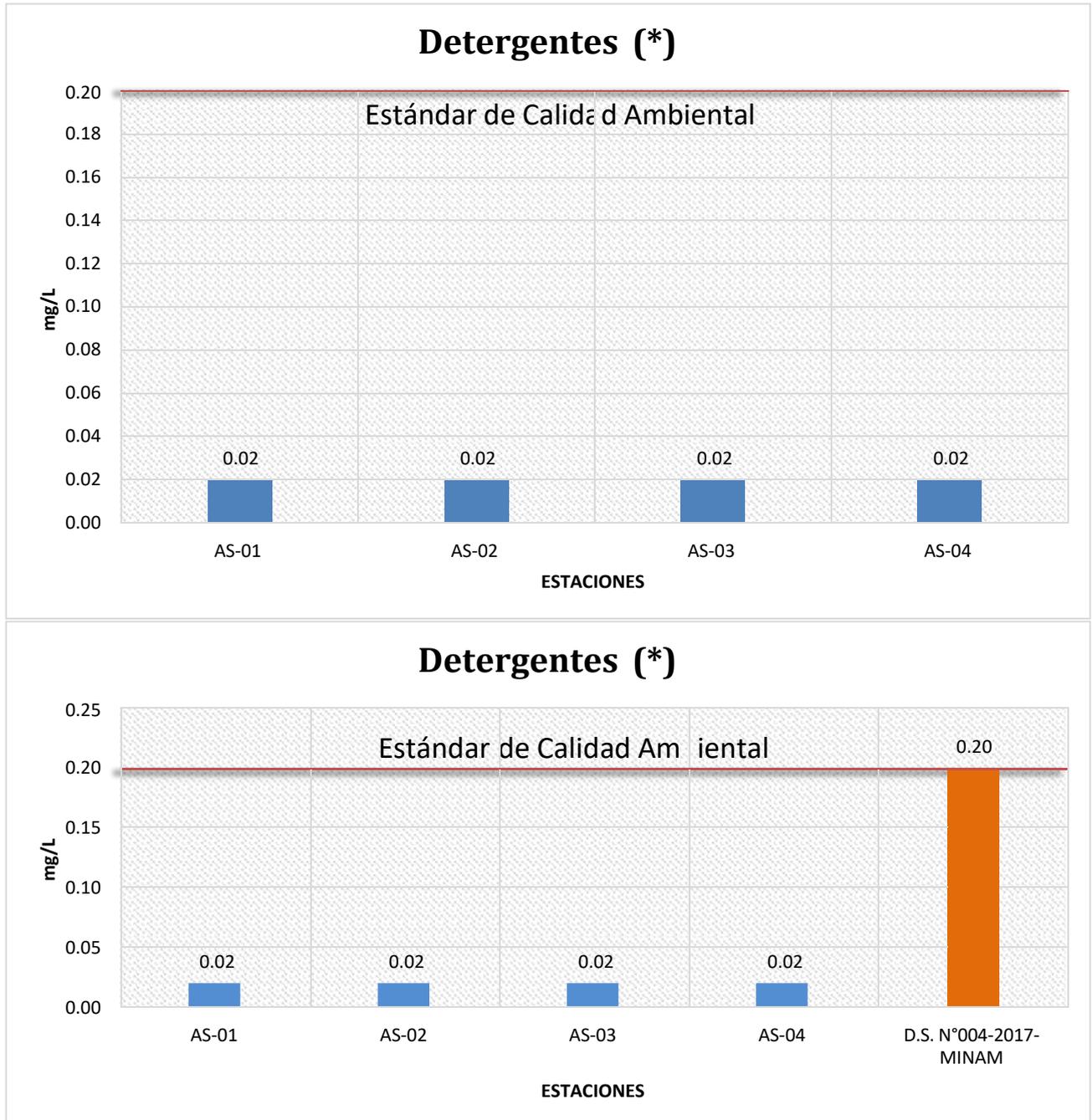


Figura 7. Detergentes en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.7. Alcalinidad por bicarbonatos

La alcalinidad por bicarbonatos registra valores ligeramente superiores a 100 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  ambas estaciones, siendo el ECA para el parámetro de 518 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .

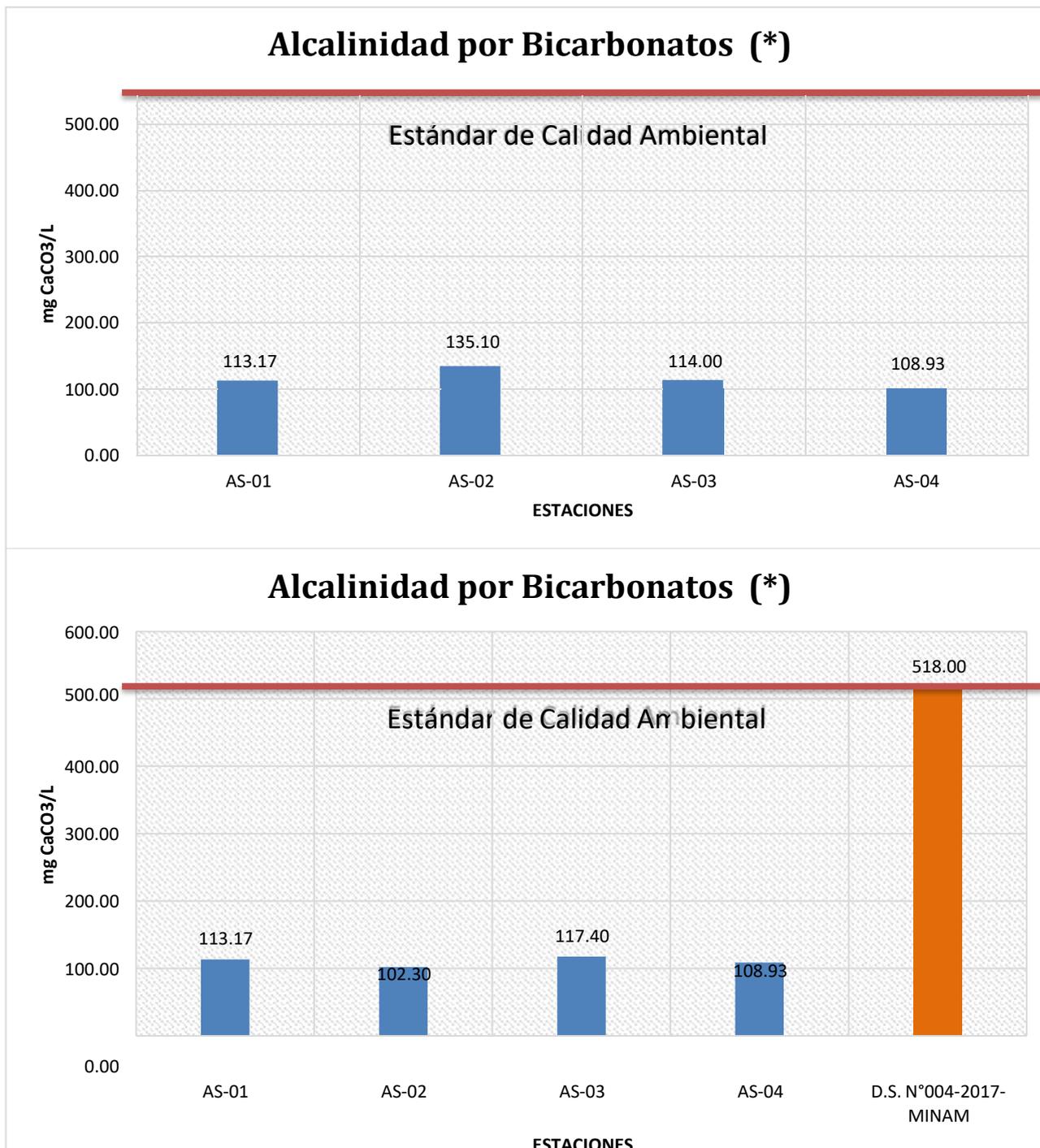


Figura 8. Alcalinidad por bicarbonatos en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.8. Fenol

Los fenoles son compuestos estrechamente relacionados con el consumo de alimentos vegetales, por ese motivo son motivo de interés. En ese sentido, los valores obtenidos en el estudio se encuentran por debajo del ECA para agua de riego (0,002 mg/l).

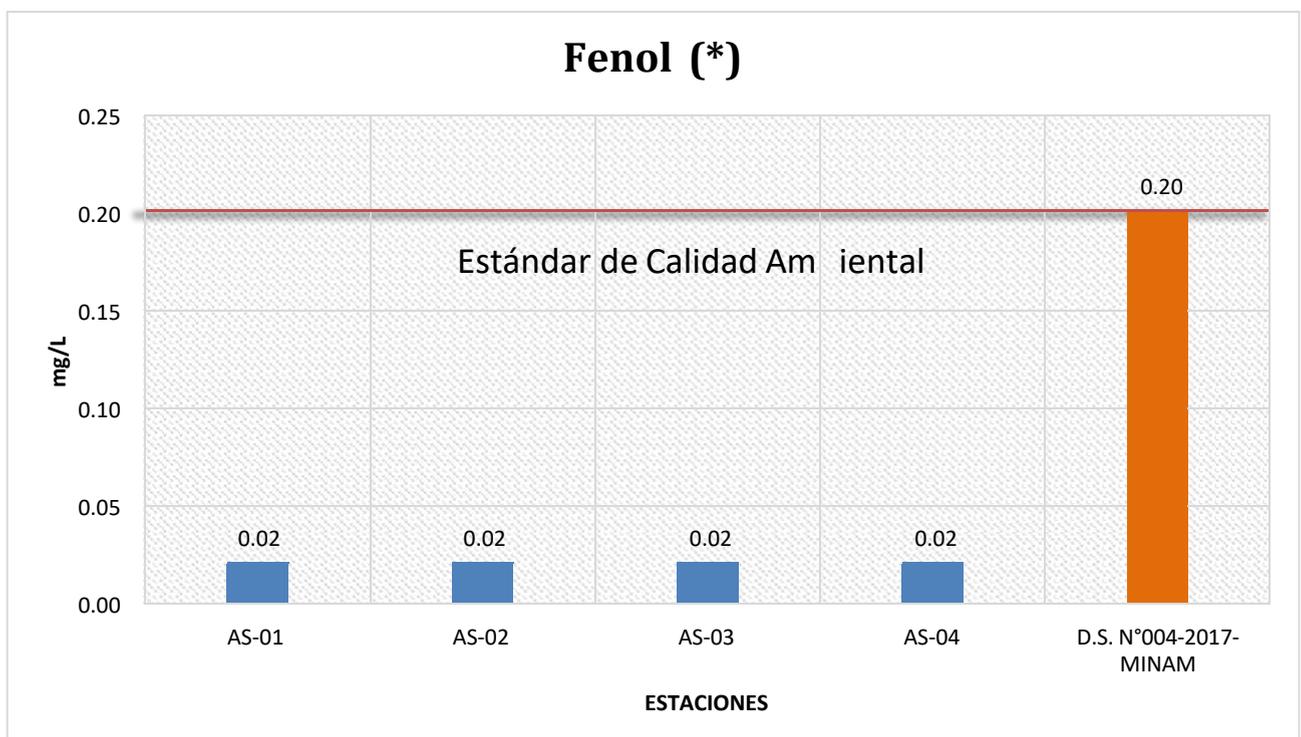
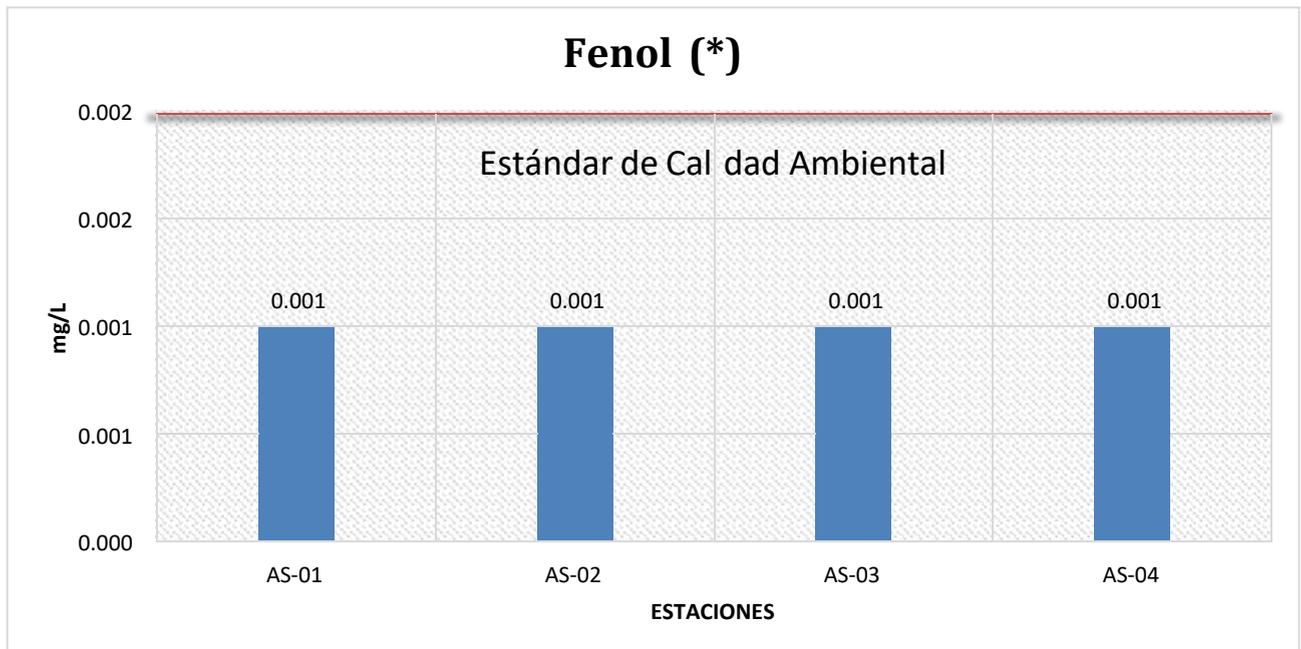


Figura 9. Fenol en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.9. Nitrito

El ECA para agua de riego en vegetales establece un valor de 10 mg/l, los valores obtenidos en el estudio se encuentran alrededor de 0,001 mg/l, indicador de una buena calidad del agua para este parámetro, asociado regularmente a la contaminación de origen fecal.

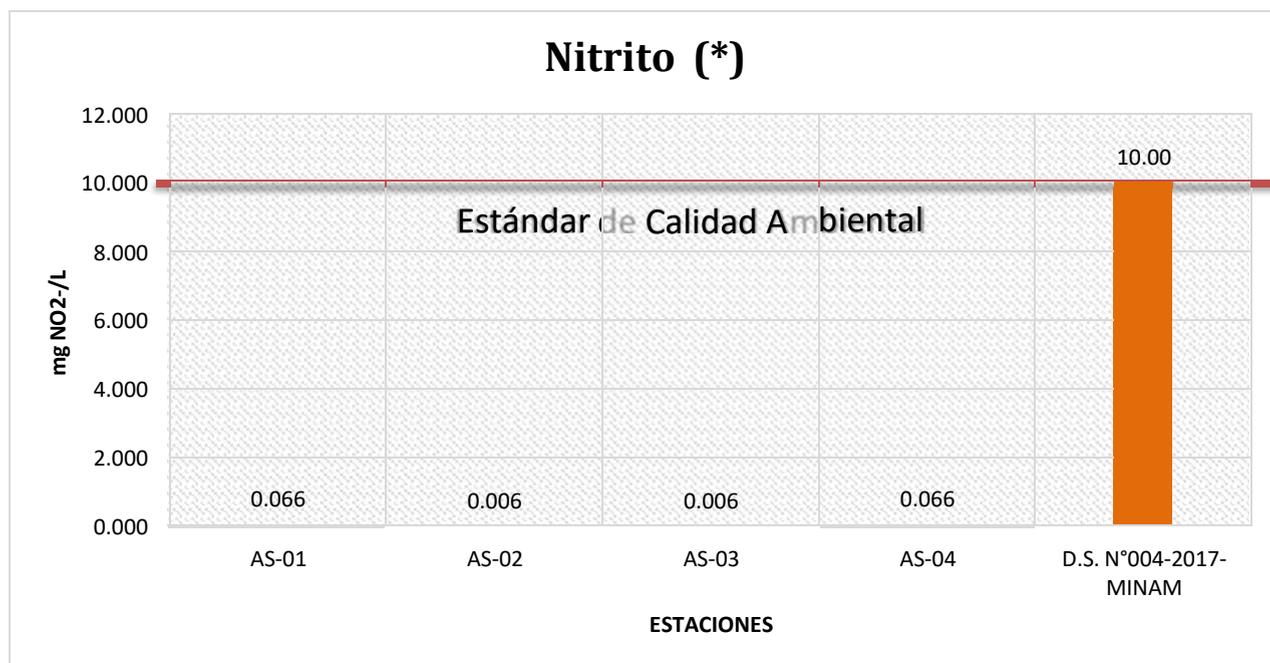
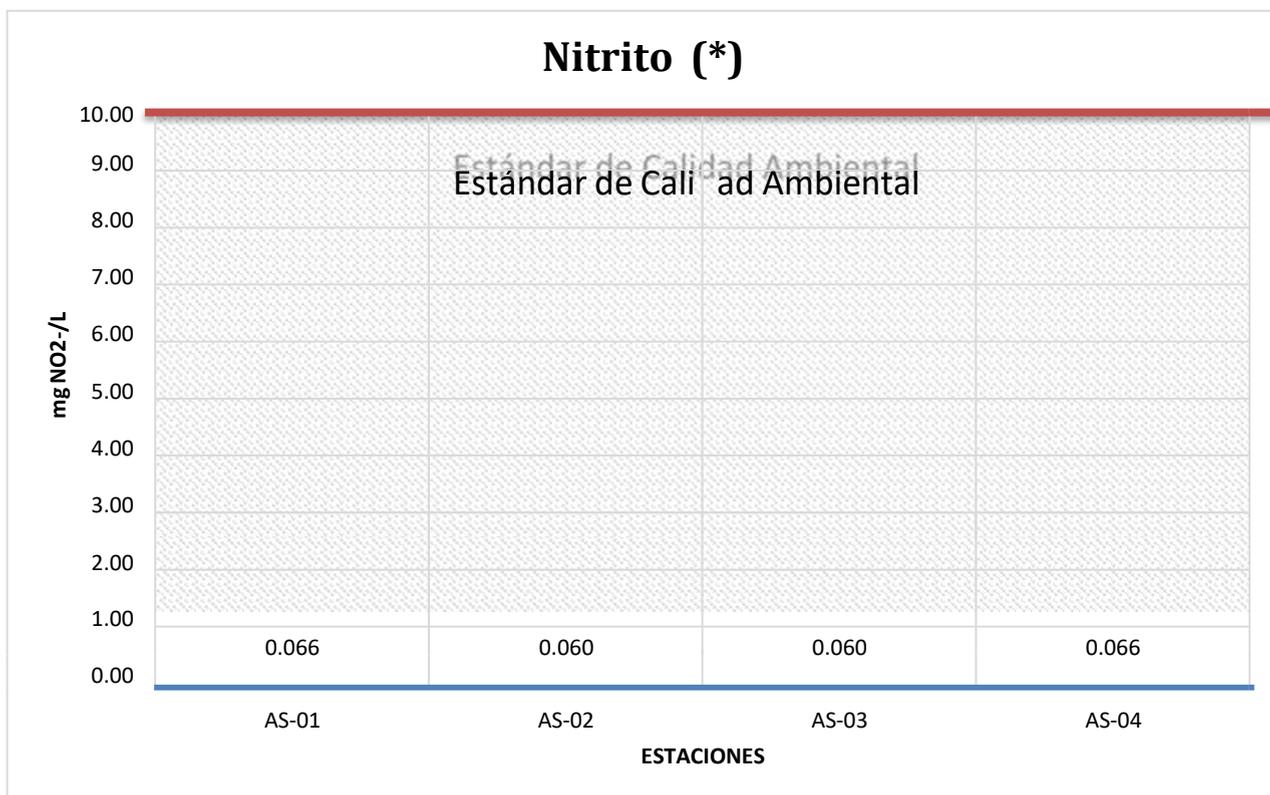


Figura 10. Nitrito en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.10. Coliformes fecales

Teniendo en cuenta que los coliformes fecales son termotolerantes a 44°C, el ECA para riego de vegetales ha establecido como límites valores entre 1000 a 2000 mg/l. Los hallazgos del estudio presentan valores en estación seca y lluviosa entre 600 a 750 NMP/100 ml., en ambas estaciones los valores se encuentran por debajo del estándar de calidad del agua.

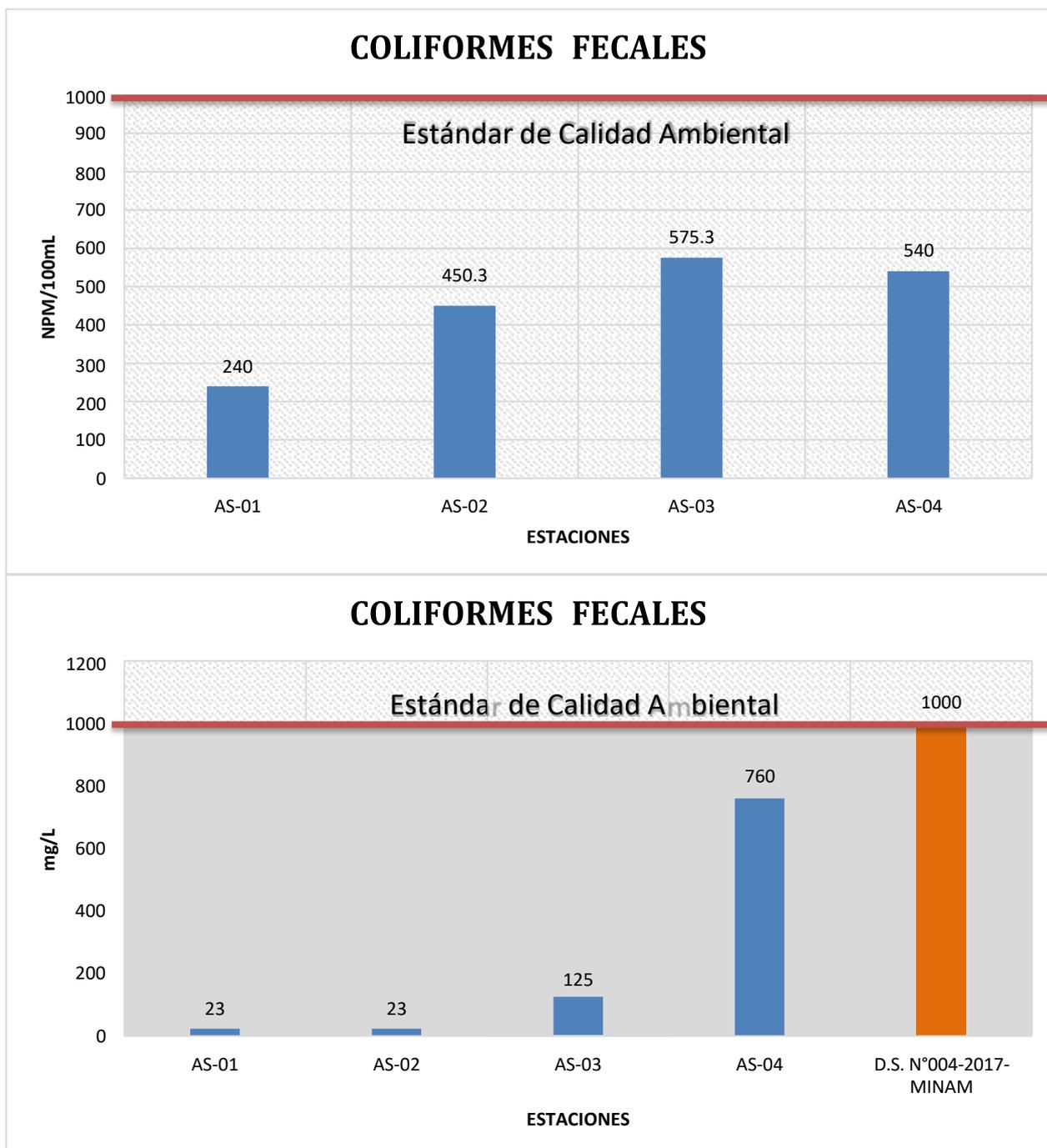


Figura 11. Coliformes fecales en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.11. Cianuro WAD

Para ambas estaciones los valores de Cianuro WAD obtienen valores inferiores a 0,01, indicador de que el agua no se encuentra contaminada con este tipo de metal, por tener un pH neutro.

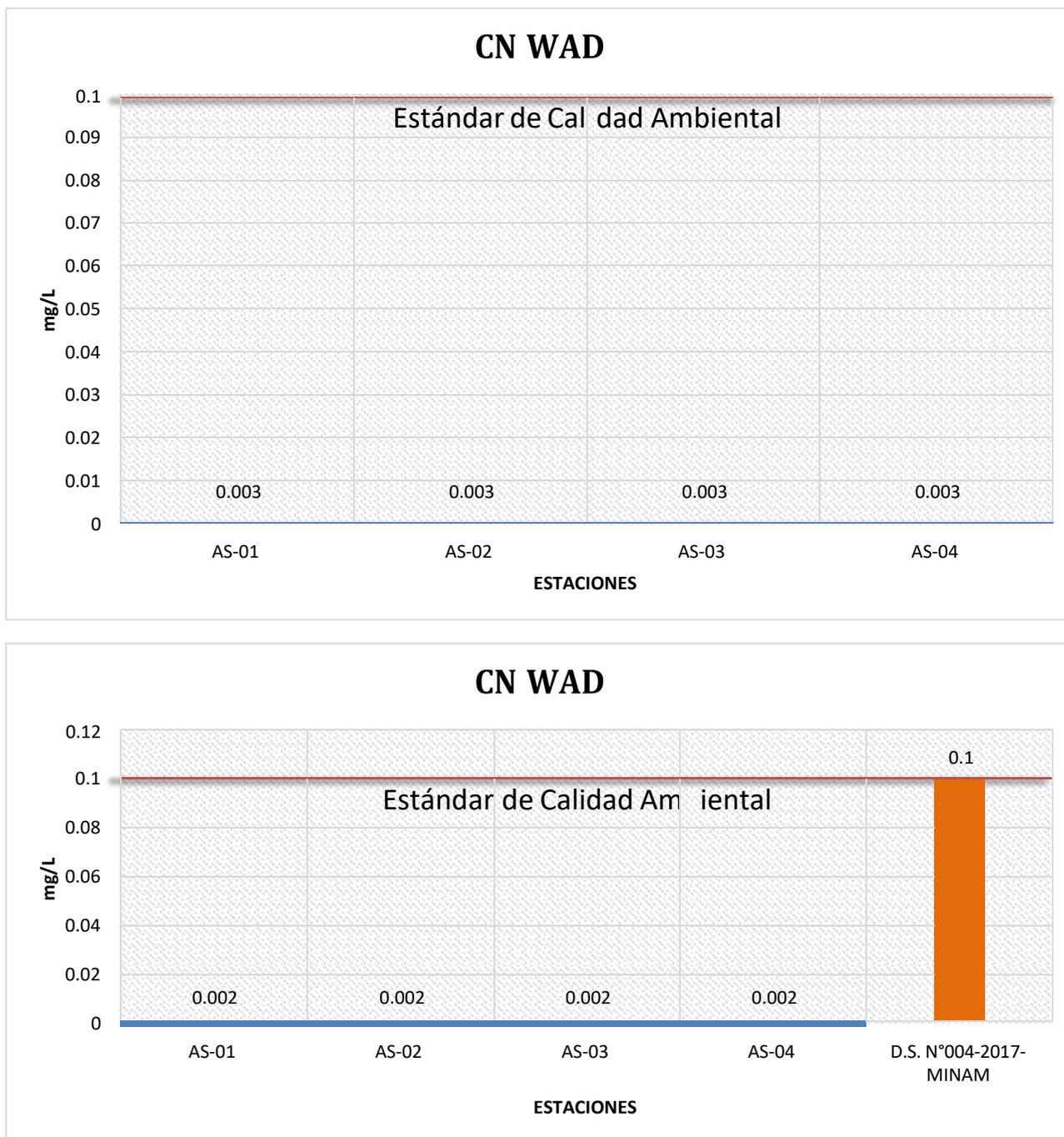


Figura 12. Cianuro WAD en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.12. Sulfatos

Los valores de sulfato para ambas estaciones se presentan por debajo de los 200 mg/l, y de los 1000 mg/l, que establece como valor tope el ECA para agua de riego. Al ser un compuesto que contiene azufre, sus bajos valores señala la ausencia de este mineral.

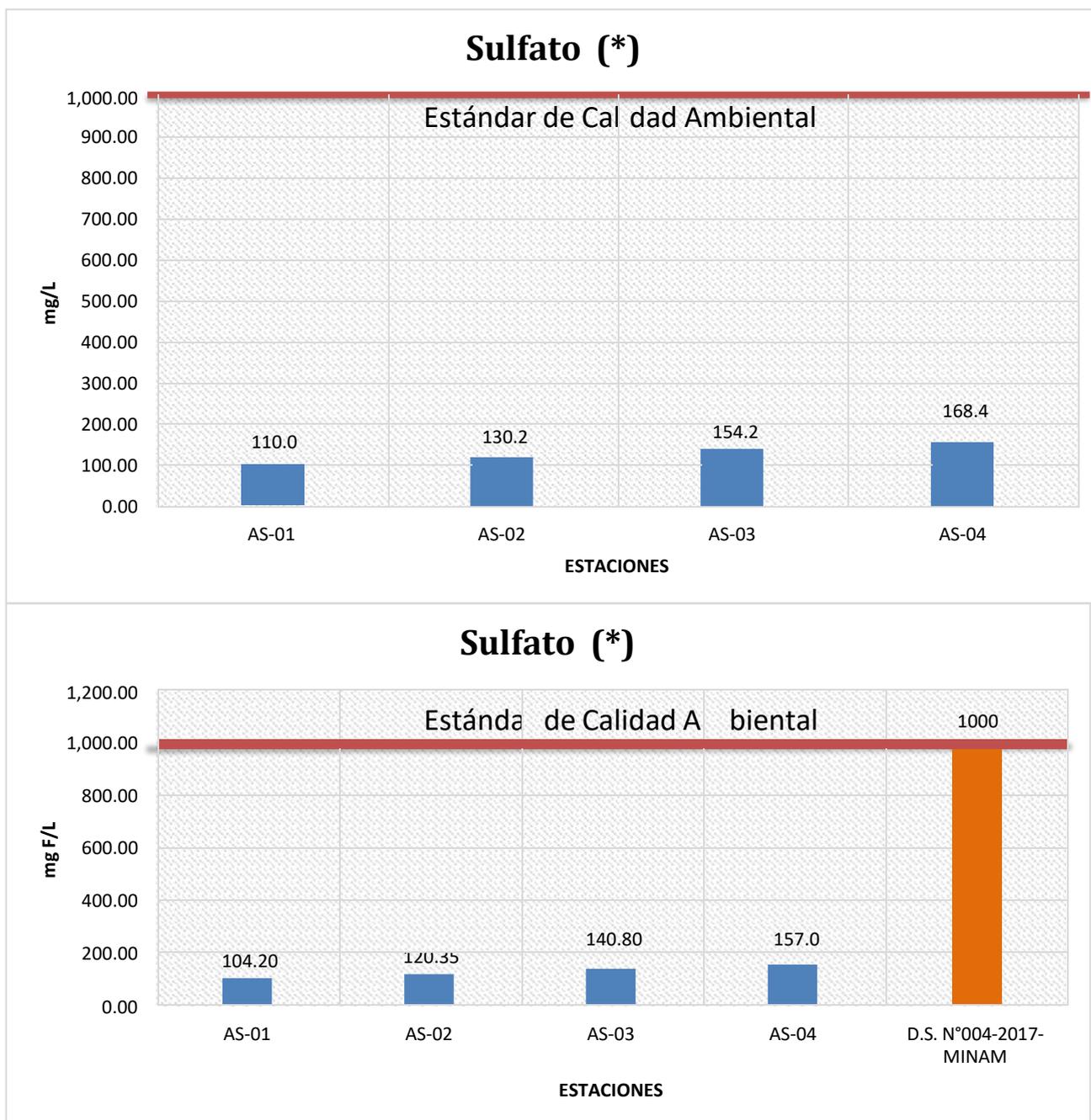


Figura 13. Valores de Sulfato en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.13. Fluoruro

Para ambas estaciones, seca y lluviosa, los valores de Fluoruro estuvieron por debajo de 0,20 mg/l, por debajo de lo establecido por el ECA de agua para riego.

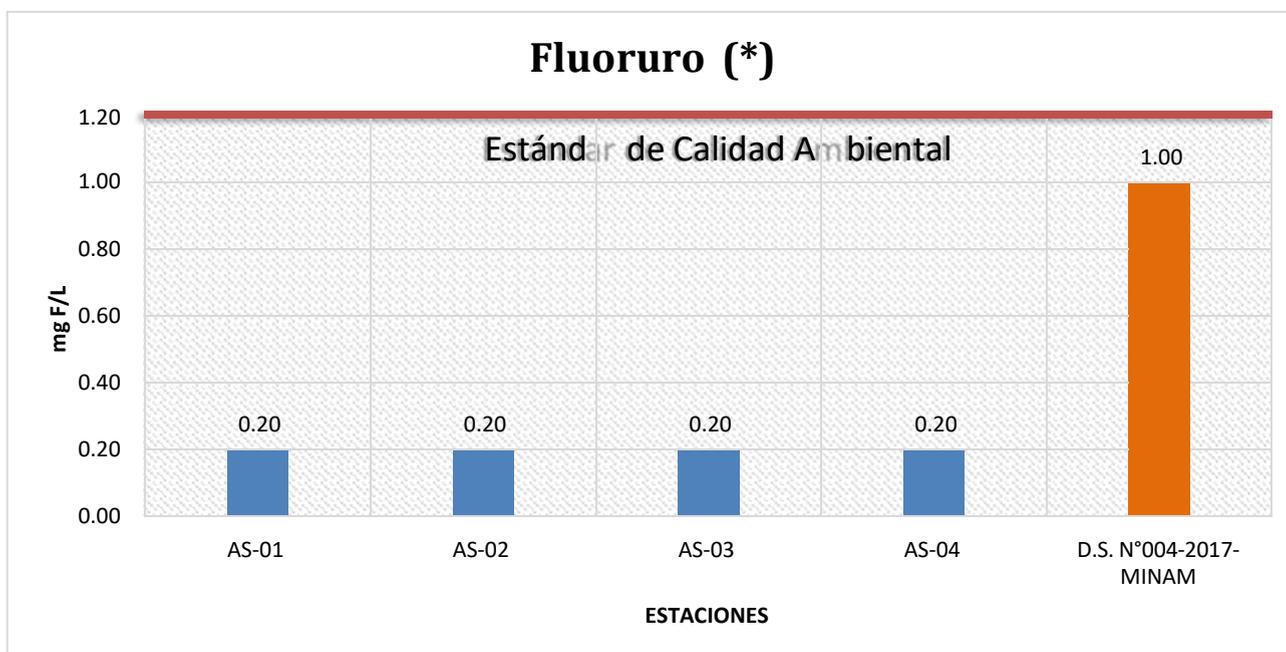
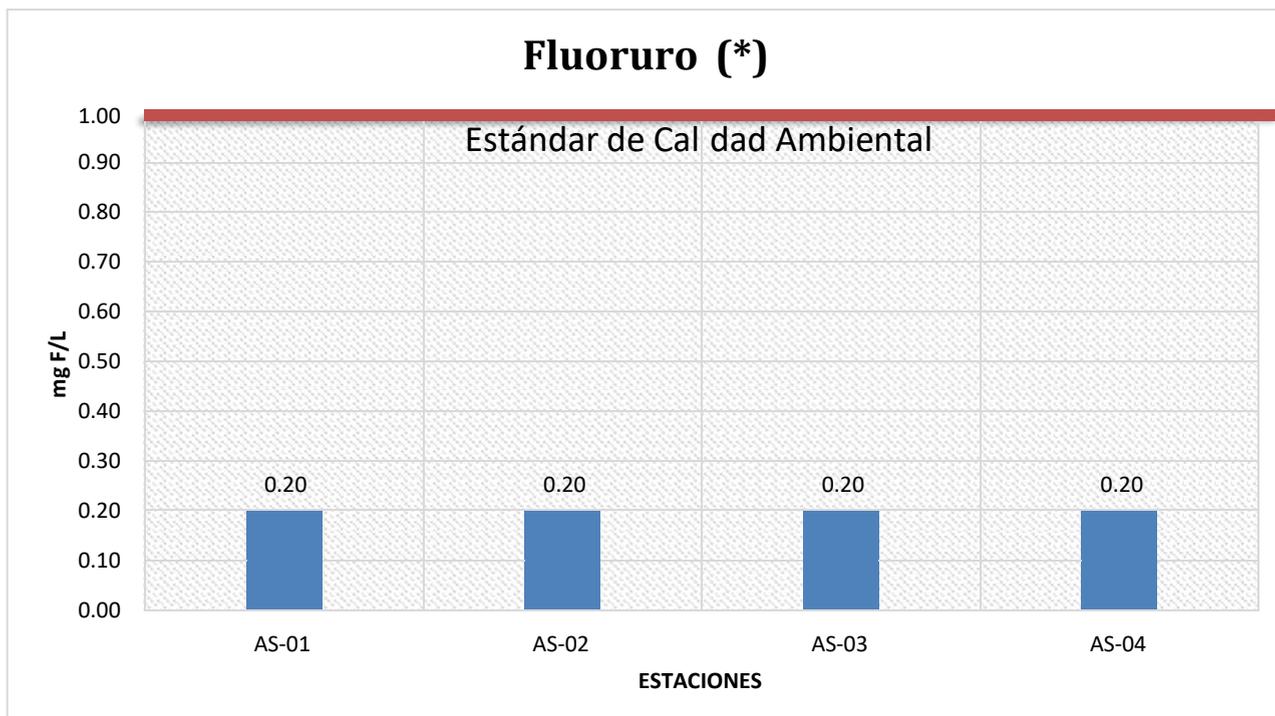


Figura 14. Valores de Fluoruro en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.14. Nitrógeno total

Los valores de nitrógeno para ambas estaciones también son inferiores al ECA para agua de riego.

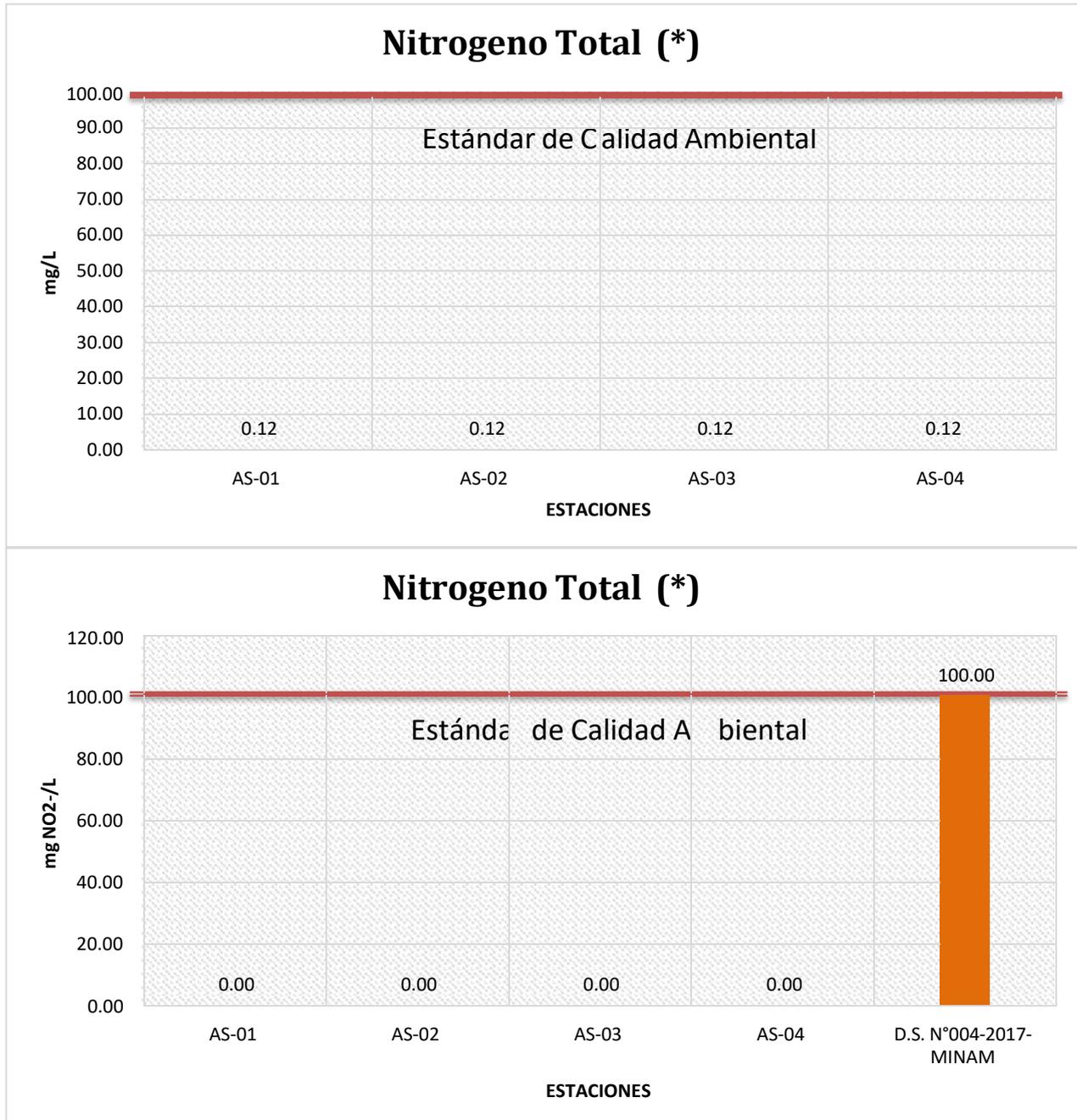


Figura 15. Valores de Nitrógeno Total en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.15. Aluminio

Los valores de aluminio fueron muy inferiores en la estación lluviosa que en la estación seca. En ambos casos significativamente por debajo del ECA para agua de riego.

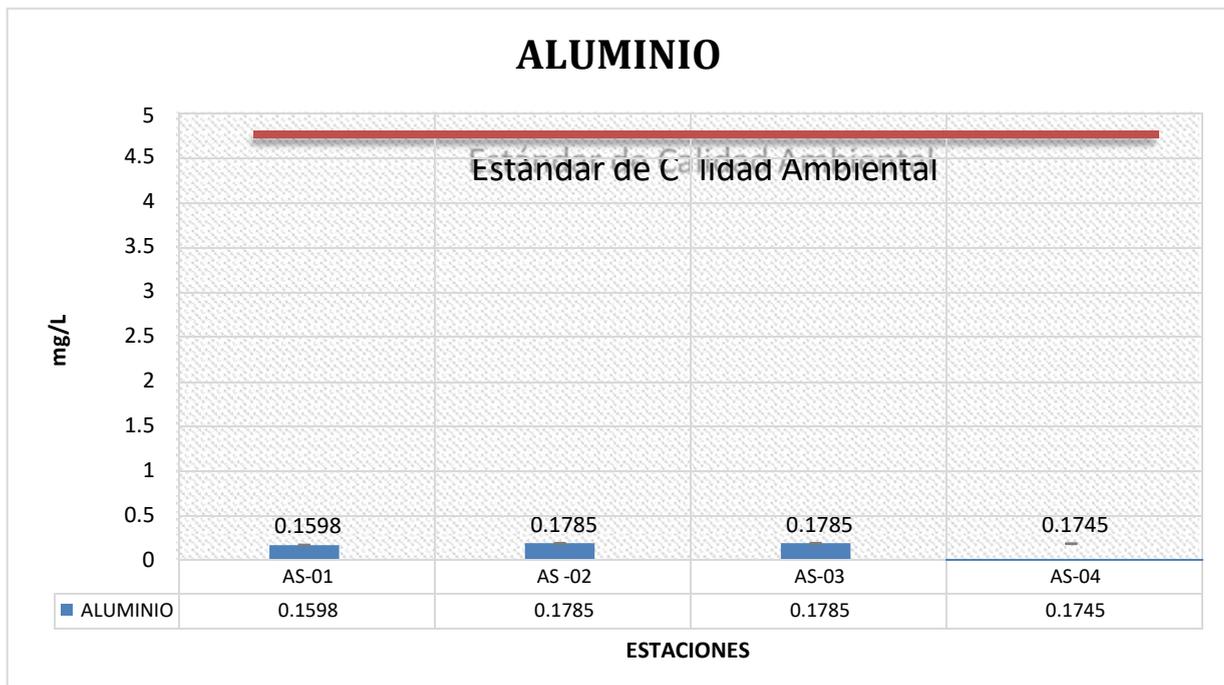
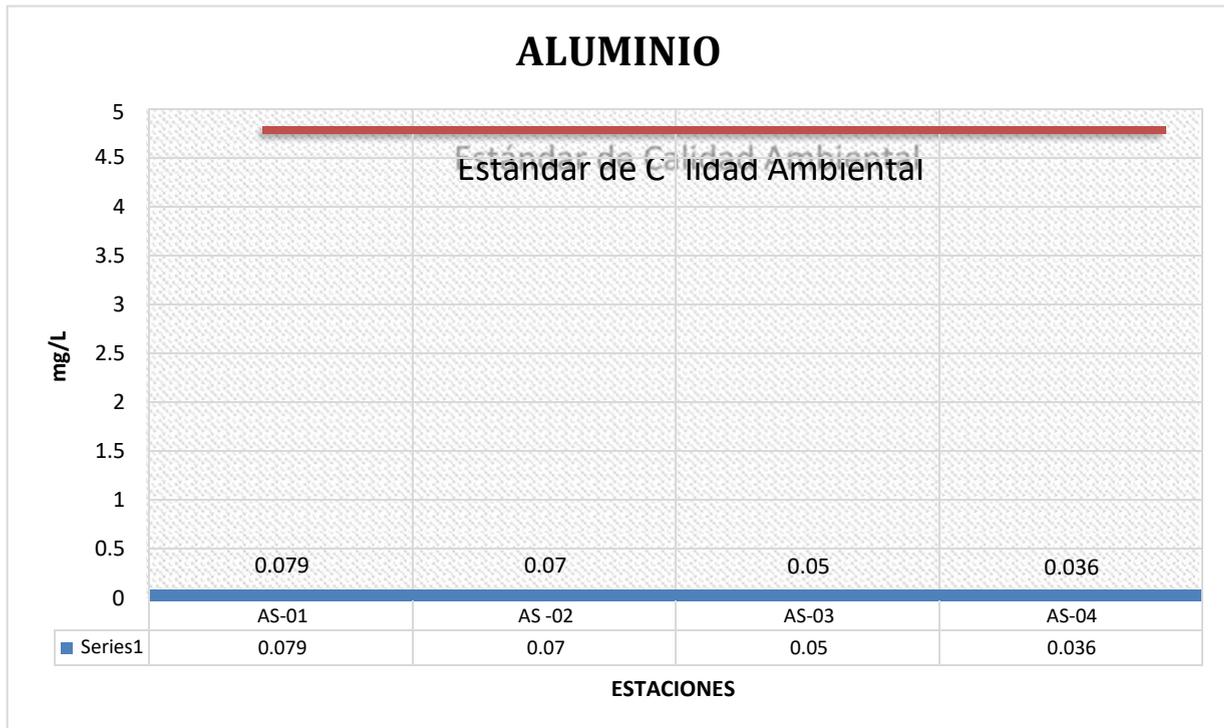


Figura 16. Valores de Aluminio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.16. Arsénico

Los valores de arsénico se observan a nivel de trazas de este metal, con valores inferiores a 0,001 mg/l. En ambas estaciones significativamente inferiores al ECA para agua de riego.

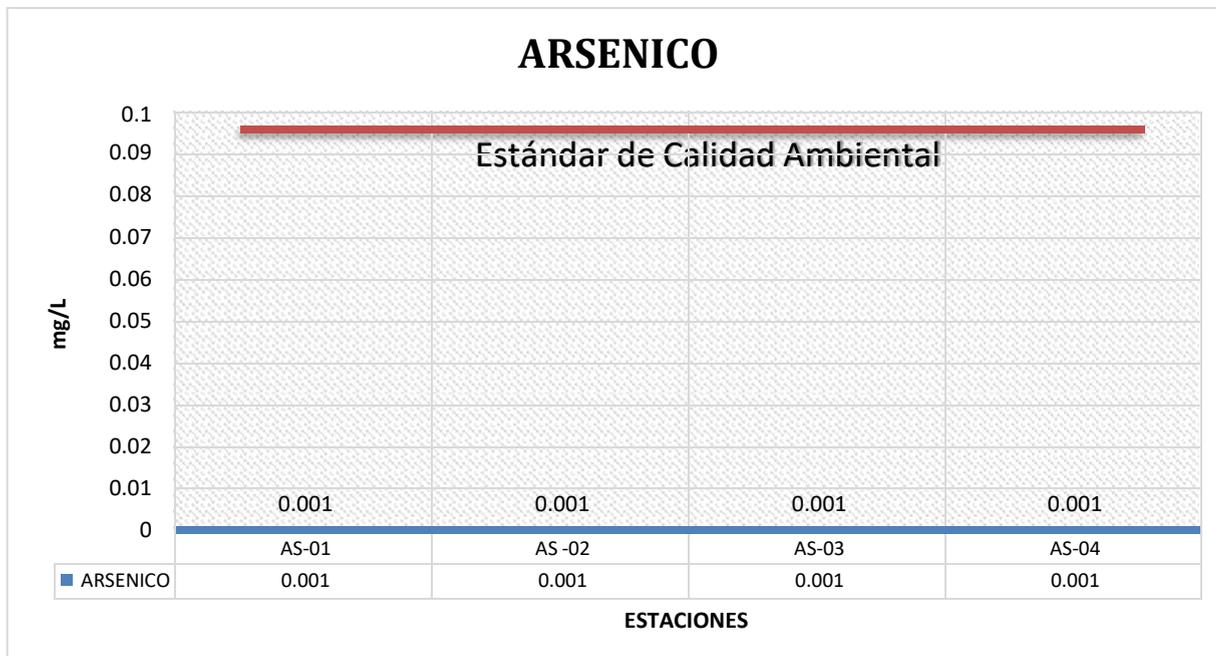
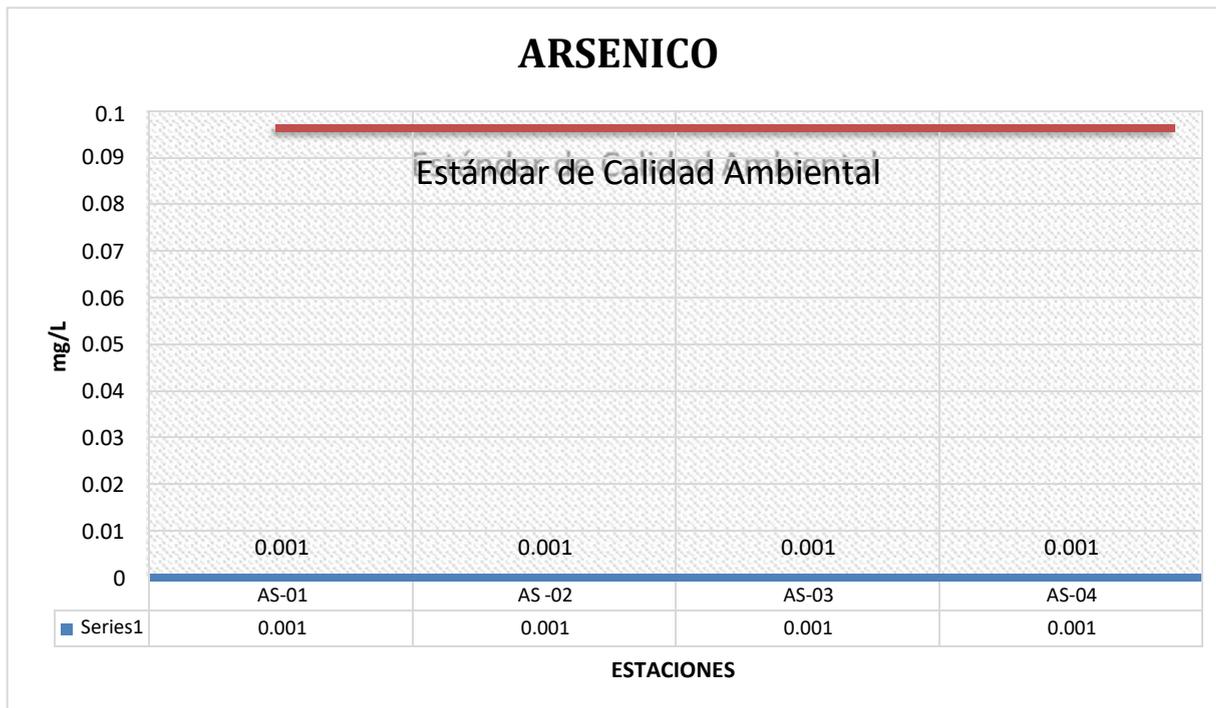


Figura 17. Valores de Arsénico en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.17. Bario

Los valores de Bario se observan en valores inferiores a 0,1 mg/l. En ambas estaciones significativamente inferiores al ECA para agua de riego (0,7 mg/l).

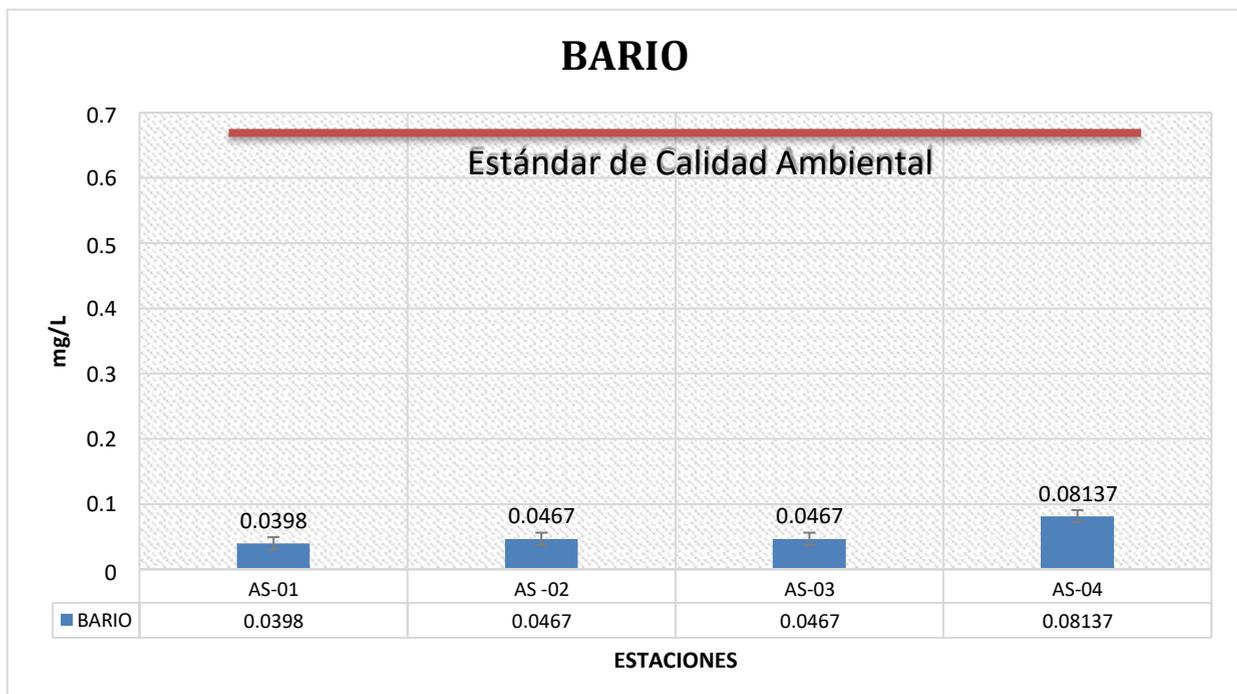
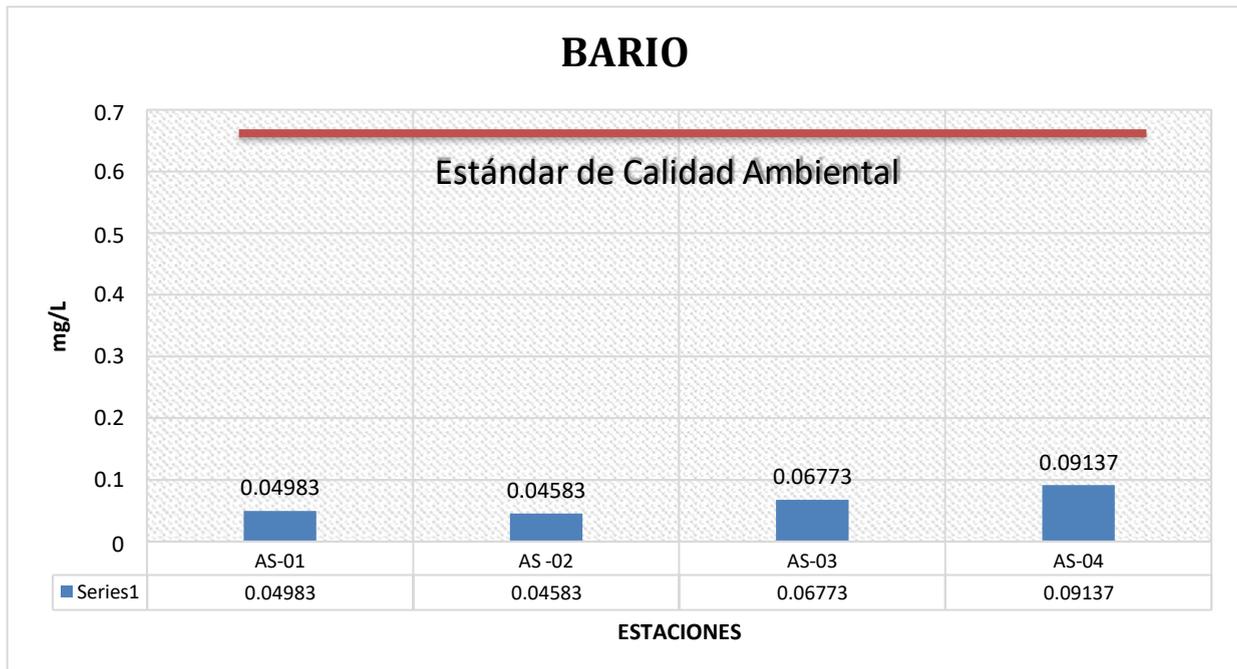


Figura 18. Valores de Bario en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.18. Berilio

Los valores de Berilio se observan en un rango de 0,0006-0,0003 mg/l para ambas estaciones. Estos valores son muy inferiores al ECA para agua de riego (0,1 mg/l).

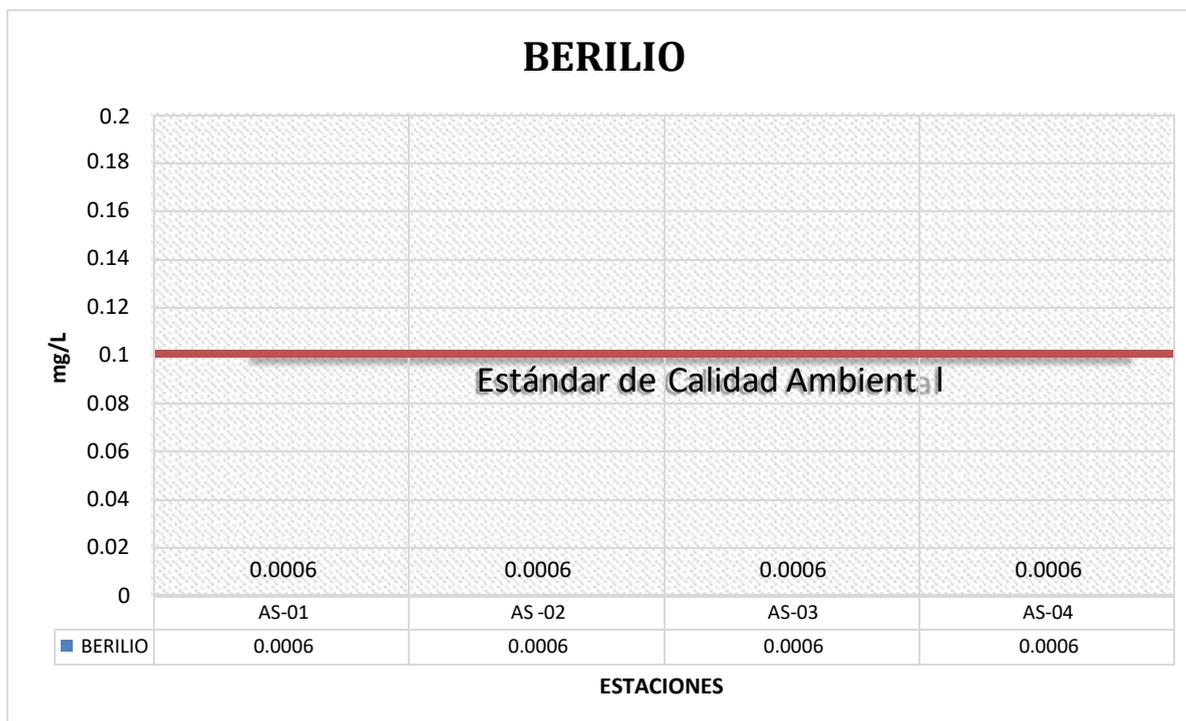
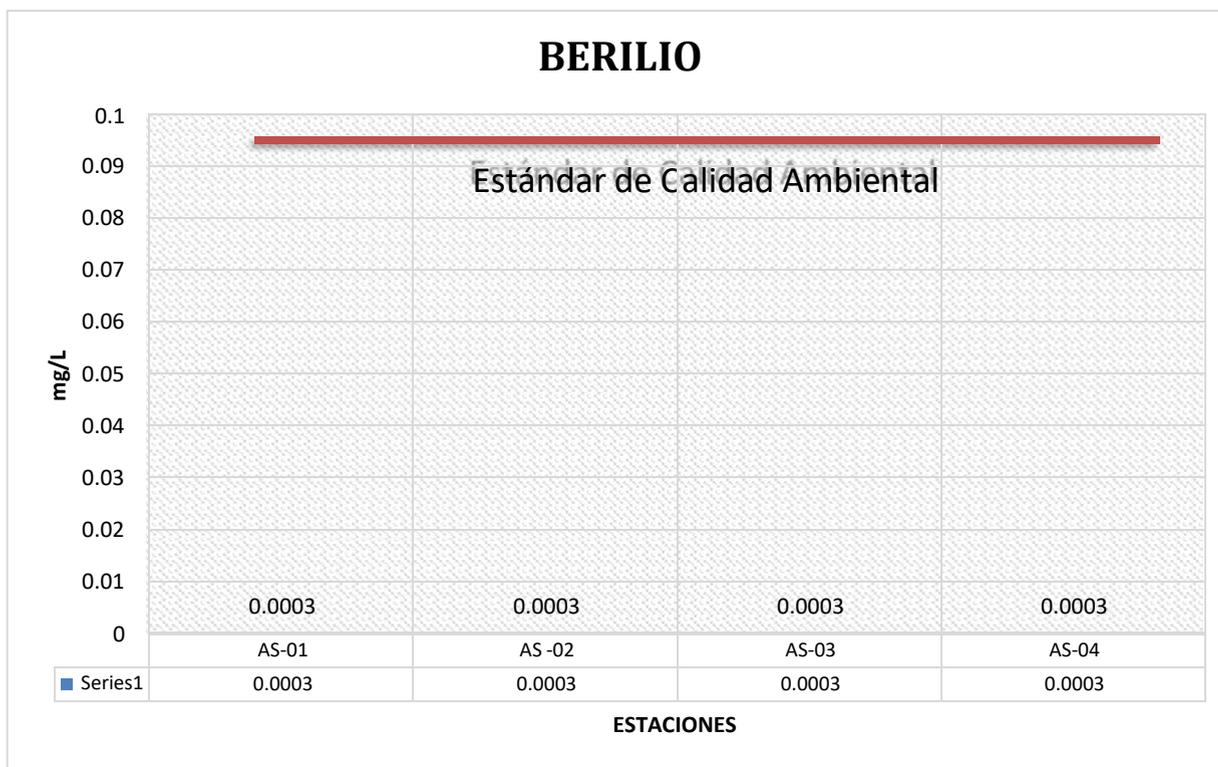


Figura 19. Valores de Berilio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.19. Boro

Los valores de Boro se observan con valores superiores en la estación lluviosa en contraste con la estación seca. En ambos casos, no superan el ECA para agua de riego (1 mg/l).

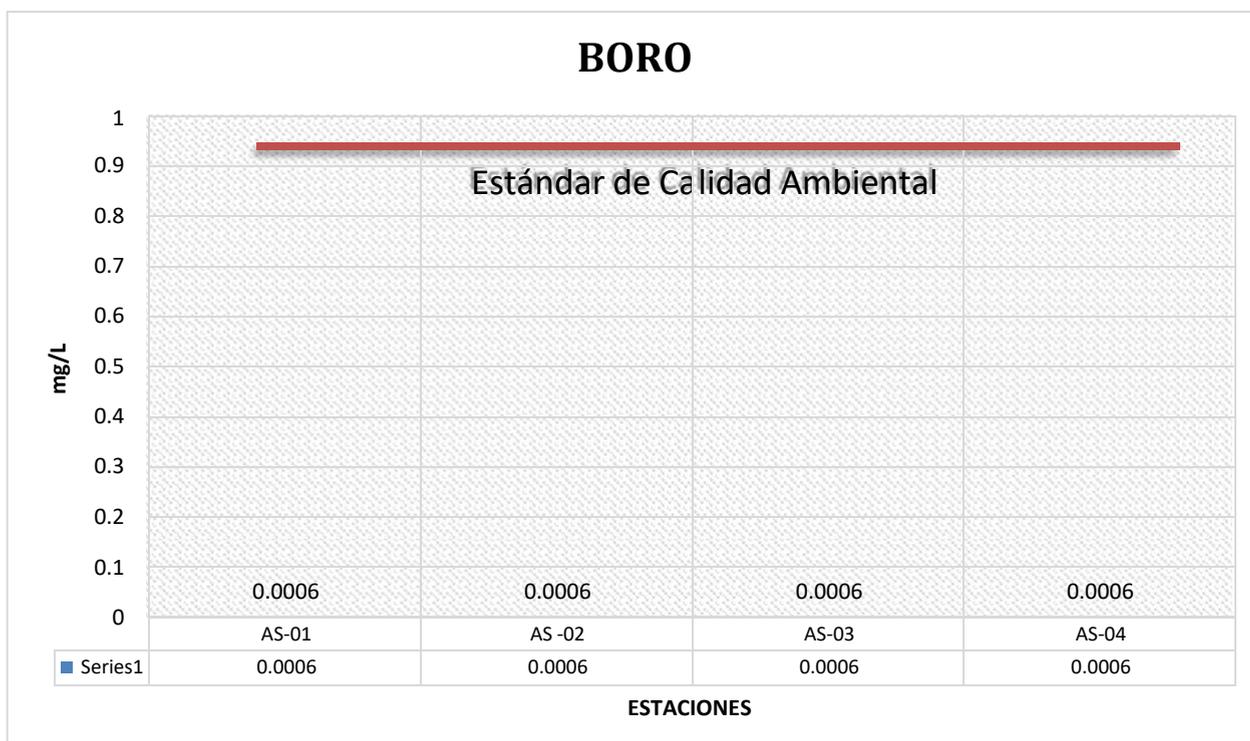
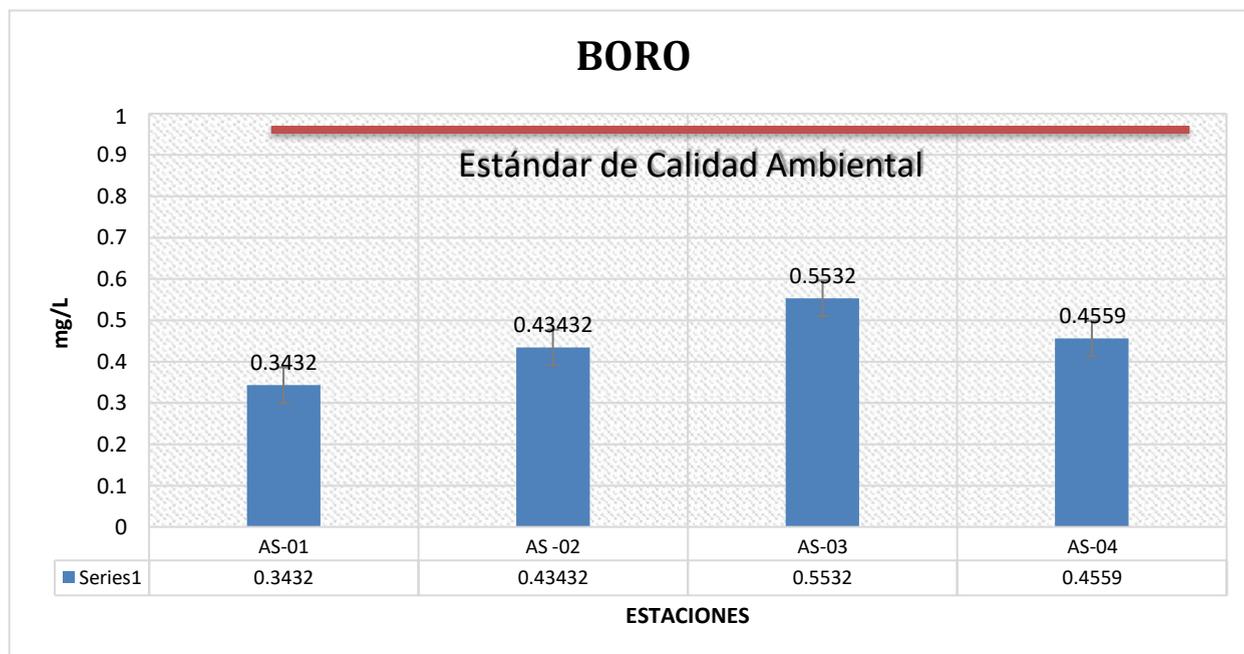


Figura 20. Valores de Boro en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.20. Cadmio

Para ambas estaciones el Cadmio presenta valores similares, inferiores a 0,0002 mg/l, tampoco supera el ECA para agua de riego (0,01 mg/l).

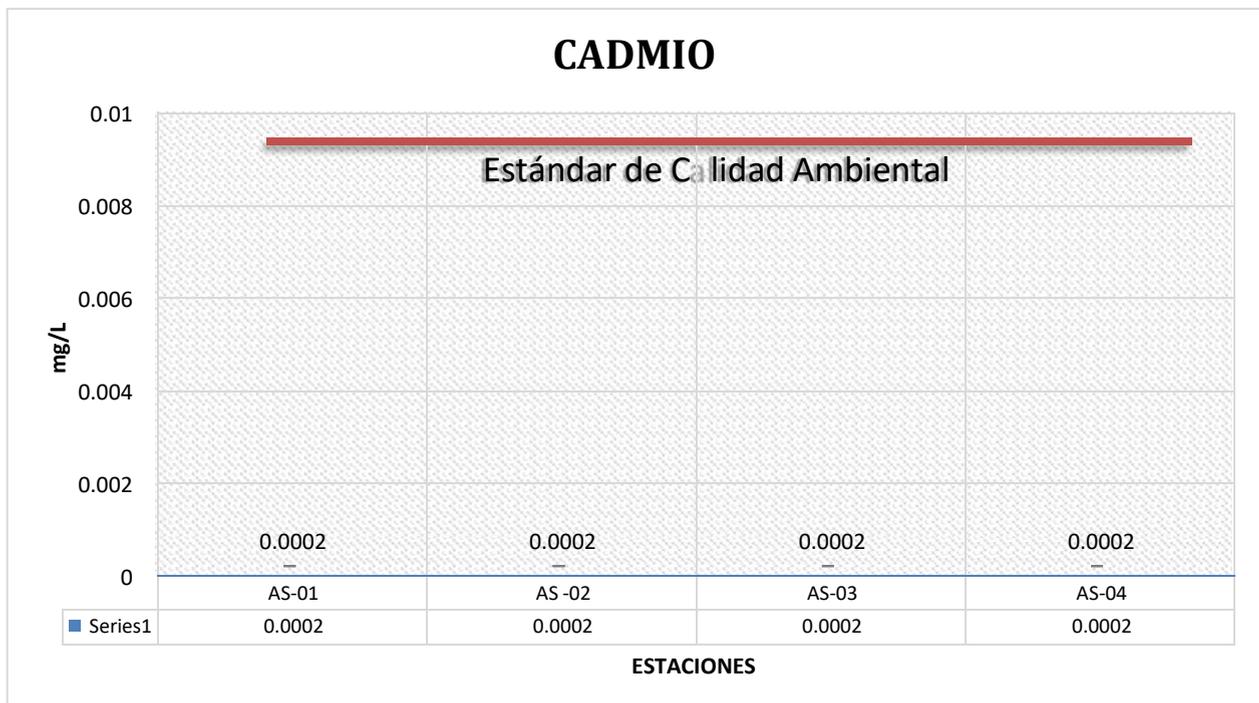
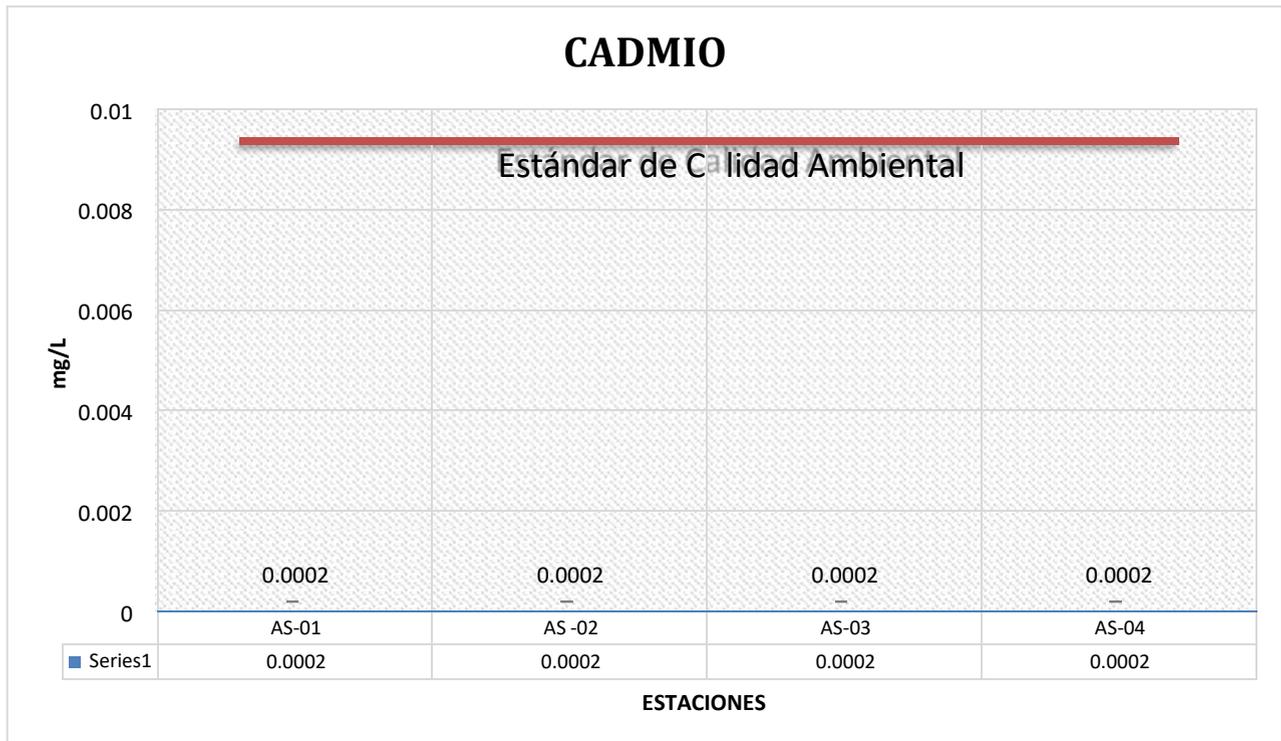


Figura 21. Valores de Cadmio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.21. Cobre

Los valores de este metal fueron similares para ambas estaciones, superando ligeramente el valor de 0,06 mg/l. en la estación lluviosa. Para ambos casos, no superan el ECA para agua de riego (0,2 mg/l).

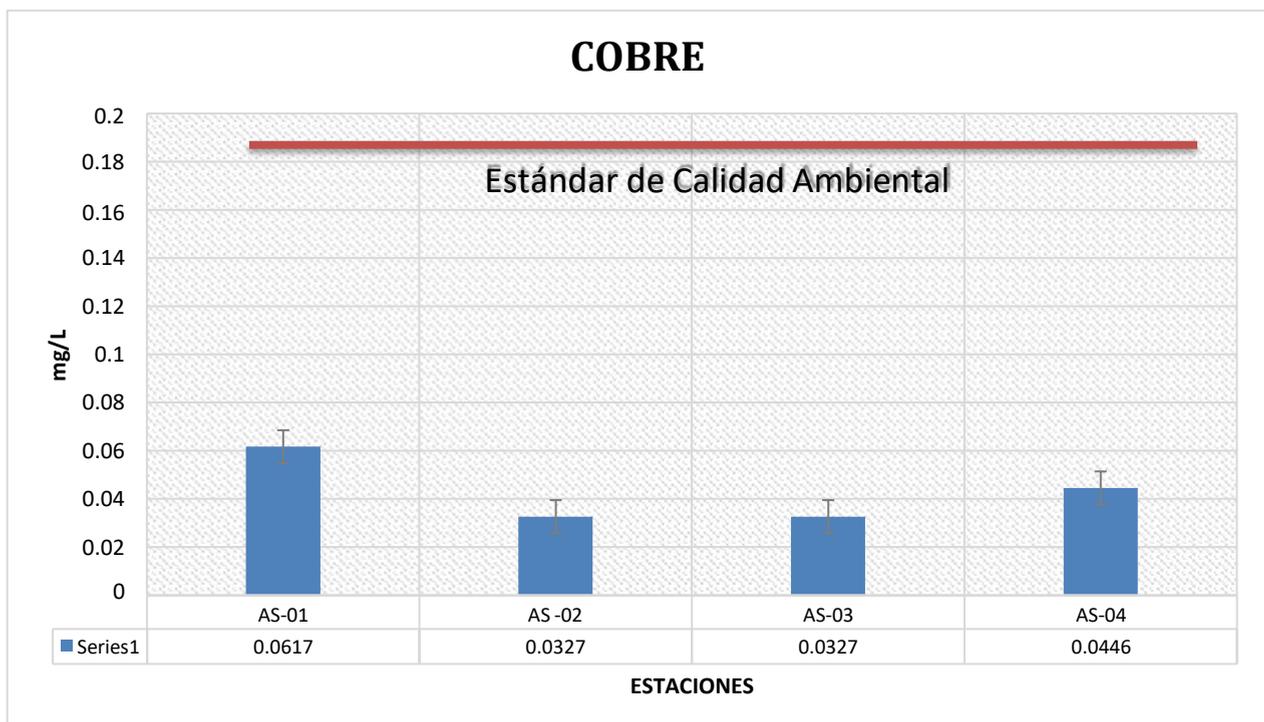
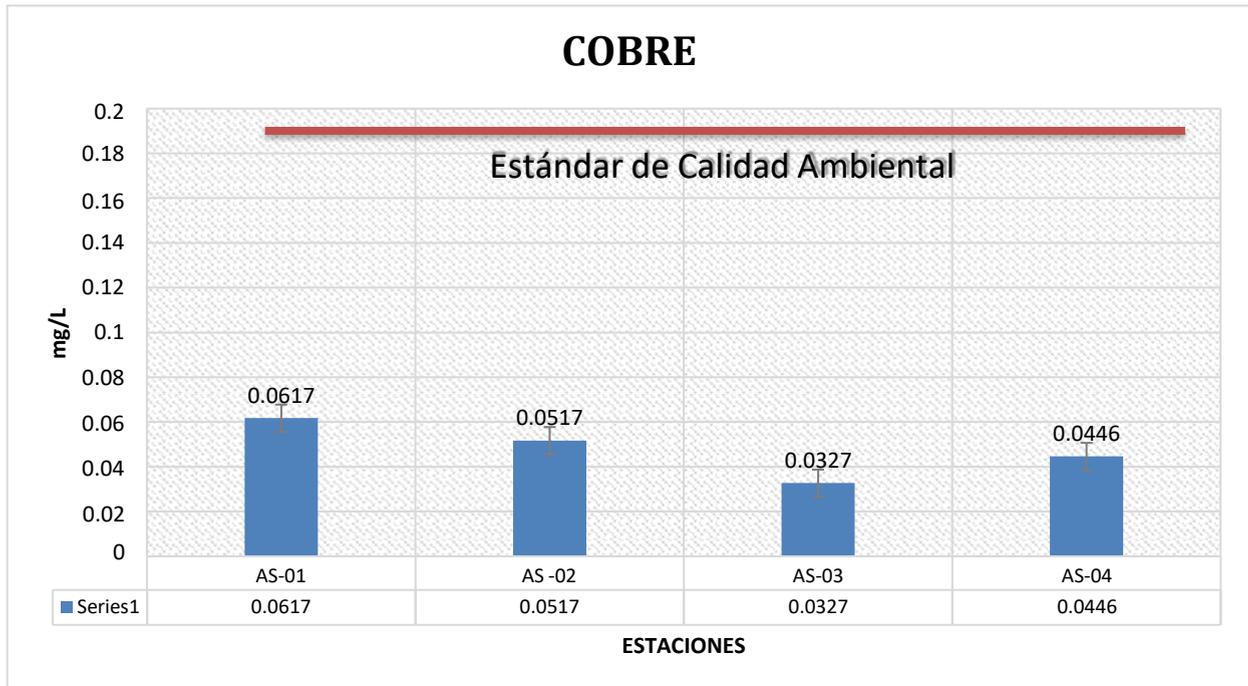


Figura 21. Valores de Cobre en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.22. Cobalto

Los análisis arrojaron valores idénticos (0,002 mg/l) para ambas estaciones y en ambos casos, no superan el ECA para agua de riego (0,05 mg/l).

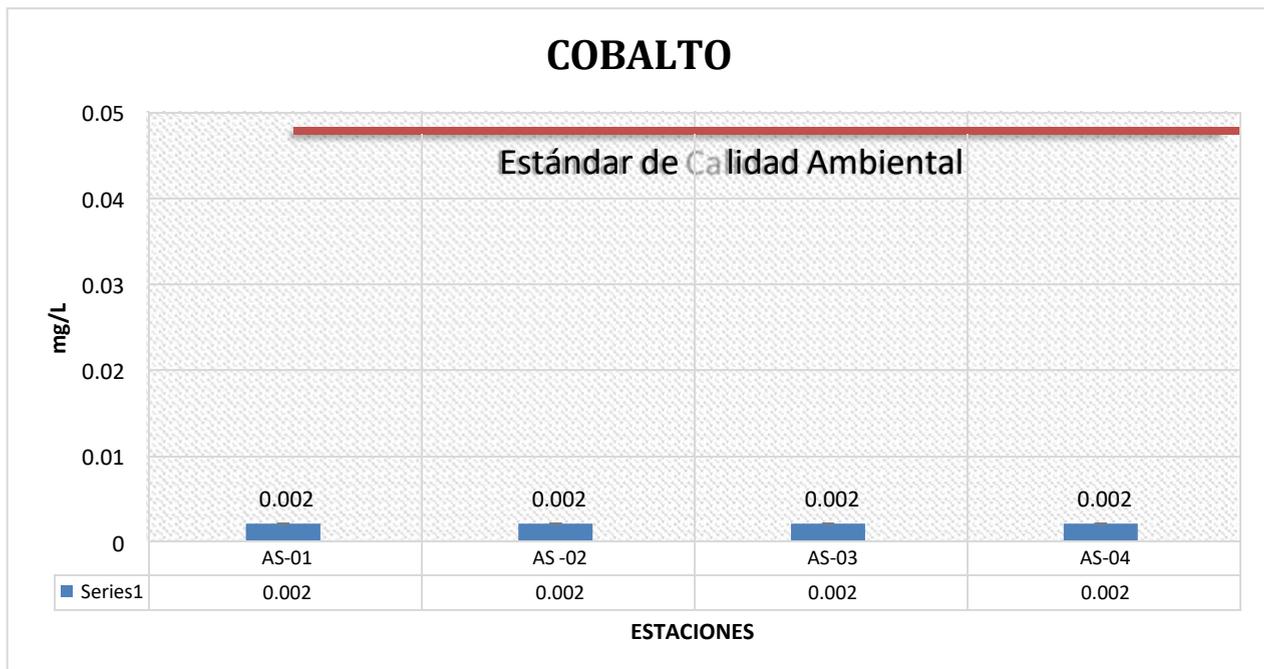
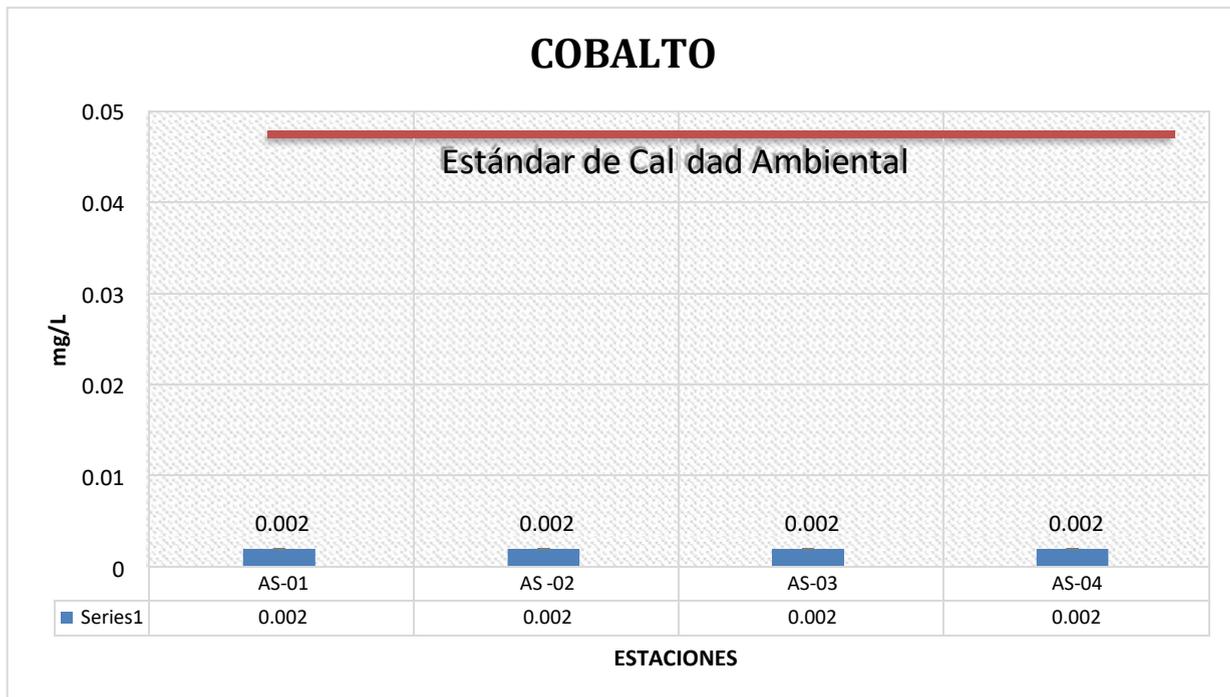


Figura 22. Valores de Cobalto en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.23. Cromo total

Los valores de este metal fueron similares para ambas estaciones (0,003 mg/), siendo el ECA para agua de riego 0,01 mg/l.

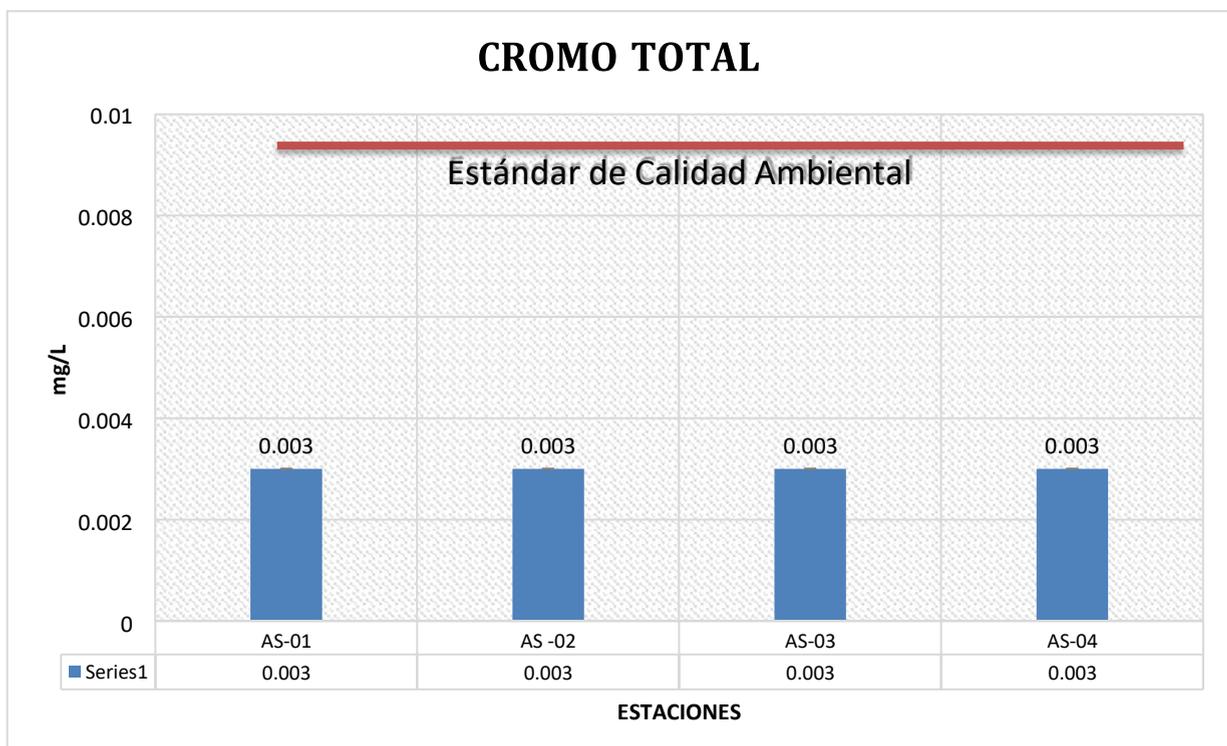
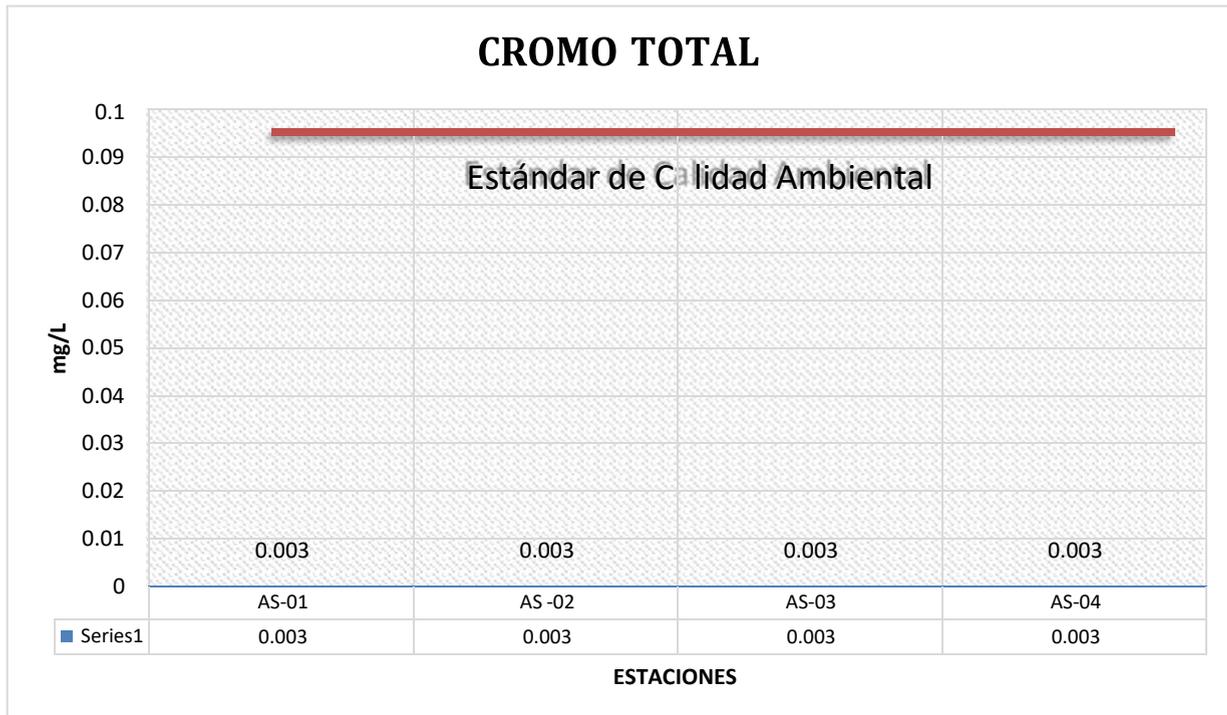


Figura 23. Valores de Cromo total en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y bajade Chancay-Huaral.

#### 4.24. Hierro

Este metal también presenta valores similares para ambas estaciones evaluadas, muy por debajo del ECA para agua de riego (5mg/l).

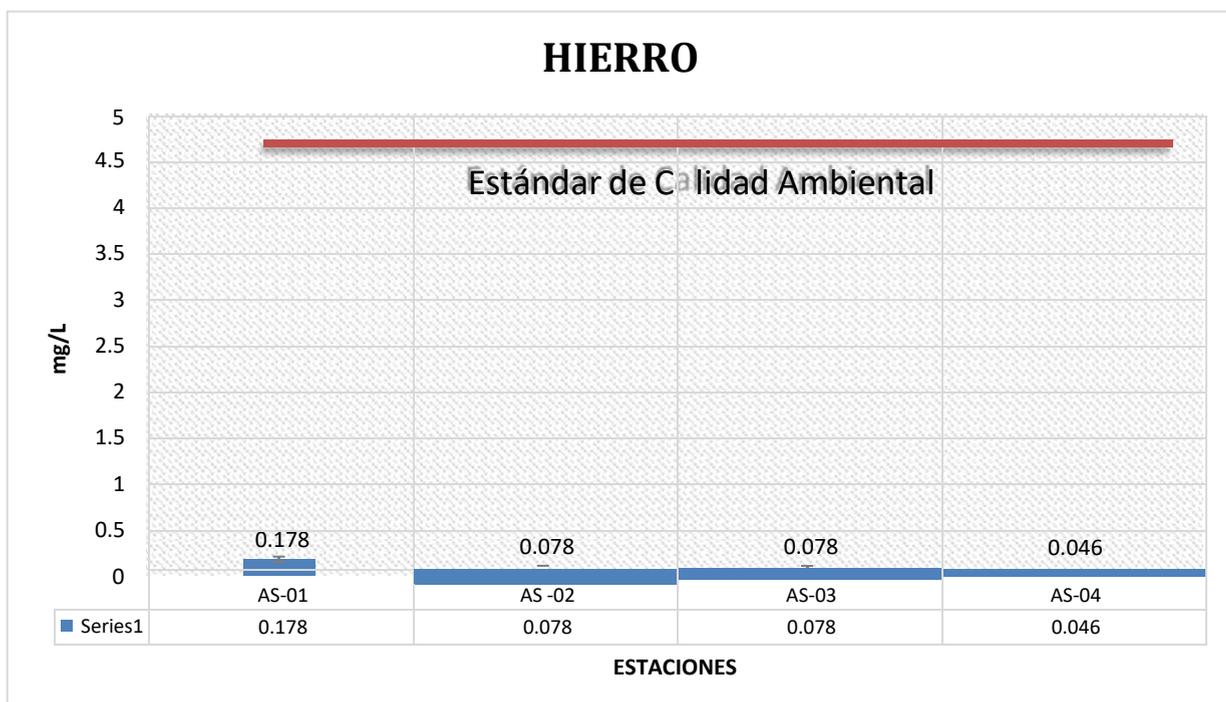
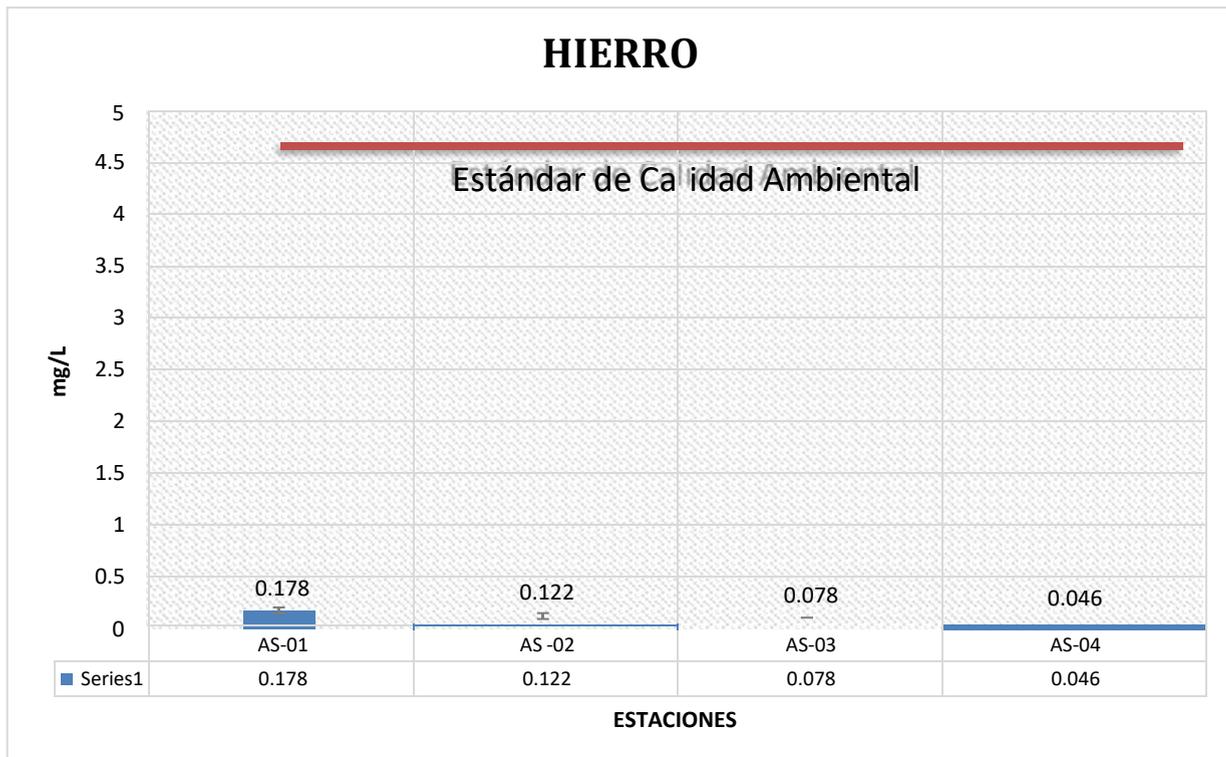


Figura 24. Valores de Hierro en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.25. Litio

El ECA de litio para el agua de riego es de 2,5 mg/l., los valores obtenidos para ambas estaciones se encuentran cercanos a 0 mg/l, es decir sólo se han observado trazas de este metal.

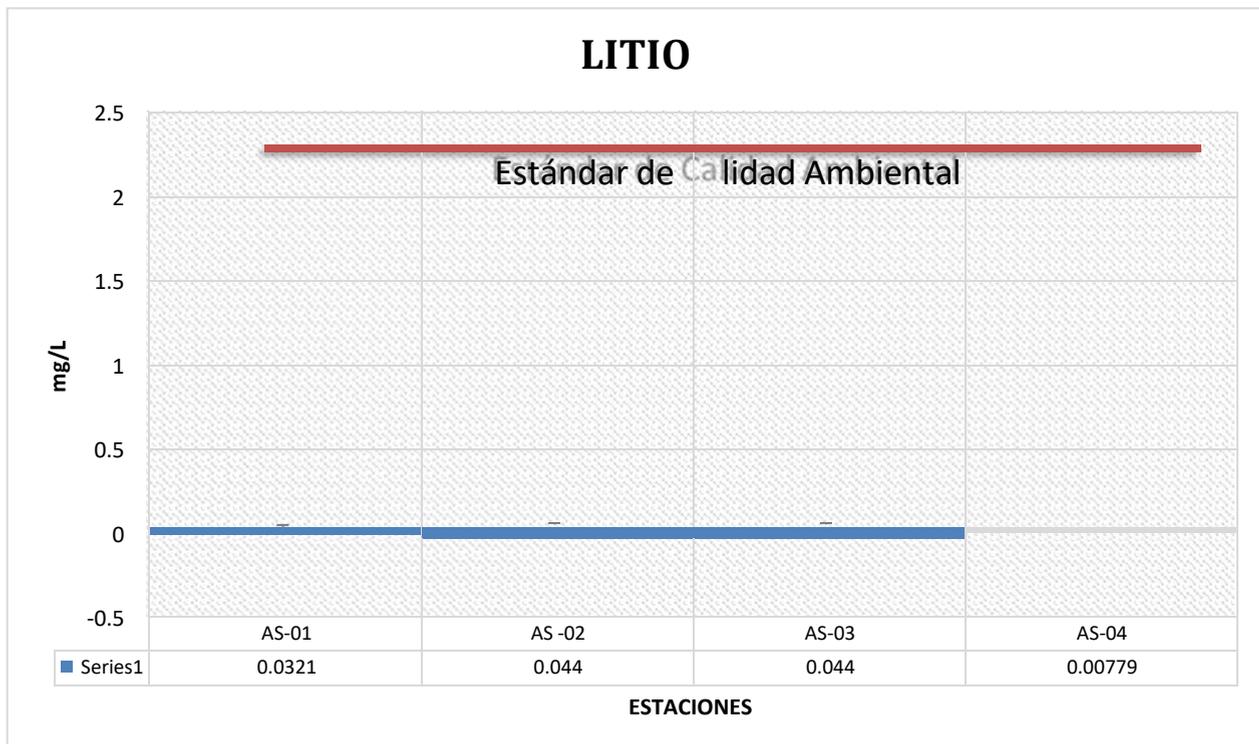
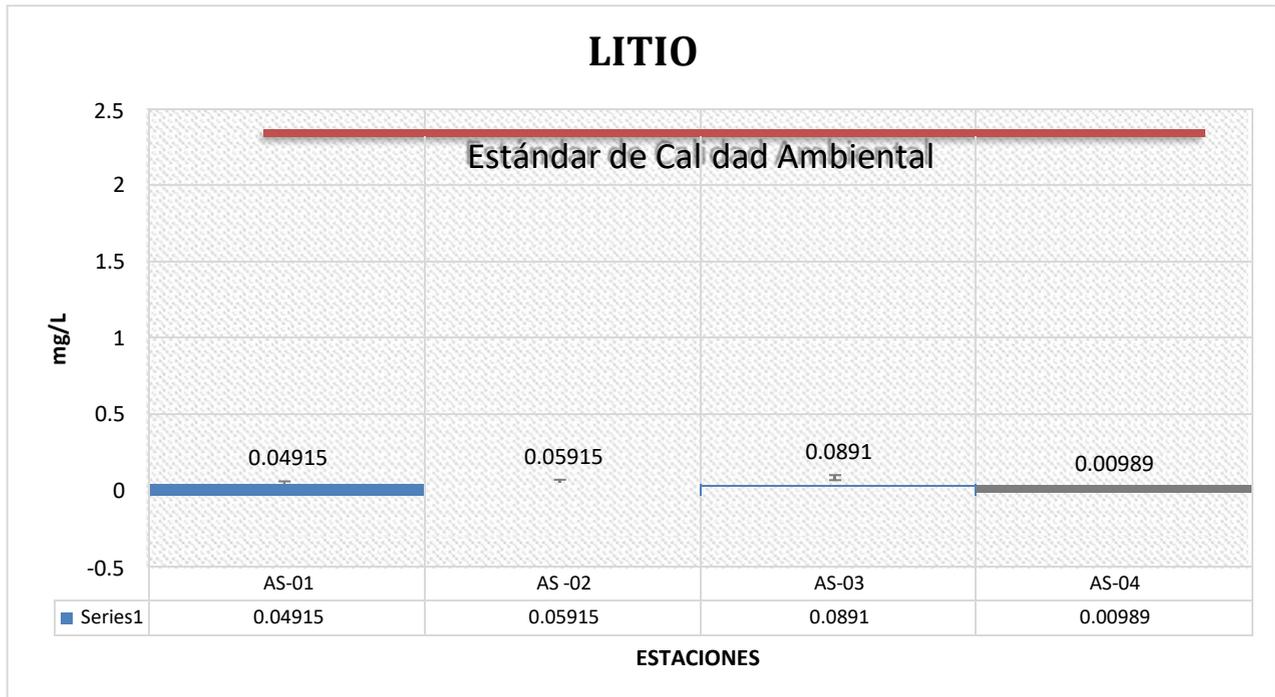


Figura 25. Valores de Litio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.26. Manganeso

Los valores de Manganeso presentaron valores inferiores a 0,05 mg/l, siendo el ECA de este metal para agua de riego de 0,2 mg/l.

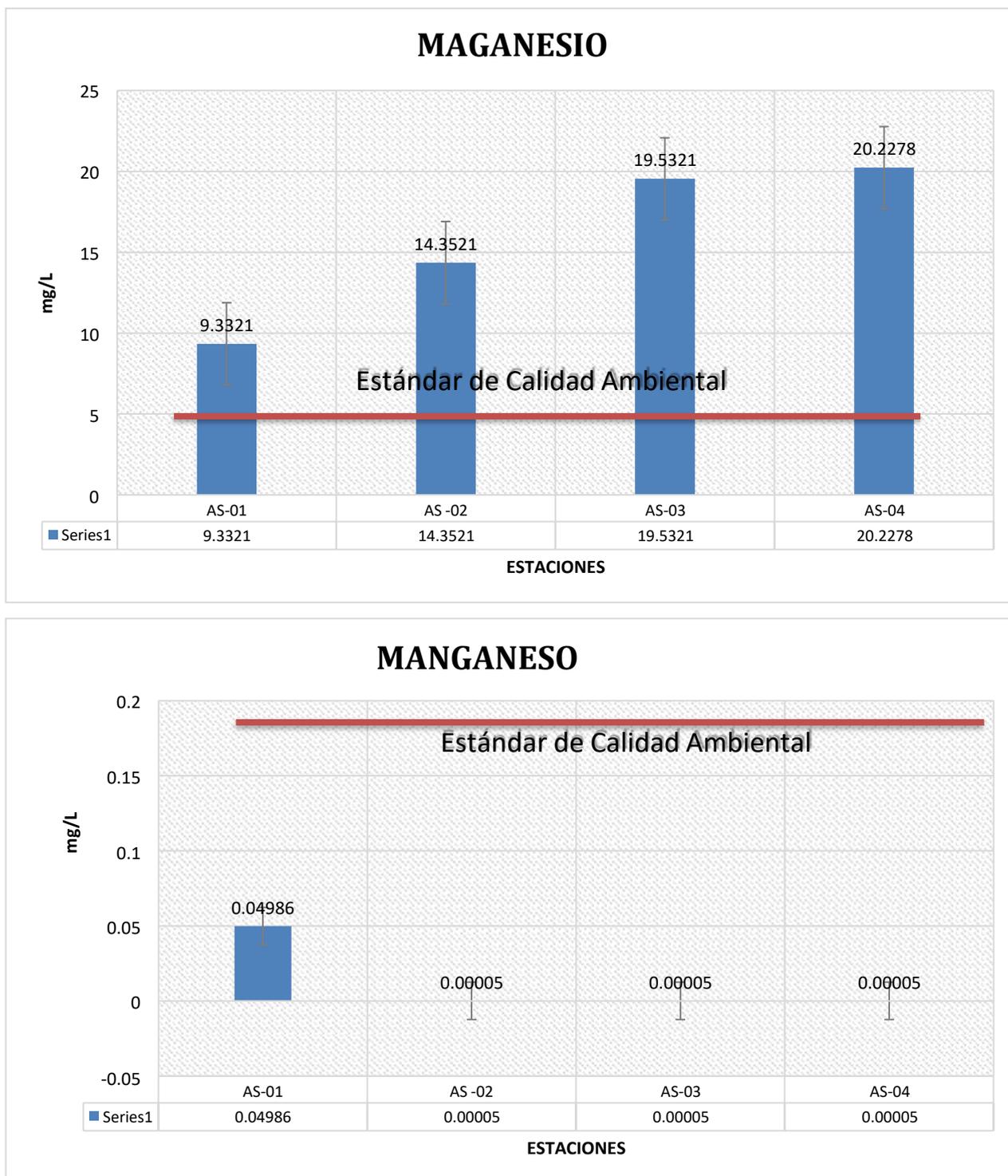


Figura 26. Valores de Manganeso en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y bajade Chancay-Huaral

#### 4.27. Mercurio

El mercurio en ambas estaciones, seca y lluviosa de la cuenca Chancay-Huaral, reporta valores en una décima parte (0,0001 mg/l) del ECA para agua de riego (0,001 mg/l).

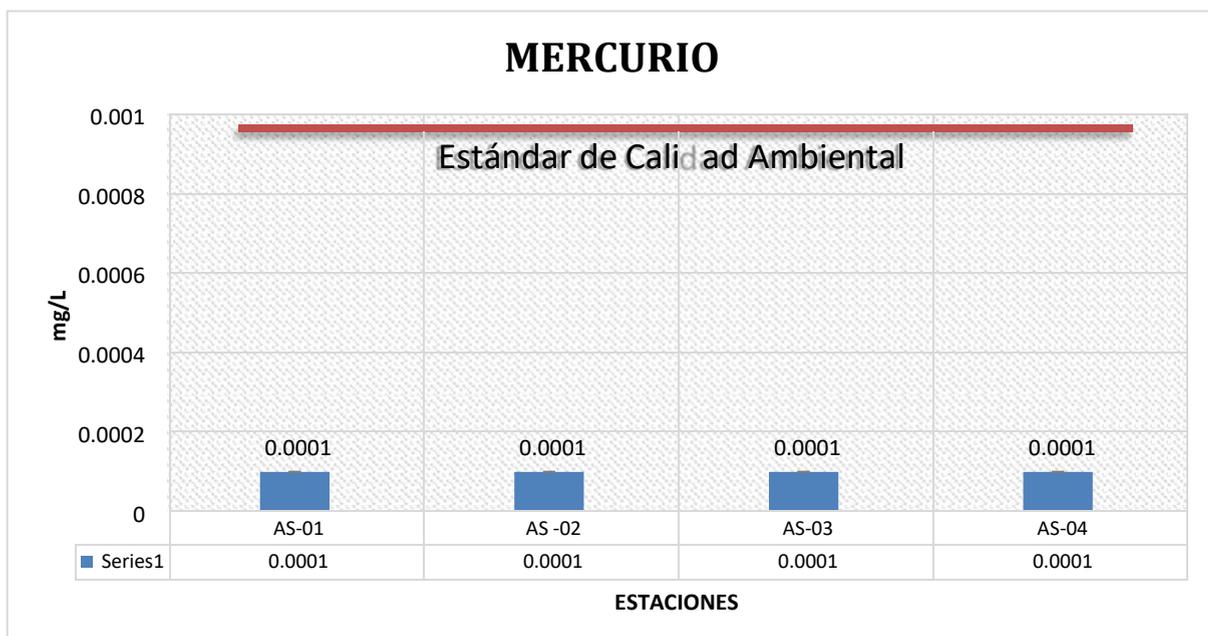
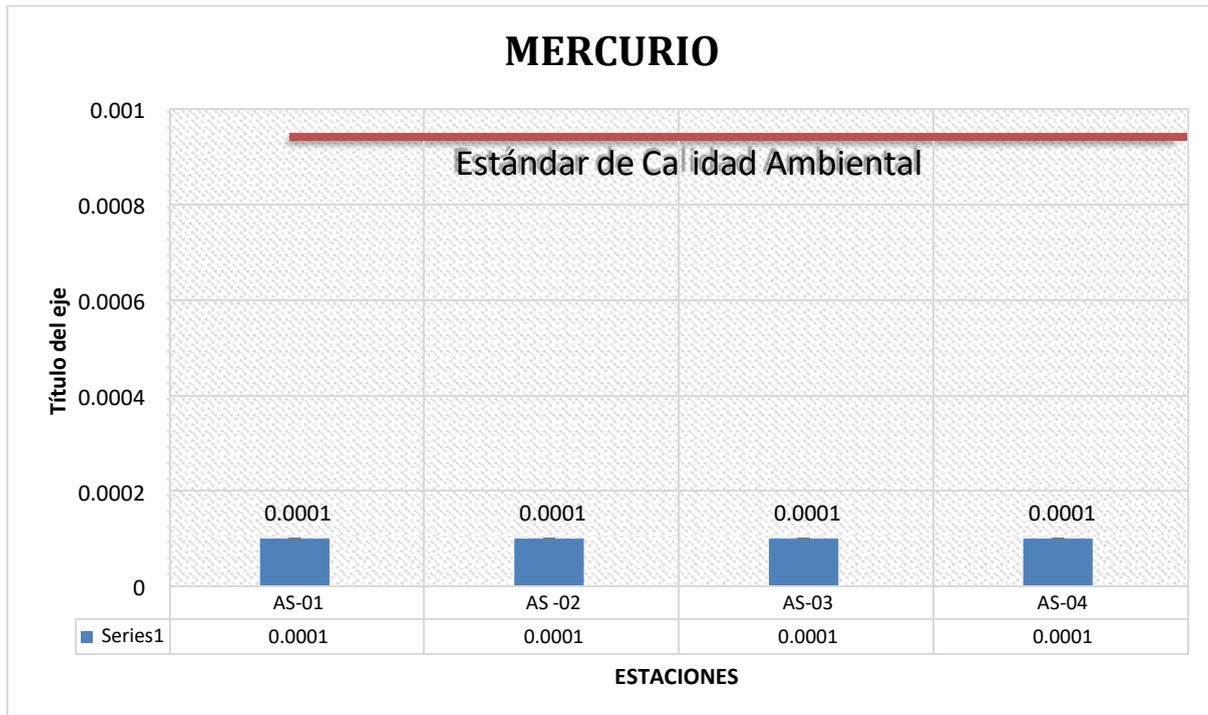


Figura 27. Valores de Mercurio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.28. Níquel

Los valores de Níquel obtenidos para ambas estaciones fueron de 0,0004 mg/l., siendo el ECA para agua de riego de 0,2 mg/l.

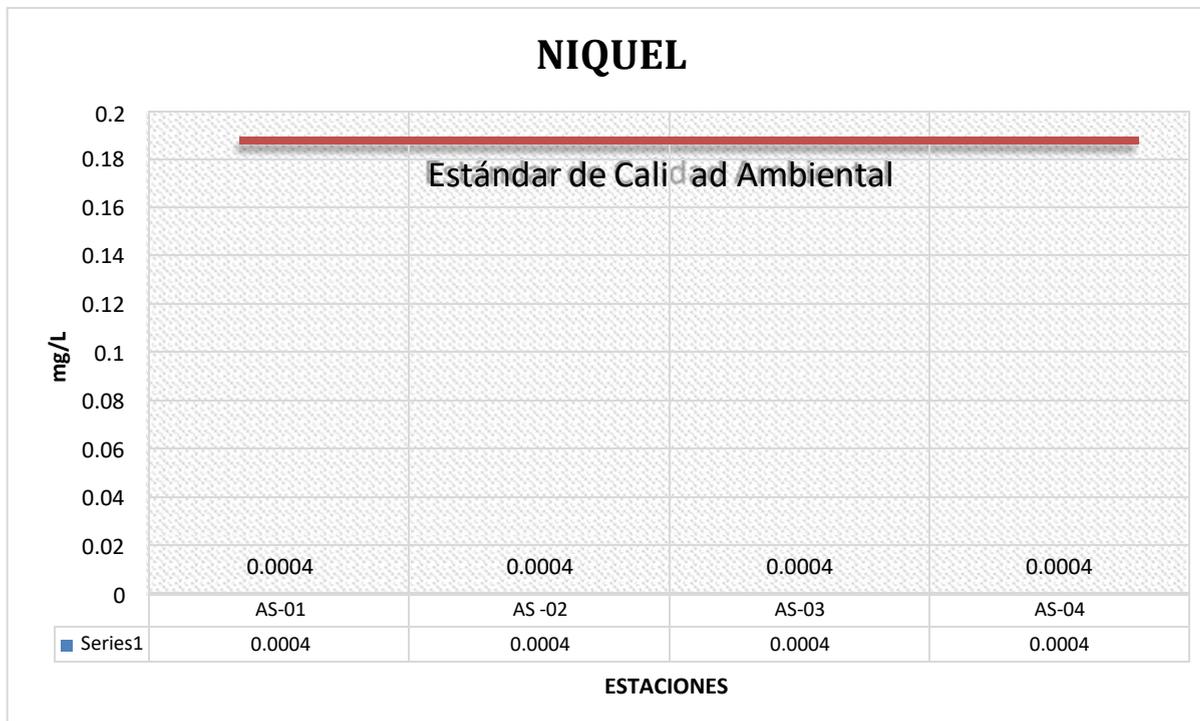
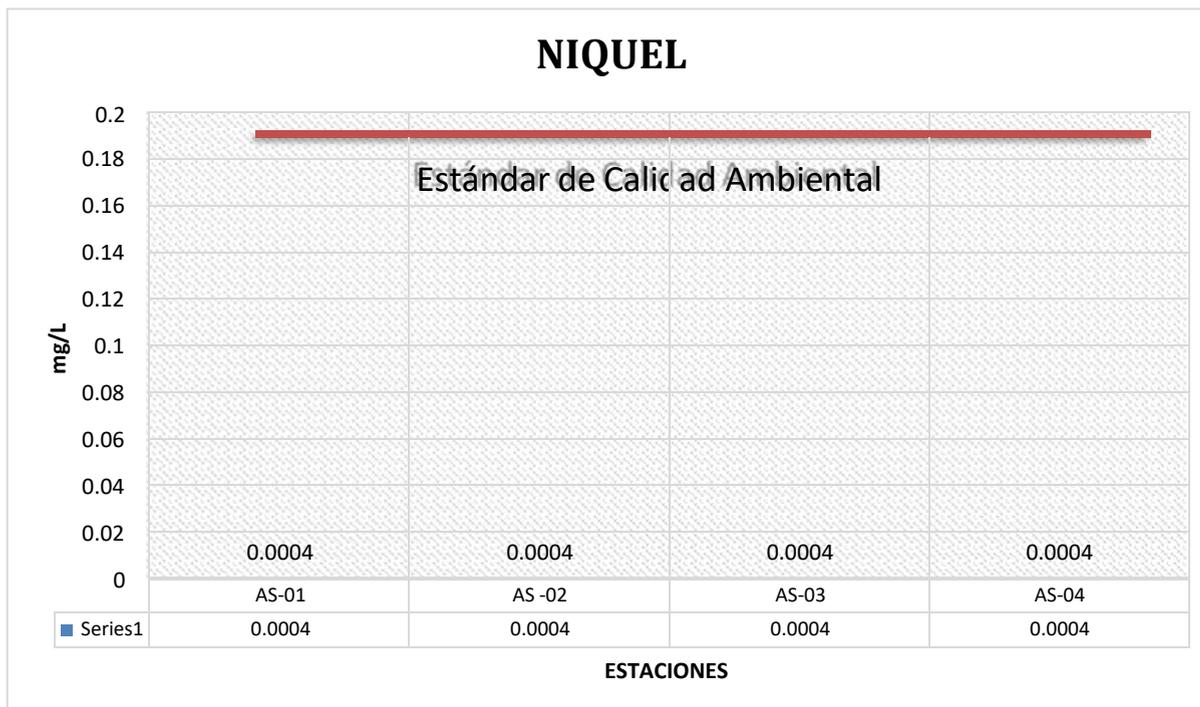


Figura 27. Valores de Níquel en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

#### 4.29. Plomo

Los valores de Plomo obtenidos para ambas estaciones fueron similares para ambas estaciones (0,001 mg/l)., siendo el ECA para agua de riego de 0,05 mg/l.

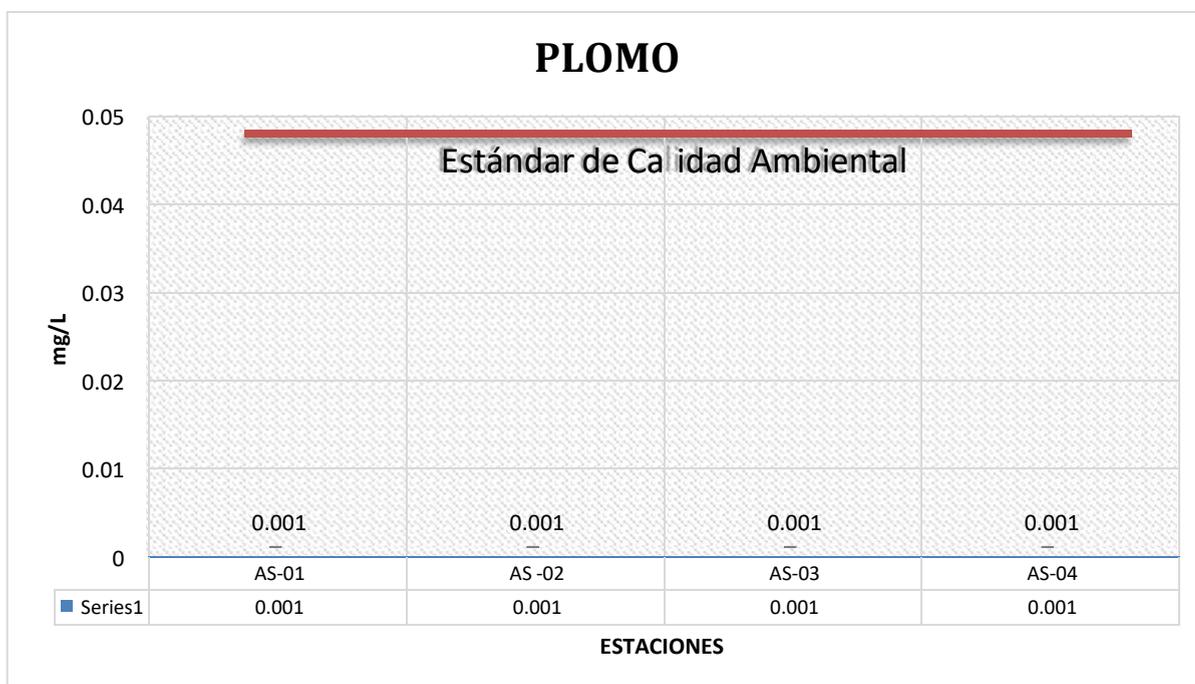
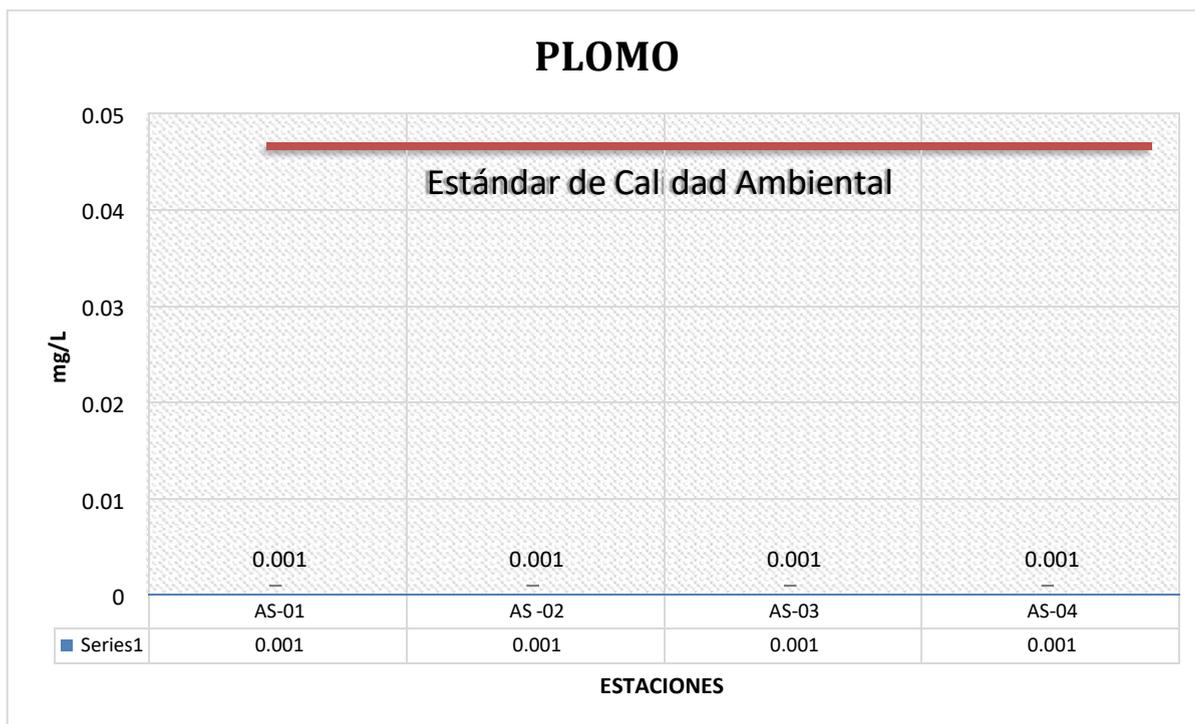


Figura 28. Valores de Plomo en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja deChancay-Huaral

#### 4.30. Zinc

Los valores de Zinc fueron ligeramente superiores en la estación lluviosa, respecto a la estación seca de la Cuenca Chancay-Huaral y, en ambos casos no superan el ECA para agua de riego (2,0 mg/l).

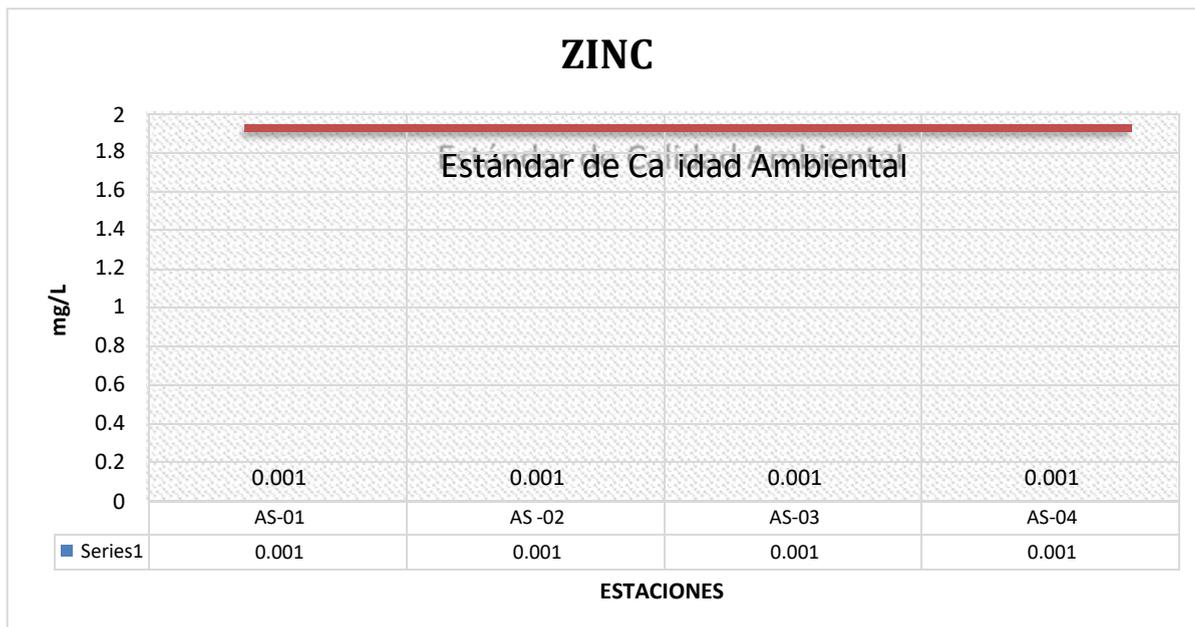
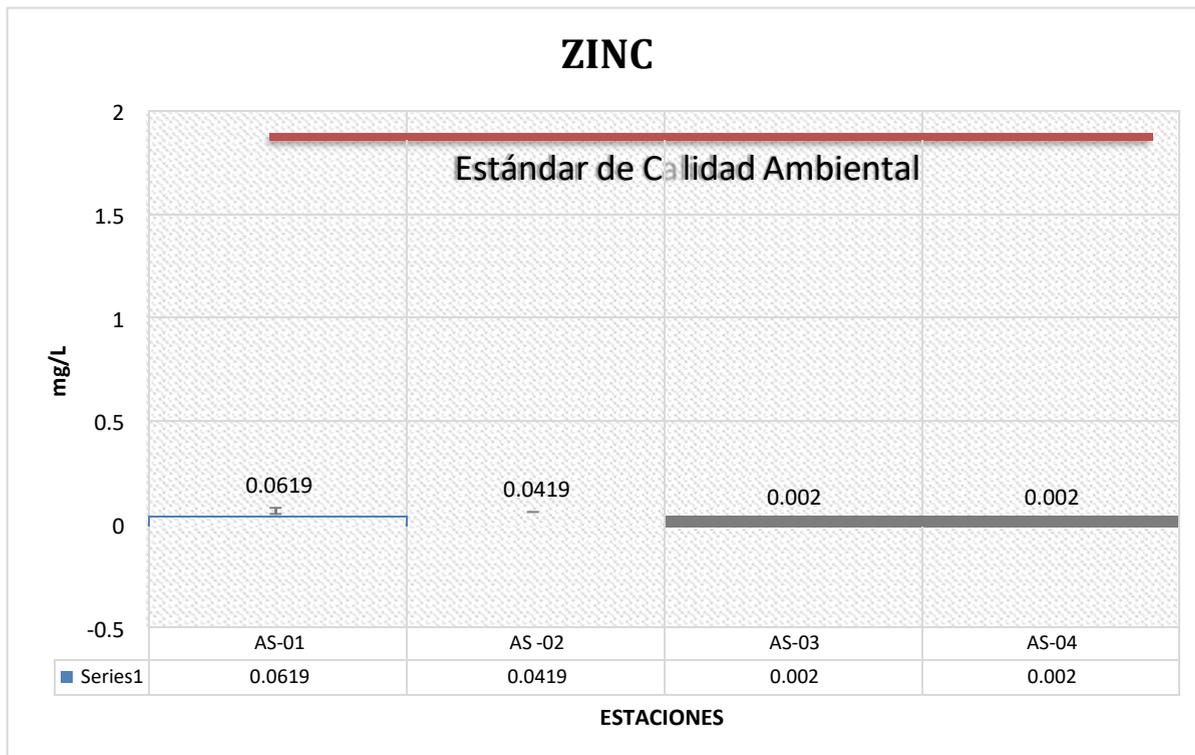


Figura 29. Valores de Zinc en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral

#### 4.31. Selenio

Los valores del Selenio registrados en las estaciones seca y lluviosa fueron de 0,002 mg/l., que viene a ser la décima parte de lo exigido por el ECA para agua de riego de este metal (0,02 mg/l.).

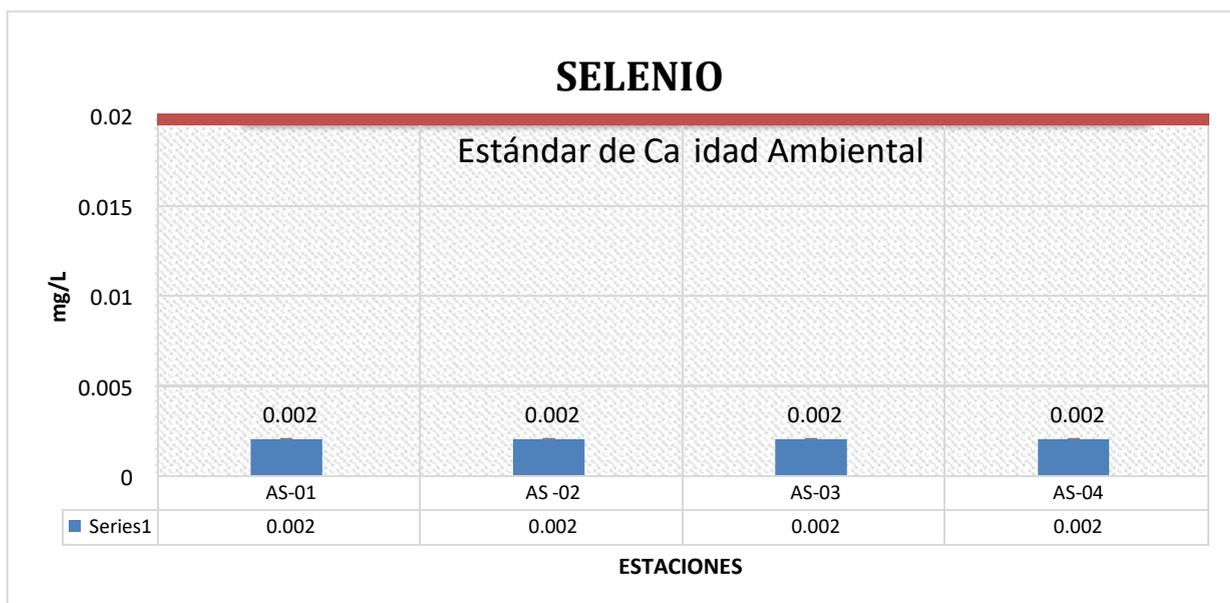
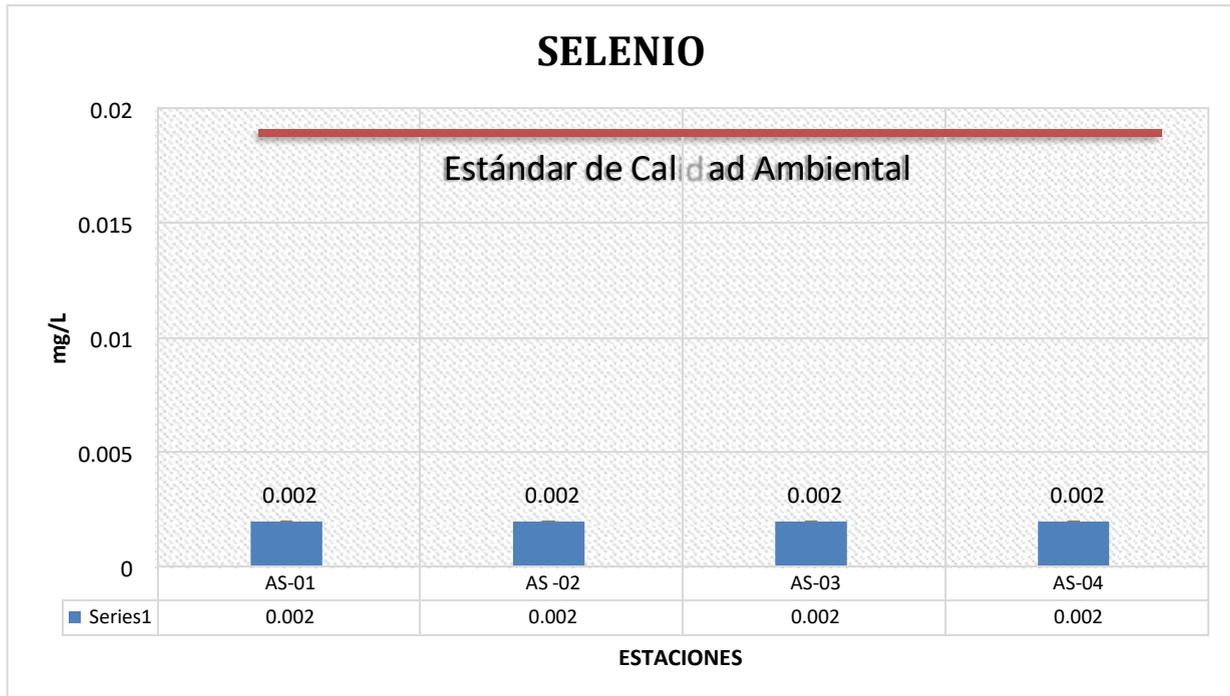


Figura 30. Valores de Selenio en estación seca y lluviosa de la cuenca alta, media y baja de Chancay-Huaral.

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES

El oxígeno disuelto presenta tenores entre 7,0 a 8,7, indicador de una buena calidad del agua en la cuenca del río Chancay-Huaral, por el contrario, los hallazgos de Manrique y Pérez (2010) indican una baja calidad del agua para esos ecosistemas.

Respecto a los coliformes fecales, los valores hallados (23-760 NMP/100 m), son similares a los obtenidos por Manrique-Peláez, Pérez y Martínez-Barrer presentan valores de coliformes bajos, en tanto que el estudio realizado por Córdova data valores altos de coliformes, incluso por encima del ECA para agua de riego.

Los valores de pH (6,63- 8,39) son similares para todas las investigaciones realizadas y se encuentran dentro del rango establecido por el ECA para agua de riego. Respecto a la conductividad, los registros obtenidos (318,0- 893,30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) son similares para Martínez-Barrer y Picoy; por el contrario, el estudio realizado por Sarabia registra valores altos de conductividad y el análisis de Manrique-Peláez presenta valores bajos; en todos los casos los valores de este parámetro no superan el ECA para agua de riego.

Con relación a la DBO los hallazgos del estudio presentan valores de 0.2-2.2 mg/l, inferior a los registros de Martínez-Barrer y Manrique-Peláez, éste último, por encima de lo establecido por el ECA de agua para riego. Respecto a la DQO, el registro hallado (6,50-15,26 mg/l) se presenta por debajo del ECA, en cambio el valor obtenido por Manrique-Peláez se encuentra por encima del ECA para agua de riego.

Respecto al elemento Arsénico, el valor obtenido en el análisis es de 0,001 mg/l, debajo del estándar para ECA de agua de riego (0,1 mg/l) y similar a los resultados registrados por Saravia (2011), Mejía (2016) e Izquierdo (2017).

Mejía (2016) e Izquierdo (2017), reportan valores de cadmio inferiores a 0,001 mg/l, en tanto que los resultados del estudio señalan valores de 0,0002 mg/l, por debajo de lo exigido por el ECA para agua de riego (0,01 mg/l). Respecto al Cobre, Saravia (2011) reportó valores de 0,01 mg/l, en tanto que en el análisis de la muestra registró valores de 0,043- 0,047, inferior a lo establecido por el ECA para este metal (0,2 mg/l).

En cuanto el metal Cromo total, Mejía (2016) reportó un valor de 0,001 mg/l, en tanto que en el estudio se registró un valor de 0,003 mg/l, ambos valores por debajo del ECA para este parámetro (0,2 mg/l). Para el Hierro, los valores reportados por Saravia y Teves fueron de 0,02 mg/l y 1,005 mg/l, el estudio registró valores entre 0,095- 0,106 mg/l, muy por debajo de lo exigido por el ECA de agua para riego (5,0 mg/l).

Respecto al Manganeseo, el estudio registró valores entre 0,00005- 0.04986 mg./l, por debajo de lo registrado por Saravia (0,01 mg/l) y en ambos casos no sobrepasa el ECA para dicho parámetro (0,2 mg/l). Para el mercurio, el estudio registró un valor de 0,0001 mg/l, similar a lo registrado por Mejía y ambos por debajo de lo establecido por el ECA de agua para riego (0,001 mg/l).

Saravia e Izquierdo registraron valores para el plomo entre 0,01 y 0,03 mg/l, valores por encima de ECA para agua de riego (0,005 mg/l), en tanto que, para el estudio, el valor obtenido fue de 0,001 mg/l, por debajo del ECA. En cuanto al Zinc, el estudio arrojó valores de 0,002- 0,062 mg/l, en tanto que el análisis de Pocoy presentó un valor de 0.2 mg/l, ambos por debajo de lo establecido en el ECA (2,0 mg/l).

En cuanto al oxígeno disuelto, Pérez (2019) reporta un dato de 1.47 mg/l y mientras que Manrique (Peláez 2010) registra valores entre 4,3- 10,0 mg/l y el estudio realizado arroja un rango de 7.0 a 8.7mg/l, por encima del ECA (>4 mg/l).

En general, el análisis de los elementos metálicos a lo largo de la Cuenca Chancay-Huaral, evidencian valores por debajo del ECA para el agua de riego, indicador de que la calidad del agua no está siendo afectada por las actividades antropogénicas que se realizan en esta parte del territorio peruano.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Se realizó la evaluación de los parámetros de la calidad del agua de riego para uso agrícola en las áreas no monitoreadas por ANA que pertenecen a la cuenca alta media y baja del río Chancay, para las estaciones de periodoseco y lluvioso.

El análisis y evaluación de 31 parámetros, entre físicos, químicos (metálicos) y microbiológicos, permiten concluir que la calidad del agua de riego es apta para uso agrícola dado que cumplen con el ECA para agua de riego.

El oxígeno disuelto fue el único parámetro que presentó valores por encima de lo establecido en el ECA para agua de riego, indicador de óptimas condiciones del cuerpo de agua; en tanto que el pH fue el parámetro que presentó valores cercanos al límite superior (8,5) del ECA para agua de riego.

Los valores de coliformes fecales se incrementaron en la estación lluviosa (750 NMP/100 ml) y se mantuvieron por debajo de los 600 NMP/100 ml durante la estación seca.

Los componentes metálicos no registraron mayores variaciones en sus valores de registro para ambas estaciones de la cuenca alta media y baja del río Chancay

### **6.2. Recomendaciones**

Continuar con el monitoreo de la calidad del agua para riego en aquellas zonas que no son evaluadas por la Autoridad Nacional del Agua y donde se realizan actividades de cultivo de vegetales.

Hacer periódicamente capacitaciones sobre la importancia del agua la mejor forma que los agricultores y las comunidades rurales se preocupen por el uso del agua es sensibilizarlos sobre el impacto que tiene en la actividad agrícola.

Utilizar sistemas de riego óptimos para así cuidar el uso adecuado de las aguas, estos sistemas de riego nos ayudan a que el agua llegue de una forma más sencilla y eficaz a las raíces de las plantas, Asimismo también reduce la cantidad de agua que se pierde por factores como la evaporaciones.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas Urbanas (2018). Conceptos Sobre Monitoreos de Calidad de Agua. Núcleo Interdisciplinario. Descargado de :  
<http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>
- Autoridad Nacional del Agua (2019). *Situación de la Calidad del Agua en la Cuenca Chancay-Huaral*. Ministerio de desarrollo Agrario y Riego. Descargado de :  
<http://www.ana.gob.pe/noticia/ana-presenta-el-estado-situacional-de-la-calidad-del-agua-en-cuenca-chancay-huaral>
- Autoridad Nacional del Agua (2022). Plan estratégico institucional PEI 2023-2027. ANA-MIDAGRI. <https://www.ana.gob.pe/nosotros/instrumentos-gestion/plan-estrategico-institucional-1>
- Autoridad Nacional del Agua (2023). Consejo de recursos hídricos de cuenca Chancay – Huaral. Plan de gestión de recursos hídricos de la cuenca Chancay - Huaral actualizado 2023. MINAGRI. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5435797/4855856-r-j-333-chancay-huaral.pdf?v=1700230796>
- Ángeles, I. (2017). Metodología de la investigación cuantitativa. Editorial
- Banco Mundial (2022). El agua en la agricultura. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- Bojórquez, F. (2008). *Parámetros de agua de riego. Productores de hortalizas*. Consultado el
- Castellón, J., Bernal, R., Hernández, M. (2014). *Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala*. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. Descargado de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>
- CEPAL (2013). *Guía Análisis y Zonificación de Cuencas Hidrográficas Para El ordenamiento territorial*. Descargado de :  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36817/S2014205\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36817/S2014205_es.pdf)
- Cotler H., Galindo A., González I., Pineda R., Ríos E. (2013). *Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y Perspectivas para su Manejo y Gestión*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales - México. Descargado de:  
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf>  
diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/
- FAO (2005). *Uso del agua en la agricultura*.
- García, F. G. y Miranda R. V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. in: impacto socio-ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo. *Instituto de Investigaciones económicas*, (2) pp. 353-367.  
<http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/4269>
- Garzón-Pascagaza, E. (2015). *¿Filosofía ambiental? Una propuesta para formar el pensamiento en relación con el medio ambiente*. Universidad Católica de Colombia.
- Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales del Ecuador (2014). *Hablemos de Riego*. Descargado de : <http://www.congope.gob.ec/wp->

content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf

- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Mc Graw Hill Education. México D.F.
- La Gaceta (2014). *Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*. Decreto N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. Ecuador. Obtenido de: <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/DE-31849ReglEIA-SETENA.pdf>
- MINAM (2019). *Estándar de calidad Ambiental. Ministerio del Ambiente*. Descargado de : <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
- MINAM (2015). *MINAN Aprobó Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Ministerio del Ambiente. Descargado de: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de>
- Municipalidad de Chancay (2021). Plan de desarrollo local concertado del distrito de Chancay al 2021. Observatorio para el desarrollo territorial. <http://www.munichancay.gob.pe/sites/default/files/2019>
- Narváez y Villegas (2014). *Introducción a la investigación. Guía interactiva*. Universidad Veracruzana. México. Referenciado de <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/index.html>
- ONU DAES (2008). *Decenio del agua. Calidad del agua*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Descargado de: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Quinteros Carabalí, J.; Gómez-García, J.; Solano, M.; Llumiquinga, G.; Burgos, C. & Carrera-Villacrés, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglhuayco. *Siembra*. 6(2), 046–057. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>
- R.J. N° 056-2018-ANA (13 de febrero del 2018). Aprobar la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-056-2018-ana>
- Revista Saber y Hacer (2015). Las Aguas Residuales y sus Consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Descargado de : <https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>
- SERVINDI (2013). *La Preocupante y Desigual Situación del Agua en el Perú*. Comunicación Intercultural para un mundo más humano y diverso. Descargado de: <https://www.servindi.org/> Universitaria Villarreal. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Zarza, L. (enero 2022). *¿Qué es la agricultura de regadío?* agua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agricultura-regadio> 16 de enero de 2022. <http://www.hortalizas.com/irrigacion/parametros-de-agua-de-riego/>

# **ANEXOS**



Fotografía 1. Formación de la cuenca del Rio Chancay – Huaral, aguas provenientes de la cuenca San José de Baños y Cuenca Vichaycocha.



Fotografía 2. Toma de muestra en la estación AS-01.



Fotografía 3. Toma de muestra en la estación AS-02.



Fotografía 4. Toma de muestra en la estación AS-03.



Fotografía 5. Toma de muestra en la estación AS-04.



Fotografía 6. Toma de muestra en la estación AS-04.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-127



**INFORME DE ENSAYO**  
**N° 2022-0059**  
**CON VALOR OFICIAL**

---

**ENVIRONMENTAL ENERGY INGENIEROS CONSULTORES PERU S.A.C.**

**ENVIRONMENTAL ENERGY PERU S.A.C.**

COO. HUAYTAPALLANA Mz G LOTE 18 -LIMA-LOS OLIVOS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO DE RIEGO AGRÍCOLA EN LA CUENCA DEL RIO CHANCAY - HUARAL, 2022

PROVINCIA DE CHANCAY, HUARAL, LIMA

PLAN DE MUESTREO CORRESPONDIENTE A LA O.S. 2022-044

EXPEDIENTE 2022-044

---

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: : No aplica.  
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 25/02/2022 Y 18/09/2022  
MUESTREO REALIZADO POR: : WORLD CLEAN LABORATORY

ESTACION DE MUESTREO	DESCRIPCION
AS-01	Agua proveniente de los rios Vichaycocha, San José de baños
AS-02	Ubicado en la media cuenca después de la confluencia entre los rios Carac y Ñasmayo
AS-03	Ubicado a 300 metros de la estación Santo Domingo.
AS-04	Ubicado en la cuenca baja a 100 metros de la confluencia del río Orcón

EMITIDO POR WORLD CLEAN LABORATORY S.A.C.  
FECHA DE EMISION 23/09/2022

---

ING.ISRAEL JORGE HUARCA MEJÍA  
Gerente General  
CIP N° 80895

ESTE INFORME DE ENSAYO SE ENCUENTRA DENTRO DEL AMBITO DE RECONOCIMIENTO MULTILATERAL DE IAAC E ILAC, POR LA ACREDITACION DE INACAL-DA

INFORME DE ENSAYO  
N° 2022-0059  
CON VALOR OFICIAL

I. RESULTADOS

EPOCA DE LLUVIA

Producto	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	
Matriz	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	
Código de Cliente	AS-01	AS-02	AS-03	AS-04	
Fecha de Muestreo	25/02/2022	25/02/2022	25/02/2022	25/02/2022	
Hora de Muestreo(H)	10:15	10:45	11:15	12:00	
Coordenadas UTM WSG 84	N: 8754668 E: 0309826	N: 8743626 E: 0281255	N: 8732416 E: 0268745	N: 8721937 E: 0260372	
Descripción del punto de muestreo	Agua proveniente de los ríos Vichaycocha, San José de baños	Ubicado en la media cuenca después de la confluencia entre los ríos Carac y Añasmayo	Ubicado a 300 metros de la estación Santo Domingo.	Ubicado en la cuenca baja a 100 metros de la confluencia del río Orcón	
Ensayo	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Fisicoquímica - Electrométricos					
Ensayos de Medición en Campo					
Conductividad Eléctrica	µS/cm	429	435	452	890
pH	Unid. de pH	8,31	8,17	8,34	8,39
Temperatura	°C	12,3	13,1	11,4	18,0

EPOCA SECA

Producto	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	
Matriz	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	AGUA AGUA SUPERFICIAL	
Código de Cliente	AS-01	AS-02	AS-03	AS-04	
Fecha de Muestreo	18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022	
Hora de Muestreo(H)	13:00	13:30	14:20	16:00	
Coordenadas UTM WSG 84	N: 8754668 E: 0309826	N: 8743626 E: 0281255	N: 8732416 E: 0268745	N: 8721937 E: 0260372	
Descripción del punto de muestreo	Agua proveniente de los ríos Vichaycocha, San José de baños	Ubicado en la media cuenca después de la confluencia entre los ríos Carac y Añasmayo	Ubicado a 300 metros de la estación Santo Domingo.	Ubicado en la cuenca baja a 100 metros de la confluencia del río Orcón	
Ensayo	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Fisicoquímica - Electrométricos					
Ensayos de Medición en Campo					
Conductividad Eléctrica	µS/cm	442	492	512	965
pH	Unid. de pH	6,84	7,02	7,15	6,73
Temperatura	°C	20,0	20,4	20,8	21,0

\*FIN DE LOS RESULTADOS\*

INFORME DE ENSAYO  
N° 2022-0059  
CON VALOR OFICIAL

II. METODO Y REFERENCIA :

Ensayo	Norma de Referencia	Título	L.C.M.	Unidad
Conductividad Eléctrica	SMEWW-AWWA-APHA-WEF 2510 B. 23rd Ed. (2017)	Conductivity, Laboratory Method	-	μS/cm
pH	SMEWW-AWWA-APHA-WEF 4500-H+ B. 23rd Ed. (2017)	pH Value, Electrometric Method.	-	Unid. de pH
Temperatura	SMEWW-AWWA-APHA-WEF 2550 B. 23rd Ed. (2017)	Temperature, Laboratory and Field Methods.	-	°C

L.C.M.: Límite de cuantificación del método.

Siglas:  
NTP: Norma Técnica Peruana  
L.C.M.: Límite de Cuantificación del Método de Ensayo  
SMEEW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater  
EPA: Environmental Protection Agency of United States of America

III. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Código	Nombre
WCL-MUE-103	Instructivo Toma de Muestra Matriz Agua Natural

III. DATOS ADICIONALES

NOMBRE DE CONTACTO : Miguel Lopez Salazar  
REFERENCIA : Orden de servicio N° 2022-044/ Cotización N° 2022-044  
PLAN DE MUESTREO : Correspondiente a la O.S. N° 2022-044  
ORDEN DE SERVICIO : Orden de servicio N° 2022-044  
  
CANTIDAD DE MUESTRA : No aplica.

IV. OBSERVACIONES

Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de World Clean Laboratory S.A.C .  
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena custodia correspondiente.  
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico, es de 4 años.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado por un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-00945

N° Id.: 0000010350

### I. DATOS DEL SERVICIO

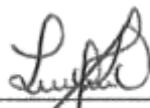
---

1.-RAZON SOCIAL	: ENVIRONMENTAL ENERGY INGENIEROS CONSULTORES PERU S.A.C.-ENVIROENERGY S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: MZA. G LOTE. 18 COO. HUAYTAPALLANA LIMA - LIMA - LOS OLIVOS
3.-PROYECTO	: EVALUACION DE CALIDAD DEL AGUA PARA USOS DE RIEGO AGRICOLA EN LA CUENCA DEL RIO CHANCAY - HUARAL
4.-PROCEDENCIA	: CUENCA DEL RIO CHANCAY – HUARAL– TEMPORADA DE LLUVIA
5.-SOLICITANTE	: ENVIRONMENTAL ENERGY INGENIEROS CONSULTORES PERU S.A.C.-ENVIROENERGY S.A.C.
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000004649-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-03-11

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

---

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-02-25
3.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022 02-26 al 2022-03-11



Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**SEDE PRINCIPAL**

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-00945

N° Id.: 0000010350

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Escherichia Coli (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Cianuro WAD (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> I, F, 23 rd Ed. 2017	Weak Acid Dissociable Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method
Demanda Química de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Fluoruro (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F <sup>-</sup> C, 23 rd Ed. 2017	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Aceites y Grasas (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Alcalinidad por Bicarbonatos (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	Alkalinity. Titration Method
Detergentes (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23 rd Ed. 2017	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

(\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE AREQUIPA:

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE PIURA:

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-00945**

N° Id.: 0000010350

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Fenol <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5530 B, C, 23 rd Ed. 2017	Phenols. Cleanup Procedure. Chloroform Extraction Method
Nitrato <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
Nitrito <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2- B, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Total). Persulfate Method
Sulfato <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO42- E, 23 rd Ed. 2017	Sulfate. Turbidimetric Method
Metales Totales ICP-MS <sup>(*)</sup>	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

(\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

**SEDE PRINCIPAL**Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)**SEDE AREQUIPA:**Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)**SEDE PIURA:**Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-00945

N° Id.: 000059879

### IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-26301	M-22-26302	M-22-26303	M-22-26304			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02	AS-03	AS-04			
COORDENADAS:	E:0309826	E:0281255	E:0268745	E:0260372			
UTM WGS 84:	N:8754668	N:8743626	N:8732416	N:8721937			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río						
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	25/02/2022 10:15	25/02/2022 10:45	25/02/2022 11:15	25/02/2022 12:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	23,0	23,0	125,0	760,0
Escherichia Coli (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	23,0	23,0	125,0	760,0
Cianuro WAD (*)	mg/L	0,0015	0,0030	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,2	<2,1	<2,0	<2,0
Fluoruro (*)	(mg F/L)	0,08	0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	0,005	0,010	6,50	7,60	10,0	15,26
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,30	0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Alcalinidad por Bicarbonatos (*)	mg CaCO3/L	2,00	5,00	113,17	102,30	117,40	108,93
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fenol (*)	mg/L	NA	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrito (*)	(mg NO2-/L)	0,026	0,066	<0,066	<0,006	<0,006	<0,066
Nitratos (NO3--N) +Nitritos (NO2--N) 2(*)	mg/L	0,050	0,120	0,257	0,240	0,259	0,320
Sulfato (*)	mg/L	1,0	2,5	110,0	130,2	154,2	168,4
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,1598	0,1785	0,1785	0,1745
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,0398	0,0467	0,0467	0,0813
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0632	0,0923	0,0923	0,0059
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0617	0,0327	0,0327	0,0446

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(\*\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el

L.C.M.L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el

L.D.M.

NA: No Aplica

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE AREQUIPA:

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE PIURA:

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-00945

N° Id.: 0000059879

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-26301	M-22-26302	M-22-26303	M-22-26304			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02	AS-03	AS-04			
COORDENADAS:	E:0309826	E:0281255	E:0268745	E:0260372			
UTM WGS 84:	N:8754668	N:8743626	N:8732416	N:8721937			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río						
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	25/02/2022	25/02/2022	25/02/2022	25/02/2022			
	10:15	10:45	11:15	12:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,178	0,078	0,078	0,046
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	0,0321	0,0440	0,0440	0,0079
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,04986	<0,00005	0,0005	<0,0005
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0619	<0,002	<0,002	<0,002

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

#### SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE AREQUIPA:

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

#### SEDE PIURA:

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.Alab.com.pe](http://www.Alab.com.pe)

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16202

N° Id.: 0000059879

### I. DATOS DEL SERVICIO

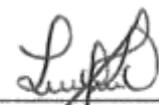
---

1.-RAZON SOCIAL	: ENVIRONMENTAL ENERGY INGENIEROS CONSULTORES PERU S.A.C.-ENVIROENERGY S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: MZA. G LOTE. 18 COO. HUAYTAPALLANA LIMA - LIMA - LOS OLIVOS
3.-PROYECTO	: EVALUACION DE CALIDAD DEL AGUA PARA USOS DE RIEGO AGRICOLA EN LA CUENCA DEL RIO CHANCAY - HUARAL
4.-PROCEDENCIA	: CUENCA DEL RIO CHANCAY – HUARAL– TEMPORADA SECA
5.-SOLICITANTE	: ENVIRONMENTAL ENERGY INGENIEROS CONSULTORES PERU S.A.C.-ENVIROENERGY S.A.C.
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000004649-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-09-29

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

---

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-09-19
3.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022 09-19 al 2022-09-29



---

Liz Y. Quispe Quispe  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. L  
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16202

N° Id.: 0000059879

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Escherichia Coli (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Cianuro WAD (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> I, F, 23 rd Ed. 2017	Weak Acid Dissociable Cyanide. Cyanide-Selective Electrode Method
Demanda Química de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Fluoruro (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F <sup>-</sup> C, 23 rd Ed. 2017	Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Aceites y Grasas (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Alcalinidad por Bicarbonatos (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	Alkalinity. Titration Method
Detergentes (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23 rd Ed. 2017	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

(\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16202

N° Id.: 0000059879

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Fenol <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5530 B, C, 23 rd Ed. 2017	Phenols. Cleanup Procedure. Chloroform Extraction Method
Nitrato <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
Nitrito <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2- B, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Nitrógeno Total <sup>2</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Total). Persulfate Method
Sulfato <sup>(*)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO42- E, 23 rd Ed. 2017	Sulfate. Turbidimetric Method
Metales Totales ICP-MS <sup>(*)</sup>	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

(\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16202

N° Id.: 0000059879

### IV. RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49297	M-22-49298	M-22-49299	M-22-49300
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AS-01	AS-02	AS-03	AS-04
COORDENADAS:				E:0309826	E:0281255	E:0268745	E:0260372
UTM WGS 84:				N:8754668	N:8743626	N:8732416	N:8721937
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :				18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022
				13:00	13:30	14:20	16:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	240,0	450,3	575,3	540,0
Escherichia Coli (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	240,0	450,3	575,3	540,0
Cianuro WAD (*)	mg/L	0,0015	0,0030	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fluoruro (*)	(mg F/L)	0,08	0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	0,005	0,010	7,70	8,05	9,12	10,56
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,30	0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Alcalinidad por Bicarbonatos (*)	mg CaCO <sub>3</sub> /L	2,00	5,00	113,17	135,10	114,0	108,93
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fenol (*)	mg/L	NA	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrito (*)	(mg NO <sub>2</sub> -/L)	0,026	0,066	<0,066	<0,060	<0,060	<0,066
Nitratos (NO <sub>3</sub> --N) +Nitritos (NO <sub>2</sub> --N)   2(*)	mg/L	0,050	0,120	0,120	0,121	0,120	0,120
Sulfato (*)	mg/L	1,0	2,5	104,20	120,35	140,80	157,0
<b>Metales Totales ICP-MS</b>							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,079	0,070	0,050	0,036
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,49830	0,04583	0,06773	0,09137
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	0,34320	0,43432	0,55320	0,45590
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0617	0,0517	0,0327	0,0446

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(\*\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el

L.C.M.L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el

L.D.M.

NA: No Aplica

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16202

N° Id.: 0000059879

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-49297	M-22-49298	M-22-49299	M-22-49300			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02	AS-03	AS-04			
COORDENADAS:	E:0309826	E:0281255	E:0268745	E:0260372			
UTM WGS 84:	N:8754668	N:8743626	N:8732416	N:8721937			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río						
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022	18/09/2022			
	13:00	13:30	14:20	16:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,178	0,122	0,78	0,046
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	0,04915	0,05915	0,08910	0,0989
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,04986	0,02586	<0,0005	<0,0005
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0619	0,0419	<0,002	<0,002

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(\*\*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS.

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

### V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"