



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Calidad del agua superficial y evaluación del impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral

Tesis

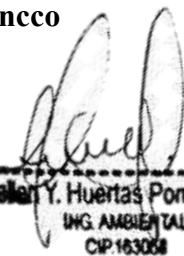
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora

Valia Sofia Monrroy Falcon

Asesora

Mg. Ing. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco



Hellen Y. Huertas Pomasoncco
ING. AMBIENTAL
CIP:163068

Huacho – Perú

2026



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)

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 |
| Valia Sofia Monrroy Falcon | 74020883 | 22/05/2026 |
| DATOS DEL ASESOR: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco | 46741141 | https://orcid.org/0000-0002-4204-7320 |
| DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO: | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS | DNI | CÓDIGO ORCID |
| M(o). Luis Miguel Chavez Barbery | 15759159 | https://orcid.org/0000-0001-7816-1582 |
| M(o). Pedro Martin Rios Salazar | 15591709 | https://orcid.org/0000-0002-4748-5557 |
| Mg. Lucero Katherine Castro Tena | 70837735 | https://orcid.org/0000-0002-6770-8615 |

2026-035294 VALIA SOFIA MONRROY FALCON

Calidad del agua superficial y evaluación del impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral

UJI-FIAIAYA PREGRADO 2026

Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3561869323

Fecha de entrega

6 may 2026, 11:54 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 may 2026, 12:13 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS_-_VALIA_SOFIA_MONRROY_FALCON_-_definitivo.pdf

Tamaño del archivo

7.7 MB

125 páginas

24.144 palabras

138.669 caracteres



Página 2 de 136 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3561869323

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet

14% Publicaciones

10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A mi amada madre Edry Falcón de la Cruz, por todo su amor y apoyo incondicional, por creer y confiar en mí, por ser mi motor y motivo de superación, por sus consejos y por ser mi mejor amiga, pues este logro también es suyo.

A mi hermano Christian Barreto, por su apoyo y cariño incondicional, por confiar y creer en mí para culminar una de mis metas.

Valia Sofia Monrroy Falcón

AGRADECIMIENTOS

A mi alma máter, la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por contribuir en mi formación profesional y académica, y fomentar en mí el compromiso del aprendizaje continuo.

Al Ing. Abel Martínez, por su valioso apoyo técnico como especialista de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), por acompañarme en los monitoreos y compartir información fundamental para el desarrollo de esta investigación. Agradezco profundamente el tiempo brindado, su orientación constante y las oportunidades de aprendizaje que enriquecieron mi formación profesional en esta área.

A la Ing. Yeenifeer Arévalo, por orientarme desde un inicio como estudiante y ahora como profesional, en el cual me ha brindado su confianza, apoyo y consejos durante la elaboración de mi tesis.

A mi estimado amigo Roger Bravo por su comprensión y constante apoyo durante cada monitoreo realizado en la etapa de ejecución de esta investigación. Su disposición y amistad han sido valiosas y las llevaré siempre presentes.

A la Mg. Ing. Hellen Huertas Pomasoncco, por ser mi asesora de tesis, por su disposición continúa y por los consejos brindados en los momentos clave durante el desarrollo de la tesis.

Finalmente, expreso mi agradecimiento al M(o). Luis Miguel Chavez Barbery por su orientación oportuna y el valioso tiempo dedicado, el apoyo académico fue fundamental para el culmino de esta investigación.

Valia Sofia Monrroy Falcón

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 14 |
| 1.2. Formulación del problema | 15 |
| 1.2.1. Problema general | 15 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 16 |
| 1.3. Objetivos de la investigación | 16 |
| 1.3.1. Objetivo general | 16 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 16 |
| 1.4. Justificación de la investigación | 16 |
| 1.5. Delimitación del estudio | 17 |
| 1.5.1. Delimitación temporal | 17 |
| 1.5.2. Delimitación espacial | 18 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 20 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 20 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 22 |
| 2.2. Bases teóricas | 24 |
| Calidad del agua | 24 |
| Parámetros microbiológicos | 28 |
| Monitoreo de la calidad del agua | 37 |
| Evaluación del impacto ambiental | 38 |
| Método de evaluación de impacto ambiental | 39 |
| Matriz de Leopold | 40 |
| Marco legal o normativo | 42 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 48 |
| Agua superficial | 48 |
| Contaminación de las fuentes de agua | 48 |
| Calidad del agua | 48 |
| Época de avenida | 48 |
| Época de estiaje | 48 |
| Infraestructura hidráulica menor | 49 |
| Impacto ambiental | 49 |
| Estudio de Impacto Ambiental (EIA) | 49 |
| Canal de primer orden | 49 |
| Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) | 49 |

| | |
|--|-----|
| Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos | 50 |
| Fuente contaminante puntual | 50 |
| Ambiente | 50 |
| Vertimiento | 50 |
| Río | 50 |
| 2.4. Operacionalización de variables | 51 |
| CAPITULO III. METODOLOGÍA | 52 |
| 3.1. Diseño metodológico | 52 |
| Tipo de investigación | 52 |
| Diseño de la investigación | 52 |
| Enfoque | 53 |
| 3.2. Técnicas de recolección de datos | 53 |
| 3.3. Técnicas para el procesamiento de la información | 60 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 61 |
| 4.1. Análisis de resultados | 61 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN | 91 |
| 5.1. Discusión de resultados | 91 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 95 |
| 6.1. Conclusiones | 95 |
| 6.2. Recomendaciones | 96 |
| CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 98 |
| ANEXOS | 105 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Cronograma de monitoreo de la calidad de agua..... | 17 |
| Tabla 2. Ubicación y descripción de los puntos de muestreo | 18 |
| Tabla 3 Matriz de operacionalización de la investigación..... | 51 |
| Tabla 4. Descripción y ubicación de las estaciones de monitoreo | 52 |
| Tabla 5. Métodos de ensayo y normas de referencia para el análisis de las muestras | 57 |
| Tabla 6. Valores de la Magnitud e Importancia para la Matriz de Leopold adaptado | 59 |
| Tabla 7. Valoración de impactos de la matriz de Leopold adaptado | 59 |
| Tabla 8. Valores de temperatura | 61 |
| Tabla 9. Valores de pH | 62 |
| Tabla 10. Nivel de concentración de conductividad eléctrica (C.E)..... | 63 |
| Tabla 11. Concentraciones de oxígeno disuelto | 64 |
| Tabla 12. Concentración de DBO | 65 |
| Tabla 13. Valores de las concentraciones de detergentes SAAM..... | 66 |
| Tabla 14. Concentraciones de cloruro | 67 |
| Tabla 15. Concentraciones de Nitratos | 68 |
| Tabla 16. Concentraciones de aceites y grasas..... | 69 |
| Tabla 17. Concentraciones de sulfatos..... | 70 |
| Tabla 18. Valores de coliformes fecales | 71 |
| Tabla 19. Valores de Escherichia Coli | 72 |
| Tabla 20. Concentraciones de Huevo de Helmintos..... | 73 |
| Tabla 21. Concentración de aluminio | 74 |
| Tabla 22. Concentraciones de arsénico | 75 |
| Tabla 23. Concentraciones de Bario | 76 |
| Tabla 24. Concentraciones de Boro | 77 |
| Tabla 25. Concentraciones de Cadmio..... | 78 |
| Tabla 26. Concentraciones de Cobre..... | 79 |
| Tabla 27. Concentraciones de Hierro | 80 |
| Tabla 28. Concentraciones de Litio..... | 81 |
| Tabla 29. Concentraciones de Magnesio..... | 82 |
| Tabla 30. Concentraciones de Manganeseo | 83 |
| Tabla 31. Concentraciones de Mercurio..... | 84 |
| Tabla 32. Concentraciones de Plomo | 85 |
| Tabla 33. Concentraciones de Zinc | 86 |
| Tabla 34. Distribución de cultivos en el área de estudio (ha)..... | 90 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Delimitación del área de estudio obtenido del Programa ArcGIS del año 2023..... | 19 |
| Figura 2. Diagrama procedimental de las fases del proyecto de investigación..... | 54 |
| Figura 3. Diagrama de procedimiento del monitoreo de la calidad del agua..... | 55 |
| Figura 4. Diagrama del procedimiento de aplicación de matriz de Leopold adaptado | 58 |
| Figura 6. Valores de temperatura en las estaciones de monitoreo. | 61 |
| Figura 5. Concentración de pH y su cumplimiento frente al ECA para riego de vegetales (D1)..... | 62 |
| Figura 8. Concentración de conductividad eléctrica y cumplimiento del ECA (Cat. 3) | 63 |
| Figura 9. Concentración de oxígeno disuelto y comparación con el ECA (D1 y D2) | 64 |
| Figura 10. Concentración de DBO y comparación con el ECA (D<1 y D2)..... | 65 |
| Figura 11. Concentración de detergentes (SAAM) y su comparación con el ECA | 66 |
| <i>Figura 12.</i> Concentración de cloruros y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 67 |
| Figura 13. Concentración de nitratos y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 68 |
| Figura 14. Concentración de aceites y grasas y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 69 |
| Figura 15. Concentración de sulfatos y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 70 |
| Figura 16. Concentración de coliformes fecales | 71 |
| Figura 17. Concentración de Escherichia-coli y su comparación con el ECA-Agua (D1) | 72 |
| Figura 18. Concentración de huevos de Helmitos y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 73 |
| Figura 19. Concentración de aluminio y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 74 |
| Figura 20. Concentración de arsénico y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 75 |
| Figura 22. Concentración de Bario y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 76 |
| Figura 23. Concentración de Boro y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 77 |
| Figura 24. Concentración de Cadmio y su comparación con el ECA-Agua (D1) | 78 |
| Figura 25. Concentración de Cobre y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 79 |
| <i>Figura 28.</i> Concentración de Hierro y su comparación con el ECA | 80 |
| Figura 29. Concentración de Litio y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 81 |
| Figura 30. Concentración de Magnesio y su comparación con el ECA-Agua (D2) | 82 |
| <i>Figura 31.</i> Concentración de Manganeso y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 83 |
| Figura 32. Concentración de Mercurio y su comparación con el ECA (D1 y D2) | 84 |
| Figura 34. Concentración de Plomo y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 85 |
| Figura 36. Concentración de Zinc y su comparación con el ECA (D1 y D2)..... | 86 |

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre la calidad del agua con el impacto ambiental del canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral. **Metodología:** El trabajo se desarrolló en el centro poblado Jesús del Valle, distrito de Huaral, teniendo tres estaciones de monitoreo georreferenciadas: EST-1 (-11.506543; -77.190408), EST-2 (-11.510226; -77.200204) y EST-3 (-11.503865; -77.204641). El diseño fue cuasi experimental con análisis descriptivo con gráficos dependientes y correlacional. Se realizó muestreo puntual en un día para cada temporada (estiaje y avenida), evaluándose parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados. Se aplicó la matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental, identificándose fuentes contaminantes para determinar el estado de calidad del agua para riego agrícola y bebida de animales. Para la toma de datos se empleó un equipo multiparámetro y envases adecuados para el análisis de laboratorio. **Resultados:** en la época de estiaje y avenida, los datos fueron similares: Temperatura EST-3 fue 19.95°C; pH en EST-1 fue 9.41; C.E. EST-3: 464µS/cm; OD la EST-2 fue 8.56 mg/l, cloruros EST-1 15.3 mg/l, nitratos EST-3: 3.36 mg/; aceites y grasas, detergentes, DBO y sulfatos no hubo significancia. En coliformes fecales en EST-1 y 2 fue 54,000NMP/100ml y EST-2: 140 NMP/100 ml, *Escherichia coli* en EST-1 y 3 35,000 NMP/100ml y 79 NMP/100 ml en la EST-2; en metales pesados, aluminio en EST-1: 11.473 mg/l y EST-3: 0.132 mg/l; Bario en EST-1: 0.14288 mg/L y EST-2 0.0600 mg/L; Hierro en EST-1: 11.6195 mg/L y EST-3 0.2117 mg/L; Manganeso en EST-1: 0.89254 mg/L y EST-3: 0.0234 mg/L; Zinc en EST-1 con 0.1227 mg/l. En cuanto a la evaluación del impacto ambiental la sumatoria fue de -401 clasificado como impacto ambiental severo. **Conclusión:** Existe relación del impacto ambiental con los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados evidenciando contaminación antrópica.

Palabras clave: Calidad de agua, impacto ambiental, canal de riego.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to determine the relationship between water quality and environmental impact in the primary irrigation canal of Jesús del Valle, Huaral. **Methodology:** The research was conducted in the Jesús del Valle populated center, considering three georeferenced monitoring stations (EST-1, EST-2, and EST-3). A quasi-experimental design was applied, using descriptive analysis with comparative graphs and a correlational approach. Sampling was carried out on a single day for each season (dry and wet periods), evaluating physicochemical, microbiological, and heavy metal parameters. The Leopold matrix was used to assess environmental impact, and pollution sources were identified to determine water quality suitability for agricultural irrigation and livestock consumption. Data collection involved a multiparameter device and appropriate containers for laboratory analysis. **The results:** showed similar patterns in both seasons. Key findings included a temperature of 19.95°C at EST-3, a pH of 9.41 at EST-1, electrical conductivity of 464 µS/cm at EST-3, and dissolved oxygen of 8.56 mg/L at EST-2. Chlorides reached 15.3 mg/L at EST-1, while nitrates were 3.36 mg/L at EST-3. Parameters such as oils and grease, detergents, BOD, and sulfates did not show significant variation. Microbiological analysis revealed high levels of fecal coliforms (up to 54,000 MPN/100 mL) and *Escherichia coli* (up to 35,000 MPN/100 mL), particularly in EST-1. Regarding heavy metals, elevated concentrations of aluminum (11.473 mg/L), iron (11.6195 mg/L), and manganese (0.89254 mg/L) were detected, mainly in EST-1. The environmental impact assessment resulted in a total score of -401, classified as a severe environmental impact. **Conclusion:** a significant relationship was identified between environmental impact and physicochemical, microbiological, and heavy metal parameters, indicating the presence of anthropogenic contamination in the study area.

Keywords: Water quality, environmental impact, irrigation canal.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye un recurso natural fundamental para el desarrollo de la vida y el sostenimiento de diversas actividades humanas, productivas y ecosistémicas. En el Perú, el crecimiento urbano, las actividades industriales, mineras y agrícolas, así como la falta de tratamiento de aguas residuales, han contribuido a la creciente contaminación de fuentes hídricas (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2017). Siendo las aguas superficiales un sistema recolector de aguas residuales de las ciudades por lo que tienen una alta carga de contaminantes: organismos patógenos, carga orgánica elevada y metales pesados, siendo este tipo de agua, conducida a través de canales de riego, es empleada en la producción de verduras para el consumo directo (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

La presente investigación tiene como propósito evaluar la calidad del agua y su impacto ambiental en el canal de primer orden L1 Cañón 1, perteneciente al Subsector hidráulico Jesús del Valle – Huaral, una zona que tiene por actividad económica la agricultura.

Esta zona ha sido objeto de preocupación debido a la evidente descarga de aguas residuales domésticas sin previo tratamiento, viéndose alterada la calidad del agua para riego generando así impactos ambientales en sus diferentes componentes, asimismo, esta problemática ambiental, sumada a la limitada implementación de medidas de gestión, prevención y concientización por parte de las autoridades competentes, impulsó la realización del presente trabajo.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El agua es el elemento vital de los ecosistemas y el humano, de los que depende nuestra seguridad alimentaria y nutricional presente y futura. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (1997) mencionó que la agricultura es el principal usuario mundial en uso de recursos de agua dulce y que utiliza el 70% de todos los suministros hídricos. No obstante, es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa por la descarga de contaminantes y sedimentos de las prácticas agrícolas y víctima por los desechos orgánicos, microbianos y metales pesados a las aguas superficiales transmitiendo enfermedades a través de los canales de riego dirigidas a los campos de cultivo y por ende a la población.

Según CEPAL (2016), en Latinoamérica y el Caribe, la disponibilidad del recurso hídrico constituye un factor clave para el desarrollo social y económico de la región. Se estima que la extracción anual de agua alcanza aproximadamente los 290 mil millones de metros cúbicos, siendo el sector agrícola el principal usuario, con un consumo cercano al 70 % del total, actividad que además aporta alrededor del 5 % del Producto Bruto Interno en la región. En segundo lugar, el uso doméstico representa aproximadamente el 19 % de la extracción total, mientras que las actividades mineras e industriales representa cerca del 11 %. Estos valores evidencian la alta dependencia de los recursos hídricos para el desarrollo productivo y social en América Latina y el Caribe.

En el Perú, el consumo de agua se destina en su mayoría para la actividad agrícola, como señala Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI] (2015) el consumo es 12 veces más en comparación al que se destina para la población. Según la Autoridad Nacional del Agua [ANA] (2019) menciona que la calidad del agua superficial se ve más afectada por

actividades antropogénicas que por fuentes contaminantes naturales, siendo éstas las aguas residuales domésticas e industriales, residuos sólidos y otros.

En la ciudad de Huaral no es ajeno al deterioro de la calidad del agua en los canales de riego. El Consejo de Recursos Hídricos Chancay - Huaral (2019) informó que los canales de riego se encuentran afectados por el arrojado de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales sin tratar, por lo que esta situación altera la calidad del agua dañando la infraestructura de los canales encaminado al desarrollo de plagas y enfermedades que impactarían negativamente a la salud, producción agrícola y el ambiente. En ese sentido, la Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza (2020) a través del informe de monitoreo de la calidad del agua menciona que la parte baja de la cuenca Chancay- Huaral, zonas donde el río continúa su curso en los distritos de Aucallama, Chancay y Huaral, se encuentra altamente afectado por las aguas residuales domésticas provenientes de las redes de alcantarillado que son descargadas sin previo tratamiento en los canales de riego, siendo uno de los afectados; el canal de riego de orden 1 Jesús del Valle hasta el canal de riego de orden 2 Cañón 1. Bajo ese contexto la presente investigación evaluó la calidad del agua destinada para riego a través del monitoreo de agua superficiales y de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para verificar el cumplimiento del ECA para agua de riego y bebida de animales y la cuantificación del impacto que genera la salud y el ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se relaciona la calidad del agua con el impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Los parámetros fisicoquímicos se relacionan con el impacto ambiental del canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral?
- ¿Los parámetros microbiológicos se relacionan con el impacto ambiental del canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral?
- ¿Los metales pesados se relacionan en el impacto ambiental con el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre la calidad del agua con el impacto ambiental del canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la relación de los parámetros fisicoquímicos con el impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral.
- Identificar la relación de los parámetros microbiológicos con el impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral.
- Establecer la relación de los metales pesados con el impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica de forma práctica ya que sirve como diagnóstico de la contaminación a las aguas superficiales que son destinadas para el uso de riego de vegetales y bebida de animales que son transportadas a través de las infraestructuras hidráulicas menores del cual, en la actualidad, la ciudad de Huaral no contempla procedimientos o acciones por parte de las entidades competentes, por lo

expuesto, el presente estudio permitirá el desarrollo de estrategias, políticas, planes de mitigación y vigilancia del recurso hídrico en canales de riego.

La conservación del recurso hídrico resulta de vital importancia debido a los diferentes usos que el humano necesita, tal es el caso de la agricultura, una actividad imprescindible que se encuentra vulnerado por la afectación de la calidad del agua debido a la contaminación, por lo que durante la investigación se evaluará el impacto ambiental para la identificación de los factores contaminantes que generen impactos significativos para diagnosticar la problemática ambiental que atraviesa las aguas superficiales que viene siendo afectada en la calidad del agua que son destinada para el riego de vegetales y bebida de animales.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación temporal

La presente investigación se desarrolló en el mes de julio del 2023 y enero del 2024. Las fechas programadas de los monitoreos de la calidad del agua se ha establecido de la siguiente manera:

Tabla 1. Cronograma de monitoreo de la calidad de agua

| Estacionalidad | Mes | Fecha de monitoreo |
|-----------------------|------------|---------------------------|
| Estiaje | Julio | 25/07/2023 |
| Avenida | Febrero | 22/02/2024 |

Nota. Se detalla la programación de los monitoreos de la calidad del agua ejecutados en las fechas indicadas.

1.5.2. Delimitación espacial

El área del proyecto de investigación se encuentra ubicada en el Centro Poblado Jesús del Valle perteneciente al distrito de Huaral, provincia de Huaral, región Lima. La Figura 1 presenta la delimitación del área de estudio en el cual parte desde el canal de derivación Chancay-Huaral continuando en el canal de riego de primer orden Jesús del Valle hasta culminar en el canal de riego de segundo orden Cañón 1.

Tabla 2. Ubicación y descripción de los puntos de muestreo

| Código de estación | Descripción | Coordenadas | | Zona | Fecha | |
|--------------------|---|-------------|------------|------|------------|------------|
| | | Latitud | Longitud | | Estiaje | Avenida |
| EST-1 | A 27 m del canal de derivación Huaral-Chancay. | -11.506543 | -77.190408 | | | |
| EST-2 | A 0.45 km del Instituto Juan Pablo II. | -11.510226 | -77.200204 | 18 L | 25/07/2023 | 13/12/2024 |
| EST-3 | A 2 metros del puente de ingreso a calle Camino Viejo – Jesús del Valle | -11.503865 | -77.204641 | | | |

Nota. Se detalla cada estación de monitoreo en conjunto sus coordenadas geográficas.



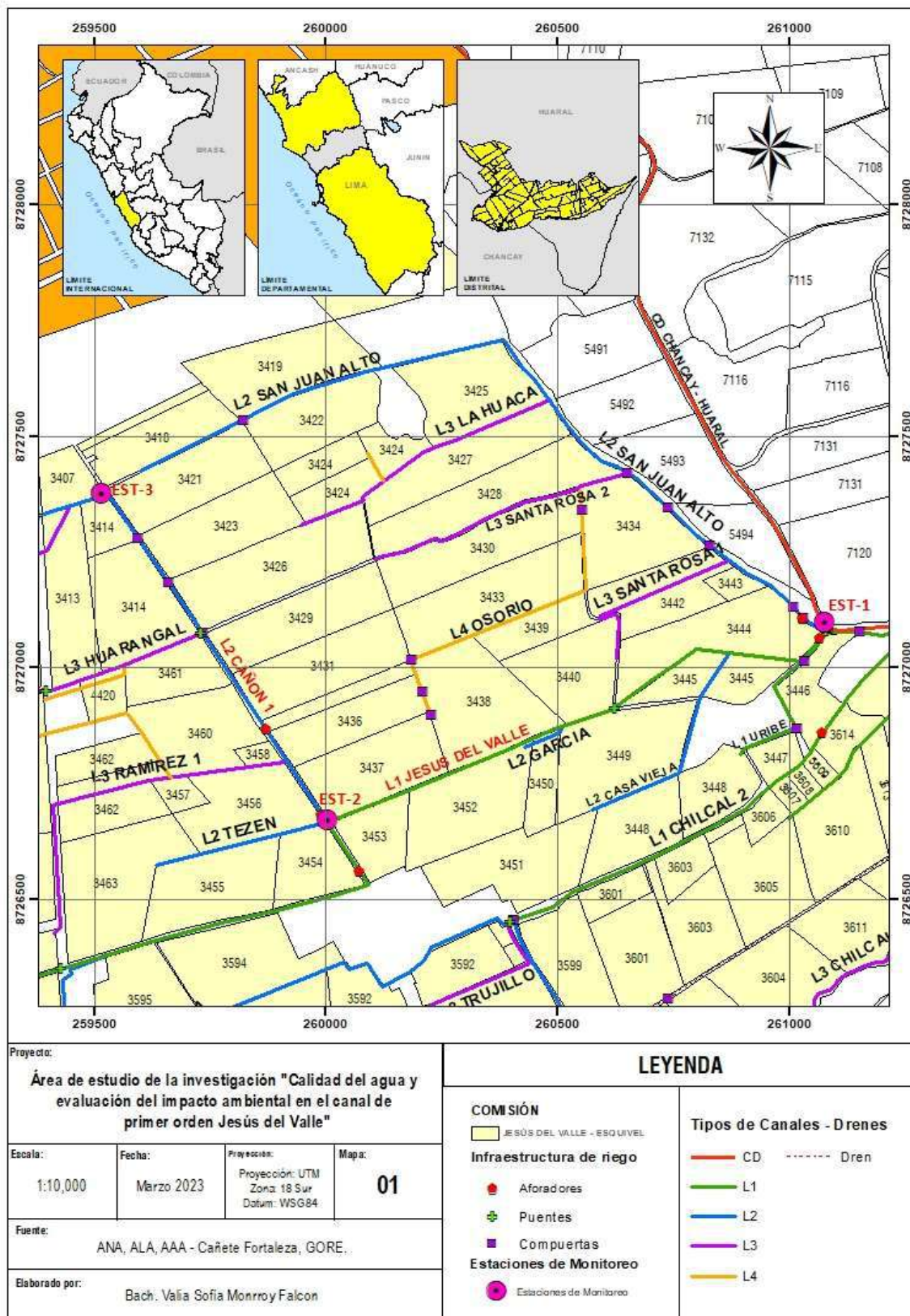


Figura 1. Delimitación del área de estudio obtenido del Programa ArcGIS del año 2023.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Marin (2023) en su trabajo de investigación se desarrolló Los Chingazos, Ecuador, donde tuvo por objetivo evaluar el nivel de contaminación del canal de riego Chambo – Guano, bloque 2. Empleó la matriz de Leopold para identificar los aspectos ambientales que inciden en el agua del canal de riego, así como también analizó la calidad de agua para 34 parámetros como físicos, químicos y microbiológicos de dos puntos de monitoreo para compararlo con la normativa nacional de Ecuador. Tuvo como resultados que 4 parámetros sobrepasaron los límites permitidos como valores más altos fue: Hierro con 0.58 mg/L, bicarbonatos 148 mg/L, aceites y grasas con <0.1 mg/L y coliformes fecales 4300 UFC/100 ml, fosfatos 1.13 mg/L. En parámetros de campo tuvo el pH 8.30, C.E 285,3 μ Siems/cm. En cuanto a la evaluación del impacto ambiental fue de un valor de -0,76 correspondiente a impacto negativo altamente significativo, teniendo como principal actividad antrópica las descargas de aguas servidas directas sin tratar al canal de riego, uso de pesticidas agrícolas y acumulación de residuos sólidos.

Becerra y Guato (2023) desarrolló su trabajo de investigación en Salate, Ecuador. Tuvo como objetivo caracterizar la calidad del agua de las vertientes de Shushuri para uso agrícola del caserío Salate. Dentro de sus resultados obtuvo valores altos que sobrepasaron los límites permitidos normativo, teniendo promedios en Nitratos 14.91 mg/L, Boro 1.42 mg/L, coliformes fecales 3683 NMP/100ml, sulfatos 84.49 mg/L, Cloruros 5.649 mg/L y una temperatura promedio de 16,83 °C. Concluyendo que el cuerpo de agua se encontraba contaminada ya que sobrepasaba en los parámetros inorgánicos y microbiológicos.

Vilaña (2023) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Suruhuayco, Pichincha, Ecuador. Evaluó 8 parámetros fisicoquímicos, tales como el pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, nitratos y demanda bioquímica de oxígeno y para la evaluación microbiológica tuvo como parámetro; coliformes fecales. Dentro de sus resultados obtuvo que el pH tiene un promedio de 7,68 los valores de sólidos disueltos totales presentó variaciones en cada punto de muestreo oscilando entre 120,5 mg/L a 330,5 mg/L debido a la carga contaminante antropogénica acentuándose en el mes de noviembre, los valores de turbidez tuvieron un promedio de 5.009 NTU con variaciones en cada punto de muestreo y se debe a los desechos domésticos y finalmente la cuantificación de coliformes fecales su valor promedio fue de 2387,5 UFC/100 mL.

Quishpe (2022) en su investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Yanayacu en época seca y húmeda mediante 3 estaciones de muestreo y análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para su uso agrícola en el periodo 2021 – 2022. Dentro de sus resultados obtuvo para la época seca: pH una variación de 8,54, para oxígeno disuelto una variación de 8,48 mg/L para CE tuvo una variación de 0,376 milimhos/cm, para metales pesados; Boro = 0,3 mg/L, Arsénico desde 0,011 mg/L a 0.052 mg/L y Cromo = 0,041 mg/L y coliformes fecales 15,9 NMP/100ml. Para la época húmeda: pH desde 7,75 a 8,27, OD una variación de 7,03 a 8,27 mg/L para CE tuvo una variación de 0,385 a 0,427 milimhos/cm, para metales pesados; Boro = 0,3 mg/L, Arsénico = 0,008 mg/L y Cromo = 0,041 mg/L y coliformes fecales varió a 79 NMP/100ml.

Hernández-Álvarez *et al* (2021) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el índice de calidad del agua (ICA) y establecer la relación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con las diferentes fuentes antropogénicas, para establecer origen común de contaminación. Dentro de su metodología implementó seis estaciones de

monitoreo en dos estacionalidades: período húmedo y seco. En sus resultados obtuvo mayores concentraciones en el período húmedo con respecto a las obtenidas en la época seca. Obtuvo los valores, independientemente del período de muestreo, para DQO > 5mgO₂/L, indicando contaminación en el agua. Para el período húmedo obtuvieron valores promedio de Coliformes fecales 1596 NMP/100 ml a comparación del período seco que obtuvo un promedio 258 NMP/100 ml.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Mamani (2024) desarrolló su investigación en Cabanilla – Puno, Perú. Tuvo por objetivo determinar las condiciones de calidad del agua de la irrigación del subsector hidráulico Cabanilla 2024. Tuvo como resultados que indicaron que los coliformes termotolerantes presentaron concentraciones entre 90 y 150 NMP/100 mL. La temperatura del agua osciló entre 15,1 y 15,4 °C, el pH varió de 7,43 a 7,90 y la conductividad eléctrica registró valores entre 950 y 1 540 µS/cm. Asimismo, la turbidez se mantuvo entre 1,20 y 1,55 NTU, los sólidos disueltos totales fluctuaron de 820 a 935 mg/L y el color presentó valores bajos, entre 0,02 y 0,05 Pt/Co. La dureza total mostró concentraciones elevadas (680–820 mg/L), mientras que los cloruros y sulfatos registraron rangos de 255–310 mg/L y 32–60 mg/L, respectivamente.

Lopez, M y Camacho, C. (2024). El estudio se realizó en Huaral, Perú, cuyo objetivo fue evaluar la calidad del agua para uso de riego agrícola en la cuenca alta, media y baja del río Chancay-Huaral y dentro de sus resultados obtenidos evidenciaron variaciones estacionales en la calidad del agua. Durante la época lluviosa, la temperatura osciló entre 11 y 18 °C, mientras que en la época seca se registraron valores entre 17,5 y 20 °C. La conductividad eléctrica alcanzó valores cercanos a 2 500 µS/cm, el oxígeno disuelto se mantuvo alrededor de 4,5 mg/L y la DBO₅ presentó concentraciones inferiores a 2,0 mg/L. Los valores de pH se mantuvieron por debajo de 8,5, mientras que los

detergentes, nitritos, nitrógeno y coliformes fecales registraron concentraciones bajas, sin exceder los valores de referencia. En cuanto a los parámetros químicos e inorgánicos, la alcalinidad por bicarbonatos superó los 100 mg CaCO₃/L, mientras que aniones como sulfatos y fluoruros presentaron concentraciones inferiores con 200 mg/L y 0,20 mg/L, respectivamente. Los metales mostraron concentraciones generalmente bajas (trazas), destacando valores máximos y resaltantes en época de avenida como zinc (0.0619 mg/L), aluminio (0,1785 mg/L), hierro (0,178 mg/L), boro (0,5532 mg/L), manganeso (0.04986 mg/L), cobre (0.0617,06 mg/L), y bario (0,09137 mg/L), mientras que elementos como arsénico, cadmio, mercurio, plomo, níquel, cromo, selenio se registraron en concentraciones muy reducidas o trazas de éste.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2023), mediante el “Informe Técnico 012-2023-ANA-AAAC.F-ALACH.H-AT/EMRA”, cuyo objetivo fue evaluar la calidad del agua durante la temporada de estiaje, considerando los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). Presentó los resultados del XVIII Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Unidad Hidrográfica Cuenca Chancay–Huaral, Los resultados evidenciaron que los valores de pH registrados en la mayoría de las estaciones de monitoreo (9 puntos de muestreo) superaron el límite establecido por el ECA, con excepción de la estación Rañas1, que presentó un valor de 8,11. Las estaciones RChhu1 y RBaño2 registraron los valores más elevados de pH, con 8,60 y 8,59, respectivamente. Asimismo, para los parámetros de metales pesados o inorgánicos, la estación RChh10 presentó una concentración de manganeso de 0,2580 mg/L, superando el límite permisible para esta categoría. En cuanto a los parámetros microbiológicos, se registraron altas concentraciones de coliformes termotolerantes, excediendo los valores normativos en las estaciones RChhu1 (2,400

NMP/100 mL), Rañas1 (1,300 NMP/100 mL), RChhu5 (16000 NMP/100 mL) y RChh8 (2400 NMP/100 mL).

Paredes (2023) su tesis desarrollada en Puno, Perú, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Choquechaca según los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, ejecutándose en dos momentos la toma de muestra, lo cual tuvo como resultados obtenidos que los parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes excedieron el ECA con valores máximos a 26000 NMP/100ml, para DBO5 fue de 14 mg/L, DQO tuvo 40 mg/L, en aceites y grasas fue de 4.5 mg/L, Oxígeno disuelto fue de 3.9 mg/L, pH osciló 6.9 a 7.4, C.E fue de 476 μ S/cm, cloruros tuvo 88.625 mg/L, sulfatos 123.9 mg/L y nitratos 93 mg/L.

Ruiz (2022) desarrolló su investigación en la ciudad de Lima, Perú. Tuvo como objetivo enumerar *Escherichia coli* en agua de regadío de vegetales de tallo alto y bajo en 4 zonas de cultivo de Lima-Este y calificarlo según el ECA para agua (Categoría 3: D1: Riego de vegetales y bebida de animales). Empleó como metodología el monitoreo de agua en 4 zonas de Lima-Este (Carapongo, Ñaña, Chaclacayo y Chosica) en los canales de regadío de parcelas de cultivos de vegetales de tallo bajo y tallo alto con un total de 22 estaciones de muestreo. Como resultado obtuvo que el 100% de las muestras tomadas afectan a la inocuidad alimentaria, sobre todo en cultivos de tallo corto, tiene presencia de coliformes totales y *E. coli* superando el valor establecido en el ECA-Agua para riego. Para en las muestras de agua de regadío obtuvieron valores para coliformes fecales y *E. coli* tuvieron valores de 2419.6 NMP/100 ml.

2.2. Bases teóricas

Calidad del agua

Parámetros fisicoquímicos

Aceites y grasas como contaminante de la calidad del agua

El parámetro de aceites y grasas es la concentración total de sustancias lipídicas insolubles en agua y son solubles en solventes orgánicos, provenientes de grasas animales, aceites vegetales y derivados del petróleo, estas se encuentran presente en aguas residuales, industriales y mineras. (Ramalho, 2003). Proviene de fuentes que contaminan el agua con kerosene, aceites lubricantes y de automóviles, corrientes de gasolineras, alcantarillado público, aguas residuales domésticas e industriales, residuos de alimentos y aceite de cocina. Su presencia en el agua de riego dificulta metabolizarlo por bacterias y estas forman películas en el agua, que, al tener contacto con los cultivos, interfiere la fotosíntesis y el desarrollo natural de la planta, asimismo dificulta la permanencia de la vida acuática, generando un impacto estético por lo que representa altos costos para su tratamiento y eliminación de aceites y grasas en el agua superficial (DIGESA, s.f.).

Demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5)

Es uno de los indicadores más importantes en la medición de la contaminación en aguas residuales y se usa para medir la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia (Ramalho, 2003). Este indicador expresa la cantidad de oxígeno disuelto que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica biodegradable presente en el agua durante un período de cinco días, ya que las fuentes contaminantes que elevan el parámetro en mención, es la materia orgánica biodegradable (provenientes de restos de alimentos, heces humanas o de animales, por lo que consumen oxígeno en el proceso), detergentes y jabones, grasas aceites entre otros. (Instituto del agua, s.f.)

Oxígeno Disuelto

Es la cantidad de oxígeno gaseoso (O_2) presente en el agua, expresada en miligramos de O_2 , por litro. Este indicador se encuentra asociado a la vida acuática, e incide en casi todos los procesos químicos y biológicos. También se asocia que a concentraciones bajas indiquen condiciones desfavorables como son los procesos de contaminación (oxidación de sustancias orgánicas e inorgánicas) o alteración del equilibrio natural del cuerpo de agua. (Ramalho, 2003).

Conductividad eléctrica

Se encuentra ligado principalmente con la salinidad en un cuerpo de agua, la misma que registra la presencia de sólidos disueltos en el agua. Una muestra de agua que contenga salinidad alta representa un gran riesgo para cultivos limitando de este tipo de agua a cultivos que posean un buen drenaje, salinización del suelo y obstrucción (Carrera, Guevara, Andrade & Piedra, 2016).

Los riesgos de la presencia de cloruros y nitratos en los canales de riego

El nitrógeno es un nutriente que se utiliza para el crecimiento de las plantas terrestres y son absorbidas en su mayoría y mejora el rendimiento de los cultivos. La problemática de los agricultores es el uso de fertilizantes químicos ha causado problemas ambientales como la contaminación del agua, sobre todo de las aguas superficiales por lo que se vierte directamente en ríos o canales de riego. Unos de los problemas que acarrea este compuesto es la eutrofización, desarrollo excesivo de especies vegetales y muerte o asfixia de animales acuáticos por aumento descontrolado de algas (Rosales, 2020).

El cloruro, en forma de ión (Cl^-) se le atribuye a la disolución de depósitos de sal como también proveniente de efluentes de la actividad industrial, lixiviados

de riegos agrícolas, minas potásicas y aguas residuales domésticas particularmente este compuesto proviene de la orina del hombre y animales, es preciso mencionar que es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual.

A concentraciones elevadas en el agua para riego pueden provocar problemas de toxicidad en los cultivos, siendo los cultivos frutales más sensibles a ello, y estos se manifiesta en quemaduras en las hojas particularmente en el ápice, por lo que le dificultaría la absorción del nitrógeno (nitratos) y fósforo (fosfatos). (DIGESA, s.f.)

Oxígeno Disuelto (OD): un parámetro importante de la calidad de agua

Es el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, es resultante de la fotosíntesis. La solubilidad del oxígeno depende de la temperatura y tiene un papel importante ya que permite la respiración adecuada de microorganismo aerobios y otras formas de vida.

El riesgo de tener deficiencias de oxígeno disuelto si hay mayor temperatura en un cuerpo de agua, ocasionando una mayor sobrepoblación de plantas acuáticas y proliferación de bacterias disminuyendo el oxígeno disuelto en el agua, como también pone en riesgo la vida de los animales acuáticos, en ese sentido, es un importante indicador a nivel visual, ya que se vería afectado el olor, claridad del agua y sabor, siendo el parámetro más importante para la calidad del agua. (DIGESA, s.f.)

Potencial de Hidrógeno (pH)

Para la medir la calidad del agua para riego se define por parámetros fisicoquímicos principales y uno de ellos es el pH, siendo un parámetro fundamental ya que define la acidez, neutralidad o basicidad del agua. El pH del agua para bebida

de animales puede variar con un pH de 7-7.5 son las mejores para el ganado. (DIGESA, s.f.)

Temperatura, un parámetro importante en la calidad del agua

La temperatura es un parámetro esencial en el análisis de la calidad del agua, ya que afecta la química del agua (solubilidad de oxígeno, tasas de fotosíntesis y metabolismo de organismos) y regula procesos biológicos como la reproducción y sensibilidad a contaminantes (Water Boards, s.f.). Además, al aumentar la temperatura disminuye la capacidad del agua para retener oxígeno disuelto, solubilidad de nutrientes, y gran actividad bacteriana, lo que puede ser perjudicial para los ecosistemas acuáticos y otros usos de agua, como es el agua para riego en la agricultura. (Water Boards, s.f.; LG Sonic, 2022).

Parámetros microbiológicos

Coliformes termotolerantes

Son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en el intestino de los seres humanos y otros animales homeotérmicos. Estas bacterias son capaces de crecer a temperaturas de 44,5°C, son bacterias gram negativas y en forma de bastoncillos. Este es un importante indicador de presencia de patógenos y contaminación para aguas superficiales debido a causa del vertimiento de las aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas de animales, y residuos de animales. Dentro de los riesgos que acarrea son los graves problemas en la salud de las plantas y animales como también para los seres humanos bajo el concepto de consumidor. Estos microorganismos se deben de vigilar particularmente en los cultivos y hortalizas de consumo directo. (DIGESA, s.f.)

Presencia de *Escherichia coli* en el agua para riego

Es una bacteria que pertenece a la familia de las enterobacteriáceas y se desarrolla a 44 °C – 45 °C en medios complejos. Es un principal indicador bacteriano en el agua y está presente en las heces de los humanos y animales de “sangre caliente” que oscila entre los 10⁸ y 10⁹ por gramo de heces. En ese sentido el agua para riego se ve afectado por las descargas de aguas residuales domésticas, como también la fertilización con heces de animales, por lo que conllevaría a afectar la calidad del agua tanto para riego como para bebida de animales. (DIGESA, s.f.)

Presencia de huevos de helmintos en los canales de riego

Es un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (provenientes de excretas de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con forma de gusano por lo que su ciclo de vida comprende en la producción de huevos o larvas. En ese sentido, la reutilización de las aguas residuales domésticas facilita la transmisión de enfermedades de esta índole que son relacionadas con las excretas por lo que parece ser una alternativa adicional de suministro que en su mayoría son destinados para el riego agrícola. Sin embargo, esta actividad presenta aspectos negativos ya que puede ser un riesgo para la salud tanto de los agricultores y de los consumidores de productos, sobre todo, aquellos que se consumen hortalizas en estado crudo, por lo que es preciso mencionar que los helmintos persisten en el agua contaminada y que puede provocar enfermedades gastrointestinales. (DIGESA, s.f.).

Los sulfatos y los riesgos en la calidad del agua

Los autores Graniel, Pacheco & Coronado (2008) sostienen que, tras los bicarbonatos, los sulfatos constituyen los aniones más abundantes en el agua. Estos

pueden originarse de manera natural, debido a la disolución de minerales presentes en el subsuelo, o bien ser consecuencia de actividades humanas, como las descargas de aguas residuales y la aplicación de fertilizantes agrícolas.

Dentro de sus riesgos, según la DIGESA (s.f.) los sulfatos son los aniones más peligrosos en el agua para riego, en cultivos sensibles, pueden presentar quemaduras en los bordes de las hojas, limitando la absorción del calcio y facilitan la de sodio, provocando la salinización del suelo. Pueden también, actuar como laxantes y provocar eutrofización de formación de forma indirecta debido a la proliferación de algas.

Los metales pesados y su protagonismo en la evaluación de la calidad del agua

Los metales pesados se consideran un grupo altamente peligroso para la salud global, principalmente esto es causado por la acción humana, principalmente de los sectores industriales, la urbanización incesante, actividad agrícola, tecnológica y mineras. Los metales pesados suelen incorporarse en las aguas residuales por ello, cuando se busca su reúso, resulta indispensable aplicar procesos de tratamiento que permitan reducir su concentración a niveles seguros, ya que dentro de los riesgos que presentan es el ingreso a la cadena trófica por absorción de estos elementos por las plantas que fueron irrigadas por agua contaminada (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

Aluminio

Las concentraciones de aluminio influyen en la calidad del agua para riego debido a su comportamiento químico y a su potencial impacto sobre los ecosistemas. En condiciones de pH ácido, el aluminio se vuelve más soluble y biodisponible, lo que puede generar efectos adversos en las plantas, como

alteraciones en el desarrollo radicular y reducción de la absorción de nutrientes esenciales. Desde el punto de vista ambiental, niveles elevados de aluminio pueden afectar a los organismos acuáticos y modificar el equilibrio ecológico del cuerpo de agua, siendo además un indicador de alteración ambiental asociado a procesos de erosión, movilización de sedimentos o influencia de actividades antrópicas, ya que dentro de las $\mu\text{S/cm}$ fuentes de aluminio se encuentra la descarga de aguas residuales, disposición inadecuada de residuos sólidos (lixiviados) y pesticidas agrícolas. (DIGESA, s.f.)

Arsénico

Es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre y es clasificado químicamente como un metaloide. Este elemento se encuentra naturalmente presente en el suelo y en minerales, adhiriéndose a partículas presentes en el aire, agua y suelo. Pueden moverse a largas distancias, disolverse en agua superficial o subterránea y acumularse en sedimentos de ríos y canales de riego (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR], 2007). De acuerdo con Rengifo, Valverde & Rojas (2018) menciona que este elemento, además de ser altamente tóxico (genera enfermedades como cáncer de piel, vejiga, etc.), tiene la capacidad de acumularse en los organismos o tejidos comestibles (hortalizas), lo que facilita su incorporación a las redes tróficas y, de manera progresiva, a los distintos niveles de la cadena alimenticia.

Bario

Se encuentra de manera natural en la corteza terrestre, principalmente en minerales, rocas ígneas y micas, además de presentarse en aguas subterráneas y superficiales. De acuerdo con DIGESA (s.f.), este elemento se caracteriza por ser soluble y persistente en el ambiente, ya que, durante diversos procesos industriales,

suele liberarse a través de descargas de aguas residuales, detectándose en ríos, lagos y arroyos, donde puede permanecer por largos periodos en los sedimentos. En consecuencia, los organismos acuáticos incorporan y acumulan bario en sus tejidos, favoreciendo su transferencia a lo largo de la cadena trófica.

Boro

Es un elemento químico no metálico presente de manera natural en el ambiente como resultado de procesos de meteorización de rocas, volatilización de ácido bórico en aguas marinas y actividad volcánica. Además, puede incorporarse al medio a través de fuentes antropogénicas.

En lo natural, su aporte proviene principalmente de la disolución de minerales y procesos geológicos. En cuanto a las actividades humanas, las principales fuentes son la quema de residuos sólidos y leña, la combustión de productos agrícolas, el vertimiento de aguas residuales domésticas, la lixiviación de materiales como madera y papel, así como el uso de detergentes de limpieza.

Si bien el boro es un micronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, su exceso en el agua de riego puede deteriorar su calidad, acumularse en los suelos y ser absorbido por los cultivos. Esta bioacumulación favorece su incorporación en la cadena alimentaria a través de animales y consumidores humanos, generando riesgos ambientales y para la salud (DIGESA, s.f.).

Cadmio

Es un metal pesado altamente tóxico que suele generarse como subproducto en la extracción y procesamiento de zinc, plomo y cobre. Entre sus principales fuentes de origen se encuentran la fabricación de soldaduras, aleaciones, recubrimientos metálicos y algunos compuestos plásticos. En el agua superficial, su presencia está asociada principalmente a la descarga de efluentes industriales, aguas

residuales domésticas y al uso de fertilizantes fosfatados. Los riesgos derivados de este elemento radican en su capacidad de acumularse en las plantas, incorporándose posteriormente a la cadena trófica, lo que representa un potencial peligro para la salud humana y animal (DIGESA, s.f.)

Cobre

Es un metal de transición caracterizado por su elevada conductividad eléctrica y térmica, cuya presencia en el agua de riego y de bebida para animales adquiere relevancia debido a que, en concentraciones elevadas, puede provocar toxicidad en especies vegetales sensibles, generando la reducción del crecimiento radicular e inhibiendo la actividad del meristema apical de las raíces secundarias. Sus principales fuentes de contaminación son de origen antrópico y provienen de actividades productivas como la minería y la industria, a través del vertimiento de efluentes, residuos de fundición y procesos de refinación; del ámbito agrícola, mediante el uso de fungicidas, pesticidas y fertilizantes cúpricos; de las descargas de aguas residuales domésticas que contienen compuestos derivados de productos de limpieza; así como de la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos e industriales que liberan este metal al ambiente. (DIGESA, s.f.)

Hierro

Es un elemento metálico abundante en la corteza terrestre, presente en grandes cantidades de suelos y rocas minerales como la hematita y magnetita. Es un elemento esencial para organismos vivos, pero el exceso genera efectos adversos como la reducción del crecimiento de las plantas (clorosis férrica) y acumulación de hierro en los tejidos. (DIGESA, s.f.)

Litio

Es un metal alcalino que aparece de forma natural en minerales y rocas, pero sus concentraciones en el agua aumentan por actividades antrópicas como la minería, la fabricación de baterías y la disposición inadecuada de residuos electrónicos e industriales. Sus compuestos solubles (hidróxido, carbonato y nitrato de litio) se dispersan fácilmente en cuerpos de agua, generando toxicidad en cultivos sensibles —como cítricos y hortalizas— al reducir la germinación y el crecimiento. En agua de bebida de animales, niveles elevados afectan el sistema nervioso, renal y reproductivo, con riesgo de transferencia a la cadena alimentaria. Además, por su alta solubilidad impacta a peces e invertebrados acuáticos, alterando la biodiversidad y el equilibrio ecológico. (DIGESA, s.f.)

Magnesio

Es un nutriente esencial para las plantas, aunque en exceso puede afectar la calidad del agua de riego y la productividad agrícola. Se ha observado que en suelos con altos niveles de magnesio intercambiable suelen presentarse problemas de infiltración y disminución en los rendimientos de cultivos, debido a la competencia que este elemento genera con el calcio. Cuando la relación calcio/magnesio (Ca/Mg) es menor a la unidad, los cultivos como cebada, trigo, maíz y remolacha azucarera presentan menores rendimientos, asociados a la deficiencia inducida de calcio. Asimismo, un exceso de magnesio en el agua de riego puede provocar desequilibrios nutricionales en las plantas, como deficiencia de potasio, mientras que la falta de magnesio suele ocurrir en suelos ácidos y arenosos, manifestándose en clorosis internerval en hojas viejas de hortalizas. En el caso de los animales, el magnesio es indispensable en cantidades moderadas, pero su consumo en concentraciones elevadas a través del agua de bebida puede ocasionar trastornos

gastrointestinales y metabólicos. Ambientalmente, este metal contribuye a procesos de salinización y sodificación secundaria en suelos irrigados y altera la composición iónica de cuerpos de agua, afectando a especies acuáticas sensibles a cambios en la dureza y conductividad. (DIGESA, s.f.)

Manganeso

El manganeso es un metal que se encuentra de forma natural en numerosos tipos de rocas, aunque no en estado puro, sino combinado con elementos como oxígeno, azufre o cloro, formando diversos compuestos. Es uno de los elementos que originan problemas por envenenamiento de las plantas, aún en bajas concentraciones, produciendo un efecto tóxico.

En el agua destinada al riego agrícola, la presencia de manganeso en niveles superiores a los recomendados favorece su acumulación en suelos y cultivos, afectando la germinación y reduciendo el crecimiento de especies sensibles, lo que deriva en rendimientos más bajos y en la posibilidad de obtener cosechas con concentraciones indeseables de este metal. En el caso del agua de bebida de animales, pequeñas cantidades son necesarias para procesos enzimáticos, pero su exceso genera trastornos neurológicos, reproductivos y digestivos, además de transferirse a la cadena alimentaria a través de productos pecuarios. Desde una perspectiva ambiental, el manganeso puede fijarse irreversiblemente en el suelo, contribuyendo a su degradación y, en cuerpos de agua, disminuir el oxígeno disuelto, afectando peces e invertebrados acuáticos. (DIGESA, s.f.)

Mercurio

Es un metal pesado no esencial, altamente tóxico y sin función bioquímica o nutricional en organismos vivos. Puede encontrarse en diferentes formas químicas: elemental, inorgánica y orgánica, siendo esta última (como el

metilmercurio) la de mayor riesgo debido a su alta movilidad y capacidad de acumulación. A lo largo de la historia agrícola, algunos compuestos de mercurio se emplearon como fungicidas aplicados en semillas, raíces, bulbos o directamente en plantas, lo que generó contaminación en suelos y aguas de riego. Aunque su disponibilidad en el suelo suele ser limitada, tiende a acumularse en las raíces y, en algunos casos, en las hojas, dependiendo del grado de contaminación y de la capacidad de absorción de cada especie vegetal.

El principal riesgo del mercurio radica en su capacidad de bioacumulación y biomagnificación, siendo el único metal que se concentra progresivamente a lo largo de la cadena alimentaria, lo que expone a los seres humanos y a los animales a efectos tóxicos crónicos. En el agua destinada al riego agrícola, el mercurio puede incorporarse a los cultivos, reduciendo su crecimiento y generando cosechas con residuos peligrosos para la salud pública. En el agua de bebida para animales, su consumo prolongado afecta órganos vitales comprometiendo la salud pecuaria y aumentando el riesgo de transferencia a través de productos como leche y carne.

En términos ambientales, el mercurio se libera al medio a partir de actividades industriales como la minería, la producción metalúrgica, farmacéutica y química, así como por descargas de pesticidas, herbicidas y fungicidas. (DIGESA, s.f.)

Plomo

Es un metal pesado que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, y aunque no cumple ninguna función biológica y cuya presencia en el ambiente presenta un preocupante riesgo para la calidad del agua, los suelos, los ecosistemas y la salud humana. Cuando se libera el plomo, este presenta una característica particular: y es que presenta resistencia por un largo tiempo en comparación a otros

contaminantes, se acumula en sedimentos, suelos agrícolas, por lo que facilita el ingreso a la cadena alimentaria por ende al metabolismo humano. El plomo se puede encontrar presentes en pesticidas, fabricación de baterías, fundición, aguas residuales domésticas e industriales, lixiviados de actividades mineras, desequilibrando el ecosistema acuático a largo plazo. (DIGESA, s.f.)

Zinc

Es un metal abundante en la corteza terrestre, presente principalmente en minerales como la blenda o esfalerita (ZnS), y que suele encontrarse asociado a otros sulfuros metálicos. Se caracteriza por ser dúctil, maleable y de color gris, aunque su solubilidad aumenta cuando se transforma en compuestos secundarios, lo que facilita su movilidad en el agua y en los suelos. Si bien es un micronutriente esencial para las plantas, en concentraciones elevadas se vuelve tóxico, reduciendo la germinación, el crecimiento y la productividad de los cultivos. El exceso de zinc aplicado a través del agua de riego o fertilización tiende a acumularse irreversiblemente en los suelos, lo que puede convertirlos en terrenos poco productivos o con cosechas inaceptables. En este sentido, la presencia de zinc por encima de los límites establecidos compromete tanto la calidad del agua de riego como la fertilidad del suelo y la seguridad alimentaria. (DIGESA, s.f.)

Monitoreo de la calidad del agua

Consiste en un proceso técnico y sistemático orientado a evaluar el estado de los cuerpos de agua, con el propósito de identificar la presencia de contaminantes y analizar su comportamiento en el tiempo. A través de este seguimiento es posible determinar cómo los distintos agentes físicos, químicos y biológicos alteran las condiciones naturales del recurso y, en consecuencia, su aptitud para los diferentes usos que se da al recurso hídrico (ANA, 2016).

En ese sentido, para el presente estudio se ha llevado a cabo dos monitoreos para analizar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que permitan comprender el estado de la calidad del recurso hídrico que transita en los canales de riego en Jesús del Valle – Huaral.

Evaluación del impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento de carácter preventivo que permite identificar, predecir y valorar los efectos que un proyecto o actividad puede generar sobre el medio ambiente. Se constituye en una herramienta analítica de gestión que facilita la anticipación de impactos y el establecimiento de medidas de prevención y corrección, con el propósito de formar un juicio técnico y objetivo acerca de las posibles consecuencias ambientales derivadas de las actividades humanas (Conesa, 1993).

En el presente estudio, la evaluación del impacto ambiental se concibe como un instrumento que facilita la toma de decisiones que promuevan la sostenibilidad y a la conservación de la calidad del agua superficial destinada para uso de riego de vegetales y bebida de animales, siendo relevante al sector agrícola como lo es en Jesús del Valle - Huaral, donde la actividad agrícola constituye una de las actividades económicas principales del distrito de Huaral y que se encuentra al mismo tiempo expuesta a impactos significativos, lo que ha llevado a la necesidad de identificar y abordar los efectos negativos que las acciones humanas tienen sobre los componentes ambientales.

En ese sentido, se explora los diferentes tipos de impactos ambientales y la importancia de tomar acciones que puedan garantizar la calidad del agua que

transcurren en los canales de riego en Subsector Hidráulico Jesús del Valle-Huaral.

Método de evaluación de impacto ambiental

Los métodos de evaluación de impacto ambiental son herramientas metodológicas que permiten estructurar el proceso de identificación, predicción y valoración de los efectos ambientales derivados de proyectos o actividades humanas. Estos métodos se aplican con el propósito de anticipar los posibles impactos negativos y definir medidas de manejo ambiental que garanticen la sostenibilidad de los ecosistemas. Diversos autores clasifican estas metodologías en función de su alcance y nivel de aplicación, existiendo métodos generales y específicos, los cuales pueden adaptarse según el tipo de proyecto o el medio afectado (Herrera & Hurtado, 2016).

Los métodos para identificar impactos son muy variados, entre ellas se tiene los siguientes métodos:

- **Matriz de Leopold**
- Método Batelle-Columbus
- Método Galleta

En el marco del presente estudio, se adopta un método matricial, ya que este permite establecer una relación directa entre las actividades humanas —como el vertimiento de aguas residuales y la disposición inadecuada de desechos sólidos— y los componentes ambientales donde se sitúa el canal de primer orden Jesús del Valle - Huaral. Este enfoque facilita la organización, jerarquización y evaluación objetiva de los impactos sobre la calidad del agua superficial, constituyendo una

base técnica para la aplicación de la Matriz de Leopold adaptada, que será desarrollada en el siguiente apartado.

Matriz de Leopold

Es un método que se estableció para evaluaciones de impacto ambiente, lo cual consiste en un cuadro de doble entrada (se denomina matriz) y se disponen como filas los factores ambientes que son potencialmente afectados y en las columnas las acciones que y que serán los causantes de los posibles impactos (Conesa, 1993) la matriz de Leopold proporciona a visualizar de forma ordenada cómo las actividades del ser humano influyen en los diferentes aspectos del medio ambiente, haciendo más fácil entender esas conexiones.

Impacto en la calidad del aire

El componente aire forma parte del subsistema físico del medio ambiente y comprende los elementos que determinan su composición y comportamiento atmosférico. Su análisis se orienta a la evaluación de parámetros como la calidad del aire, la concentración de partículas en suspensión, la presencia de olores y el grado de alteración generado por las actividades humanas (Conesa, 1993). Este componente constituye un indicador relevante del equilibrio ambiental, ya que refleja los efectos derivados de procesos naturales y de acciones humanas que pueden modificar las condiciones ambientales.

En el área de estudio, la emisión de olores desagradables es uno de los impactos más notorios durante la evaluación del impacto ambiental por lo que se evidencia el deterioro ambiental. Dichos olores provienen tanto del vertimiento de aguas residuales domésticas directo al canal, como de la descomposición de residuos sólidos acumulados en las márgenes de esta. Estas condiciones no solo afectan la percepción del entorno, sino que también degradan la calidad atmosférica

local, generando incomodidad para los pobladores y trabajadores agrícolas de la zona. Este tipo de afectación contribuye a un ambiente insalubre y a la pérdida de las condiciones naturales del paisaje rural característico del área de estudio.

Impacto paisajístico

El recurso paisajístico forma parte del medio físico y representa el conjunto de valores perceptuales, estéticos y emocionales del entorno natural, donde intervienen tanto los componentes físicos como las transformaciones realizadas por las actividades humanas. Su valoración depende de aspectos como la visibilidad del territorio, la presencia de elementos naturales (vegetación, cuerpos de agua o relieve), la calidad visual del entorno inmediato y la capacidad del paisaje para asimilar cambios sin perder su armonía. Asimismo, influyen factores como la frecuencia de uso humano, la cercanía de asentamientos, la accesibilidad y la percepción colectiva del espacio (Conesa, 1993).

En el área de estudio correspondiente al canal de primer orden Jesús del Valle, el paisaje presenta un grado elevado de alteración debido a la combinación de procesos naturales y actividades antrópicas. La presencia de asentamientos urbanos colindantes, junto con el vertimiento de aguas residuales domésticas a través de tuberías visibles, ha deteriorado las condiciones visuales y sanitarias del entorno. A ello se suma la acumulación de residuos sólidos, el lavado de vehículos, ropa y hortalizas en el trayecto del canal, y el uso de las mismas aguas contaminadas para el riego agrícola. Estas prácticas generan un impacto paisajístico cuestionable, caracterizado por malos olores, pérdida de la calidad visual, y un aspecto descuidado del paisaje rural, que originalmente se distinguía por su función agrícola y su integración con el medio natural.

Impacto al recurso hídrico

El recurso hídrico forma parte esencial del medio físico y constituye un elemento clave para el mantenimiento de la vida y el desarrollo de las actividades humanas. Según Conesa (1993), su evaluación dentro del estudio ambiental permite identificar las afectaciones entorno a la calidad y cantidad del agua, derivadas de procesos naturales o de acciones antrópicas. En el presente estudio se realizaron dos monitoreos del agua del canal Jesús del Valle, correspondientes a las temporadas de estiaje y avenida del año hidrológico del río Chancay – Huaral, con el fin de determinar los cambios en su calidad asociados a las condiciones climáticas y las actividades humanas.

Marco legal o normativo

La normativa peruana establece la obligación de preservar la calidad de los cuerpos de agua con la finalidad de garantizar un ambiente saludable para la población frente a la contaminación ambiental, en ese sentido, se detalla la normativa vigente en el marco de las actividades económicas que se desarrollan en el entorno del área de estudio, constituyendo el sustento legal para la evaluación ambiental realizada.

Constitución Política del Perú

“Artículo 2, inciso 22.- Toda persona tiene derecho: a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

Del capítulo II, en específicamente artículo 66.- Recursos Naturales.

“Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento”. Así como también en el

artículo 67° menciona que el Estado “Promueve el uso sostenible de sus recursos nacionales”.

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

En el artículo 31°, Inciso 31.1 se detalla acerca del Estándar de Calidad Ambiental:

“Es 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. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos [...]”.

Sobre el artículo 65 se denomina de las políticas poblaciones y la gestión ambiental, detalla lo siguiente:

“El crecimiento de la población y su ubicación dentro del territorio son variables que se consideran en las políticas ambientales y de promoción del desarrollo sostenible. Del mismo modo, las políticas de desarrollo urbano y rural deben considerar el impacto de la población sobre la calidad del ambiente y sus componentes”.

Sobre el artículo 66 denominado del saneamiento básico, como parte de las funciones de las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local, detalla lo siguiente:

“Priorizan medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada, la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los

residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de tarifas adecuadas y consistentes en el costo de dichos servicios, su administración y mejoramiento”.

Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos

Con respecto a las infraestructuras hidráulicas mayores y menores (canales de riego), se detalla los siguientes artículos.

Capítulo II, artículo 15, inciso 12, detalla lo siguiente:

“Ejercer jurisdicción administrativa exclusiva en materia de aguas, desarrollando acciones de administración, fiscalización, control y vigilancia, para asegurar la preservación y conservación de las fuentes naturales de agua, de los bienes naturales asociados a estas y de la infraestructura hidráulica, ejerciendo para tal efecto, la facultad sancionada y coactiva”.

Capítulo VI, Título II, sobre el uso de los recursos hídricos, en el artículo 34 se detalla lo siguiente:

“...Se encuentra condicionado a su disponibilidad. El uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo con lo establecido en la ley, promoviendo que se mantengan o mejoren las características fisicoquímicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional”.

En el artículo 43 se determina los tipos de uso del agua en actividades productiva como “Agrario, pecuario, agrícola, acuícola y pesquero, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y de transporte”.

Sobre la vigilancia y fiscalización del agua (artículo 76°), se determina lo siguiente:

“La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico, en que se encuentre el agua sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad del agua sobre la base de los ECAs y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remedir la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo [...] que ponga en riesgo la calidad del recurso”.

Es importante conocer que, la normativa contempla un cuadro de infracciones en materia de recursos hídricos, lo cual relacionamos al estudio, por lo que se describe en los siguientes artículos:

Artículo 120°.- Infracción en materia de agua

Constituyen infracciones las siguientes:

- “5. Dañar u obstruir los cauces o cuerpos de agua y los correspondientes bienes asociados;
- 8. Contaminar el agua transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes.
- 9. Realizar vertimiento sin autorización.
- 10. Arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de aguas naturales o artificiales.
- 12. Dañar obras de infraestructuras pública.”

Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, Aprueban el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua

El Ministerio del Ambiente [MINAM] (2017), sobre el artículo 3° y las categorías de los ECAs:

- “3.3. Categoría 3: Riego para vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

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

-Agua para riego no restringido

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

-Agua para riego restringido

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

Decreto Supremo N°001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos

Hídricos

Asimismo, en el reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, contempla en el siguiente artículo N°277, lo cual tipifica las infracciones de la siguiente manera:

- “c. Contaminar las fuentes naturales de aguas superficiales o subterráneas, cualquiera que fuese la situación o circunstancia que lo genere.
- d. Efectuar vertimiento de aguas residuales en los cuerpos de agua o efectuar reúso de aguas, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua.
- e. Arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de agua natural o artificial.
- k. Mantener en malas condiciones la infraestructura hidráulica, los dispositivos de control y medición necesarios para el uso del agua o incumplir con instalar dichos dispositivos.”

Resolución Jefatural N°136-2018-ANA, se aprueba el documento técnico “Lineamientos para la Identificación y Seguimiento de Fuentes Contaminantes Relacionadas con los Recursos Hídricos”

Es un instrumento normativo que permite el ejercicio de las funciones de la Autoridad Nacional del Ana como: i) evaluación, ii) supervisión y iii) fiscalización y sanción, lo que permite asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables establecidas en la legislación ambiental relacionada a los recursos hídricos y que conllevan a prevenir y combatir los efectos de la contaminación del agua.

Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y sus modificatorias

Según el Ministerio del ambiental [MINAM] (2017) establece el marco normativo que regula las obligaciones, responsabilidades y competencias de los distintos actores de la sociedad en materia de gestión de residuos. Su finalidad es promover la eficiencia en el uso de los materiales y garantizar una gestión

ambiental, sanitaria y económicamente sostenible de los residuos sólidos, conforme a los principios de prevención y economía circular.

La norma dispone que la prevención y minimización en la generación de residuos deben considerarse prioritarias frente a otras alternativas de manejo. Asimismo, fomenta la valorización y recuperación de materiales a través de procesos como la reutilización, el reciclaje, el compostaje y el co-procesamiento, siempre que se asegure la protección de la salud pública y del ambiente.

2.3. Definición de términos básicos

Agua superficial

Es el agua que se encuentra en la superficie del suelo. Son producidas por las precipitaciones líquidas, sólidas y aporte glaciar. Se presentan en etapa de circulación, como son los ríos, arroyos y manantiales; los lagos, lagunas, reservorios y humedales (ANA, 2020).

Contaminación de las fuentes de agua

Cualquier cambio en las características físicas, químicas y biológicas de la calidad del agua, referente a valores de un Estándar de Calidad Ambiental para agua, que la convierta en inadecuada para su uso previsto (ANA, 2020).

Calidad del agua

Es una característica del agua dada por las propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten valorarla para su uso final (ANA, 2020).

Época de avenida

Mes del año en el cual el caudal mensual medio llega a su máximo (ANA, 2016).

Época de estiaje

Mes del año en el cual el caudal mensual medio llega a su mínimo (ANA, 2016).

Infraestructura hidráulica menor

Se refiere a la red de canales laterales para captar y distribuir el agua a los usuarios (canales de derivación, canales de distribución) o drenes secundarios, así como las obras de arte construidos a lo largo de ellos (tomas y aforadores de agua, sifones, alcantarillas, disipadores de energía, partidores) (ANA, 2020).

Impacto ambiental

Alteración, positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la implementación de un proyecto (ANA, 2020).

Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Estudio que evalúa y describe las características físicas, químicas y biológicas y socioeconómicas existentes en el área de influencia del proyecto previas a la ejecución de la actividad; identificando los impactos y las medidas de mitigación a aplicar una vez iniciadas las actividades de producción, a fin de lograr el desarrollo sostenible de la actividad en armonía con la protección del ambiente (ANA, 2016).

Canal de primer orden

Llamado también canal madre o de derivación y se le traza siempre una pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (ANA, 2010).

Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua)

Nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no presenten riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas,

siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (ANA, 2020).

Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos

Proceso que permite obtener la medicación de la calidad de los cuerpos naturales del agua con el objetivo de realizar el seguimiento y control de la exposición de los contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y a los ecosistemas acuáticos (ANA, 2016).

Fuente contaminante puntual

Fuente única identificable y localiza de contaminación real o potencial de los recursos hídricos, como un vertimiento de aguas residuales domésticos, municipalidades, industriales y mineros o botaderos de residuos sólidos. (ANA, 2016)

Ambiente

Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, entorno a los seres vivos que determinan sus condiciones de existencia. En sentido amplio, el concepto de ambiente también comprende al medio social en el cual se desenvuelven los seres humanos en particular. (MINAM, 2012)

Vertimiento

Es la disposición final o descarga de líquidos o semilíquidos a un cuerpo de agua natural o artificial. (ANA, 2020)

Río

Corriente de agua que drena una unidad hidrográfica de forma natural y las aguas que circulan por sus afluentes o tributarios. (ANA, 2020)

2.4. Operacionalización de variables

Tabla 3 Matriz de operacionalización de la investigación

| Variables | Definición Conceptual | Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida /fuente | Ítems /Escala | Técnicas e Instrumentos |
|---|--|----------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Calidad del agua | Es la determinación de las características químicas y físicas de una muestra de agua en comparación con directrices de calidad del agua o estándares. (ANA, 2017) | Parámetros Fisicoquímicos | Aceites y grasas | mg/L | - | Técnicas: Monitoreo ambiental de la calidad del agua Instrumentos: Multiparámetro y análisis en laboratorio acreditado externo |
| | | | DBO ₅ | | | |
| | | | DQO | | | |
| | | | Oxígeno Disuelto (OD) | | | |
| | | | Cloruros | | | |
| | | | Nitratos | | | |
| | | | Conductividad eléctrica | | | |
| | | Ph | Unidades de pH | | | |
| | | Temperatura | °C | | | |
| | | Parámetros microbiológicos | Coliformes termotolerantes | NMP/100 ml | - | |
| <i>Escherichia Coli</i> | NMP/100 ml | | | | | |
| Huevos de Helmintos | Huevo/L | | | | | |
| Metales pesados totales | Al, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn. | mg/L | - | | | |
| Evaluación del impacto ambiental | Es aquella acción preventiva en el que se identifican, predicen y evalúan los aspectos e impactos ambientales de una actividad, planteando las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración para dichos impactos. (SENACE, 2016) | Impacto al recurso hídrico | <ul style="list-style-type: none"> Calidad microbiológica Calidad química Calidad física | Análisis de la calidad del agua | (Bajo, medio, severo, crítico) | Técnica: Valoración de impactos Instrumento: F1: Matriz de Causa-Efecto Leopold F2: Identificación de fuentes contaminantes |
| | | Impacto paisajístico | <ul style="list-style-type: none"> Vista panorámica | Observación directa en campo | (Bajo, medio, severo, crítico) | |
| | | Impacto biológico | Cultivos de pan llevar, forrajes y frutales | (ha) | (Bajo, medio, severo, crítico) | |

Nota. La tabla indica la operacionalización en función a sus variables dependientes e independientes y dimensiones para el desarrollo de la investigación.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

Ubicación

La presente investigación se desarrolló en el C.P de Jesús del Valle, perteneciente al distrito y provincia de Huaral, del departamento de Lima. El área de estudio abarcó el sector hidráulico menor, de los canales CD-Chancay Huaral hasta el L1 Cañón 1 (EST-3), asimismo, fue donde se realizó la toma de muestras de agua superficial en los cuerpos de agua de los canales de riego.

Tabla 4. Descripción y ubicación de las estaciones de monitoreo

| Estaciones de monitoreo | Descripción | Coordenadas satelitales | | Zona |
|-------------------------|---|-------------------------|------------|------|
| | | Longitud | Latitud | |
| EST-1 | A 27 m del canal de derivación Huaral-Chancay. | -11.506543 | -77.190408 | |
| EST-2 | A 0.45 km del Instituto Juan Pablo II. | -11.510226 | -77.200204 | 18 L |
| EST-3 | A 2 metros del puente de ingreso a calle Camino Viejo – Jesús del Valle | -11.503865 | -77.204641 | |

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo básica y correlacional porque tiene como propósito de conocer la relación o el grado de asociación entre las variables como son la calidad del agua y el impacto ambiental en los canales de riego a través del análisis del agua y observaciones en campo.

Diseño de la investigación

El presente estudio es cuasi experimental, el diseño es análisis descriptivo con gráficos dependientes, de tipo cuantitativo y cualitativo, basado en la realización de dos monitoreos ambientales que mide la calidad del agua y la evaluación del impacto ambiental, se obtuvo la recolección de datos en un momento único sin afectar el entorno.

Enfoque

Es cualitativo y cuantitativo.

El Población y muestra

La Población y muestra son tres estaciones de monitoreo en dos épocas del año (estiaje y avenida). Donde se tomaron las muestras en un solo día por temporada, en los tres puntos de monitoreo, en las siguientes fechas: 25 de julio del 2023 y el 22 de febrero del 2024.

3.2. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se ha llevado a cabo en tres fases definidas:

FASE I: EVALUACIÓN: Se llevó a cabo la recopilación de información de fuentes primarias y secundarias, seguidas por salidas a campo para la identificación de impactos y áreas vinculadas a las afectaciones al canal de riego.

FASE II: EJECUCIÓN: comprendió la aplicación de los instrumentos metodológicos, incluyendo el monitoreo de la calidad del agua y la evaluación de los impactos ambientales mediante formatos y matrices previamente diseñados.

FASE III: RESULTADOS: consistió en el análisis e interpretación de los datos obtenidos, la cuantificación de los impactos significativos y la elaboración del diagnóstico ambiental de los canales de riego. En ese sentido se adjunta la siguiente figura N°2:

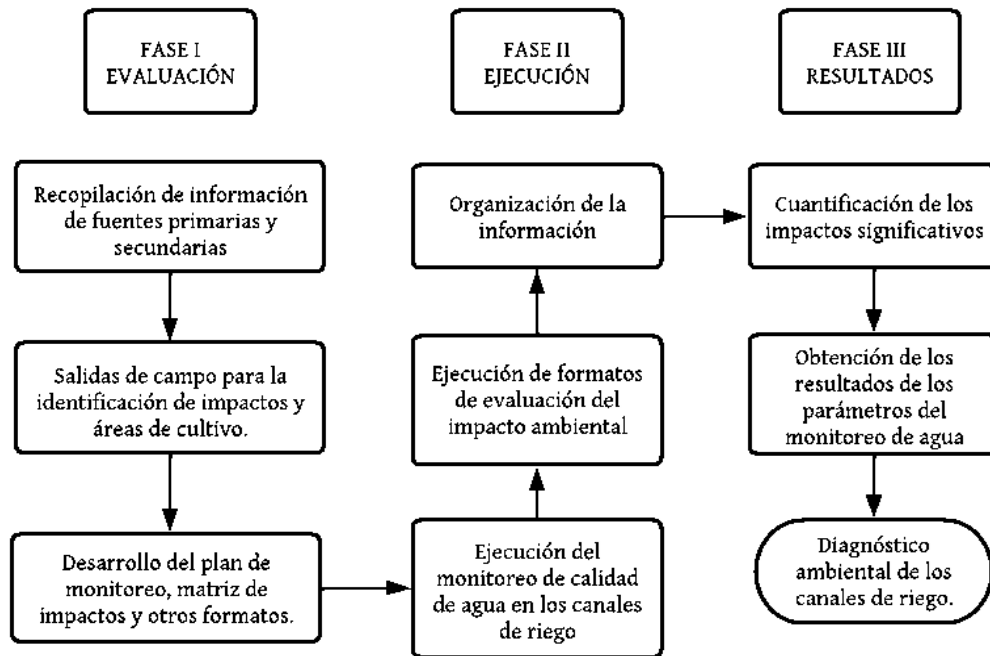


Figura 2. Diagrama procedimental de las fases del proyecto de investigación.

Asimismo, se detalla las acciones llevadas a cabo en cada una de las fases ya explicadas, lo cual han contribuido en la recolección oportuna de datos:

Revisión documental y bibliográfica

Se tuvo como la recolección de informes, registros, notas de prensa, resoluciones jefaturales y otros documentos administrativos pertenecientes a la Autoridad del Agua y Junta de Usuarios de Chancay - Huaral.

Registro fotográfico

Se utilizó como parte de una técnica complementaria para documentar las condiciones actuales del canal de primer orden, las fuentes de contaminación y otros elementos del entorno. Las fotografías sirven como evidencia visual de la problemática, visitas de campo y otros hallazgos.

Observación directa

Esta técnica permitió identificar de forma sistemática las principales fuentes de contaminación, entre ellas los vertimientos de aguas residuales domésticas, la acumulación de residuos sólidos tanto dentro del canal de riego como en sus márgenes,

y otras actividades humanas que interactúan directamente con el agua de riego. Asimismo, permitió caracterizar las condiciones del cuerpo de agua y su relación con las áreas agrícolas adyacentes. La información recopilada complementó la planificación y ejecución del monitoreo de calidad del agua, fortaleciendo el análisis de los impactos ambientales y ofreciendo una visión integral del estado actual del canal y de los factores que contribuyen a su deterioro.

Monitoreo de la calidad del agua

Consistió en la realización de las tomas de muestras en las tres estaciones de monitoreo con el fin de evaluar la calidad de agua superficial en los canales de riego de primer orden perteneciente al subsector hidráulico de Jesús del Valle. Las acciones pertinentes para llevar a cabo el monitoreo consistieron en tres etapas: pre-monitoreo, monitoreo y post-monitoreo, en el cual se detalla en la siguiente figura:

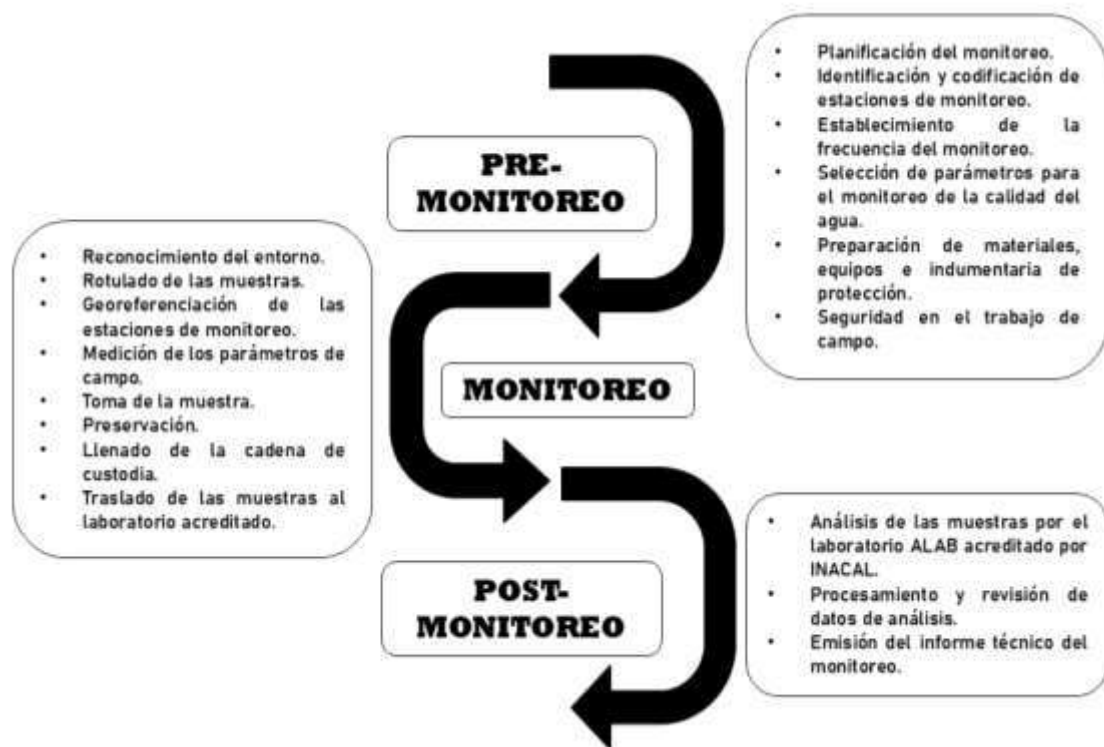


Figura 3. Diagrama de procedimiento del monitoreo de la calidad del agua

Dicho procedimiento se ha llevado a cabo en el marco del protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Ministerial 010-2016-ANA),

como también las muestras han sido derivadas para su análisis a un laboratorio acreditado por INACAL, lo cual culminó el proceso con el informe de laboratorio con los resultados de los parámetros.

Frecuencia del monitoreo

La ejecución del monitoreo se desarrolló en dos períodos, siendo del mes de julio del 2023 y febrero del 2024, considerándose el muestreo los meses intermedios para conocer comportamiento del agua de acuerdo con la estacionalidad (avenida y estiaje).

Parámetros del monitoreo de la calidad del agua

La elección de parámetros ha sido en base al *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales* (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) en el cual se consideró los siguientes parámetros:

- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros microbiológicos
- Parámetros de metales pesados.

Posteriormente los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados fueron analizadas mediante un laboratorio acreditado por INACAL, sin embargo, los parámetros de campo fueron medidas durante la ejecución del monitoreo mediante un multiparámetro de marca y modelo HACH-HQ40D debidamente calibrada y certificada por INACAL (Ver Anexo 10) con el fin de brindar la veracidad de los datos obtenidos.

Metodología del análisis de las muestras

Las muestras de agua correspondientes a las tres estaciones de monitoreo fueron analizadas en el laboratorio ALAB, acreditado por INACAL, aplicando los procedimientos establecidos en los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 24th Edition, 2023). Los ensayos se ejecutaron bajo procedimientos normalizados, garantizando la precisión, trazabilidad y confiabilidad de los

resultados. En la tabla siguiente se detallan los métodos de ensayo y las normas de referencia empleados durante el análisis de las muestras.

Tabla 5. *Métodos de ensayo y normas de referencia para el análisis de las muestras*

| PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | NORMA DE REFERENCIA |
|---|---|---|
| Demanda bioquímica de oxígeno | Biochemical Oxygen Demand (BDO). 5-Day BOD Test | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. |
| Demanda Química de Oxígeno | Chemical Oxygen Demand, Closed reflux, Colorimetric Method. | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023. |
| Detergentes | Sufarctants. Anionic Sufarctants as MBAS. | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24 th Ed. 2023. |
| Aceites y grasas | Oil and Greasse by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method | SSMEWW-APHA-AWWA |
| Oxígeno Disuelto | Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method. | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 24 th Ed. 2023. |
| Coliformes fecales (Termotolerantes) (NMP) | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Flourogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli. | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24 th . Ed. 2023. |
| Escherichia coli (NMP) | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Flourogenic Substrate. Simultaneous Determenation of Termotolerant Coliforms and E.coli. | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 24 th Ed. 2023. |
| Huevos de Helmintos | Quantification and Identification of Helminth Eggs in Water. | MVAL-LAB-24, Validated, 2018. |
| Metales Totales ICP-MS | Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry. | Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021. |
| Aniones INACAL-DIA | Determination of inorganic anions by ion chromatography. | EPA Method 300.0 Rev.2.0, 1993. |

Nota. Se detalla los métodos aplicados para el análisis de muestras de la presente investigación. Fuente: Informe de laboratorio – ALAB (2023).

Evaluación de impactos ambientales (Metodología Matriz de Leopold adaptado)

Consistió en la utilización de la matriz de Leopold adaptada como herramienta metodológica para evaluar los impactos ambientales generados en cada estación de

monitoreo donde se sitúa el canal de riego de primer orden Jesús del Valle – Huaral. Su aplicación permitió establecer relación causa-efecto entre las actividades humanas observadas durante las salidas de campo, dentro de ello se observó el vertimiento de aguas residuales, disposición de residuos sólidos, los cultivos agrícolas, crianza de animales domésticos en la zona, por lo que se consideró en cada estación ejecuta una matriz, considerando las condiciones particulares del entorno, asignando valores de magnitud e importancia a los impactos identificados, ya que los componentes afectados fueron especialmente el recurso hídrico, paisaje y biológico.

En ese sentido, el siguiente diagrama muestra las fases metodológicas desarrolladas para la aplicación de la Matriz de Leopold adaptada, empleada en la evaluación de los impactos ambientales en las estaciones de monitoreo del canal de riego Jesús del Valle. Este procedimiento se estructuró en tres etapas: identificación, valoración e interpretación y diagnóstico, las cuales permitieron analizar de manera ordenada las acciones antrópicas y sus efectos sobre los componentes ambientales.

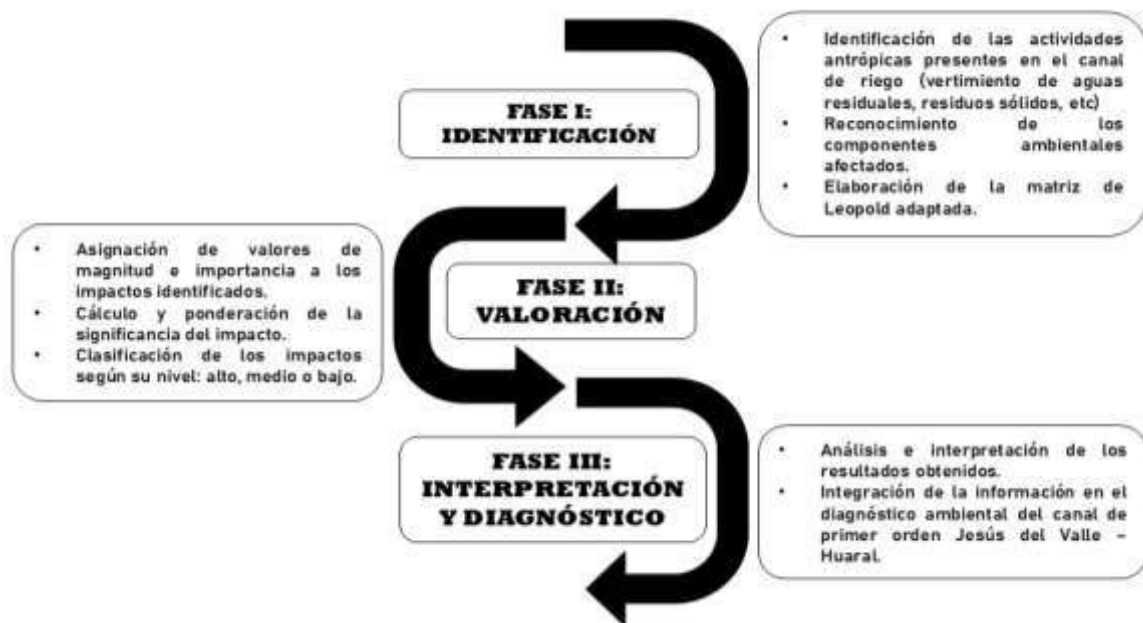


Figura 4. Diagrama del procedimiento de aplicación de matriz de Leopold adaptado

Para la valoración de los impactos ambientales identificados, se consideran los criterios de magnitud e importancia, asignando a cada uno una calificación numérica según la intensidad, duración, extensión e influencia del efecto. La magnitud representa el grado de afectación sobre el componente ambiental, mientras que la importancia refleja la relevancia del impacto en función del área y la persistencia temporal.

Tabla 6. Valores de la Magnitud e Importancia para la Matriz de Leopold adaptado

| MAGNITUD | | | IMPORTANCIA | | |
|-----------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Intensidad | Afectación | Calificación | Duración | Influencia | Calificación |
| Baja | Baja | 1 | Temporal | Puntual | 1 |
| Baja | Media | 2 | Media | Puntual | 2 |
| Baja | Alta | 3 | Permanente | Puntual | 3 |
| Media | Baja | 4 | Temporal | Local | 4 |
| Media | Media | 5 | Media | Local | 5 |
| Media | Alta | 6 | Permanente | Local | 6 |
| Alta | Baja | 7 | Temporal | Regional | 7 |
| Alta | Media | 8 | Media | Regional | 8 |
| Alta | Alta | 9 | Permanente | Regional | 9 |
| Muy alta | Alta | 10 | Permanente | Regional | 10 |

El valor final de cada impacto se obtiene multiplicando ambos criterios, clasificando los resultados en cuatro rangos: impacto bajo (1–30), medio (31–61), severo (62–92) y crítico (>93), dichos valores se diferencian por colores como se visualiza en la tabla N°6. Esta categorización permite determinar la significancia ambiental de los impactos generados en las diferentes estaciones de monitoreo y determinar aquellos que requieren medidas de mitigación o control.

Tabla 7. Valoración de impactos de la matriz de Leopold adaptado

| Valoración de impactos | |
|------------------------|---------|
| Impacto Bajo | 1 a 30 |
| Impacto Medio | 31 a 61 |
| Impacto Severo | 62 a 92 |
| Impacto Crítico | >93 |

Al ser una matriz Leopold adaptada se consideró la siguiente tipología de impactos ambientales por su intensidad o grado de destrucción:

- Baja: su efecto expresa una modificación mínima del factor y/o indicador socioambiental.

- Media: su efecto provoca alteraciones y una ligera influencia en algunos factores y/o indicadores socioambientales.

- Alta: su efecto provoca una modificación del factor y/o indicador socioambiental que producen repercusiones apreciables.

- Muy alta: su efecto provoca alteraciones muy notorias del factor y/o indicador socioambiental.

- Total: expresa una variación total de los factores y/o indicadores socioambientales

Finalmente, mediante el Anexo 02 donde se adjunta la matriz de Leopold, permitió reconocer el grado de afectación y significancia, respaldándose de los resultados del monitoreo de la calidad del agua del canal de riego como también la identificación de fuentes contaminantes en relación con cuerpos de agua superficiales como son los canales de riego.

3.3. Técnicas para el procesamiento de la información

La presente investigación requirió los siguientes programas para el procesamiento de la información y datos, tales como:

- ArcGIS 10.8
- Microsoft Excel 2019
- Google Earth

Estos programas fueron utilizados con el fin de brindar gráficos estadísticos, diagramas y cuadros permitiendo comprender los valores obtenidos del laboratorio y ser comparadas con los estándares de calidad de agua.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Análisis de resultados de los parámetros fisicoquímicos

Temperatura

En la siguiente tabla se detallan las concentraciones del parámetro evaluado:

Tabla 8. Valores de temperatura

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-------------|-----|-----|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Temperatura | Δ3 | Δ3 | °C | 17.1 | 19.8 | 16.8 | 19.7 | 17.3 | 19.95 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Los valores de temperatura registrados en las tres estaciones muestran diferencias moderadas entre estiaje y avenida, con incrementos aproximados de 2 a 3 °C durante la época de avenida. Estos cambios se mantienen dentro de lo esperado para un cuerpo de agua sometido a variaciones estacionales y no superan la variación de 3 °C que considera la normativa para evaluar alteraciones térmicas.

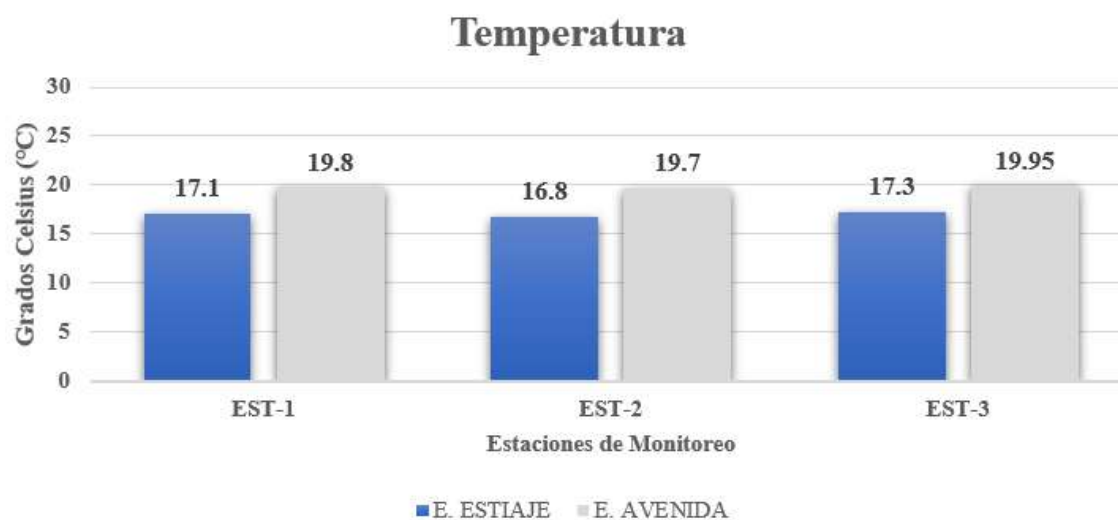


Figura 5. Valores de temperatura en las estaciones de monitoreo.

Conductividad Eléctrica (C.E.)

En la siguiente tabla y gráfico se detalla las concentraciones en todas las estaciones:

Tabla 10. Nivel de concentración de conductividad eléctrica (C.E)

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| C.E | 2500 | 5000 | ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | 445 | 266 | 441 | 247 | 464 | 256 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Los valores de conductividad registrados en las tres estaciones son bajos y se mantienen muy alejados de los umbrales establecidos por el ECA para riego de vegetales (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y bebida de animales (5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Tanto en estiaje como en avenida, la conductividad permanece estable y sin incrementos significativos.

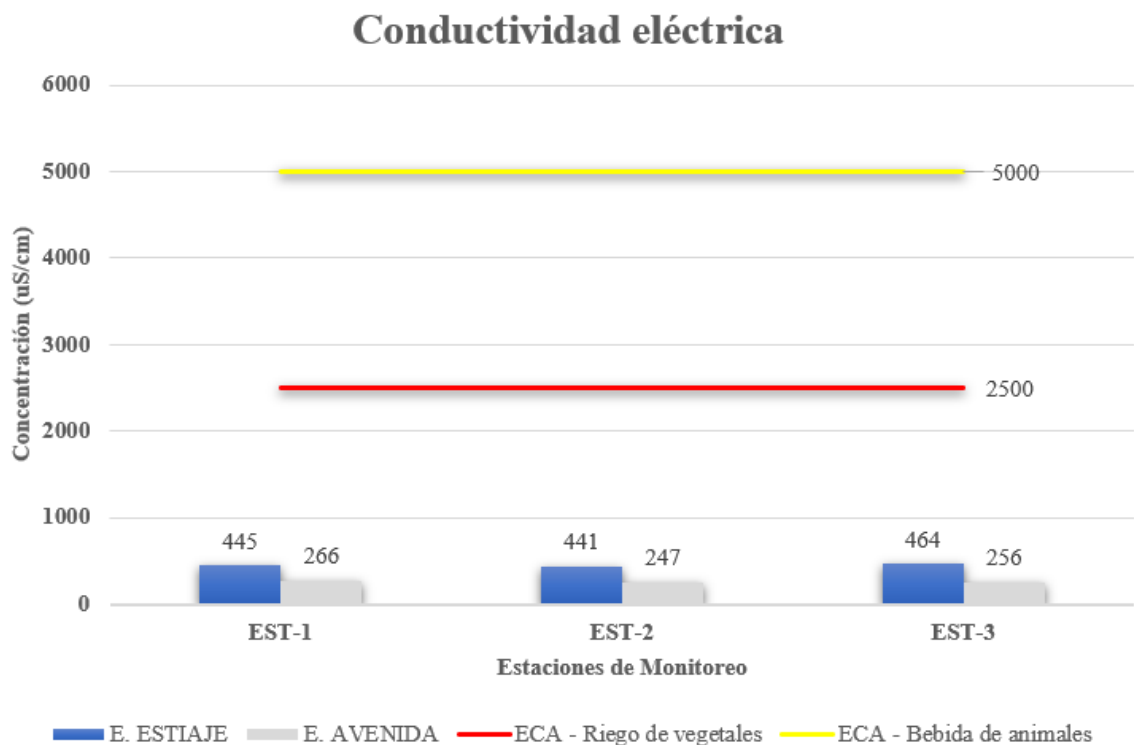


Figura 7. Concentración de conductividad eléctrica y cumplimiento del ECA (Cat. 3)

Oxígeno disuelto

En la siguiente tabla y gráfico se detalla las concentraciones en todas las estaciones:

Tabla 11. Concentraciones de oxígeno disuelto

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|-----|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1 | D2* | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| OD | ≥ 4 | ≥ 5 | mg/L | 8.18 | 8.26 | 8.33 | 8.56 | 8.09 | 7.78 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Los valores de oxígeno disuelto registrados en las tres estaciones (figura 9) se mantienen por encima de los umbrales establecidos por la normativa para riego de vegetales (≥ 4 mg/L) y bebida de animales (≥ 5 mg/L). En ambas temporadas, las concentraciones superan con amplitud estos límites, lo que indica que, según el ECA, el recurso hídrico cumple adecuadamente para los usos evaluados.

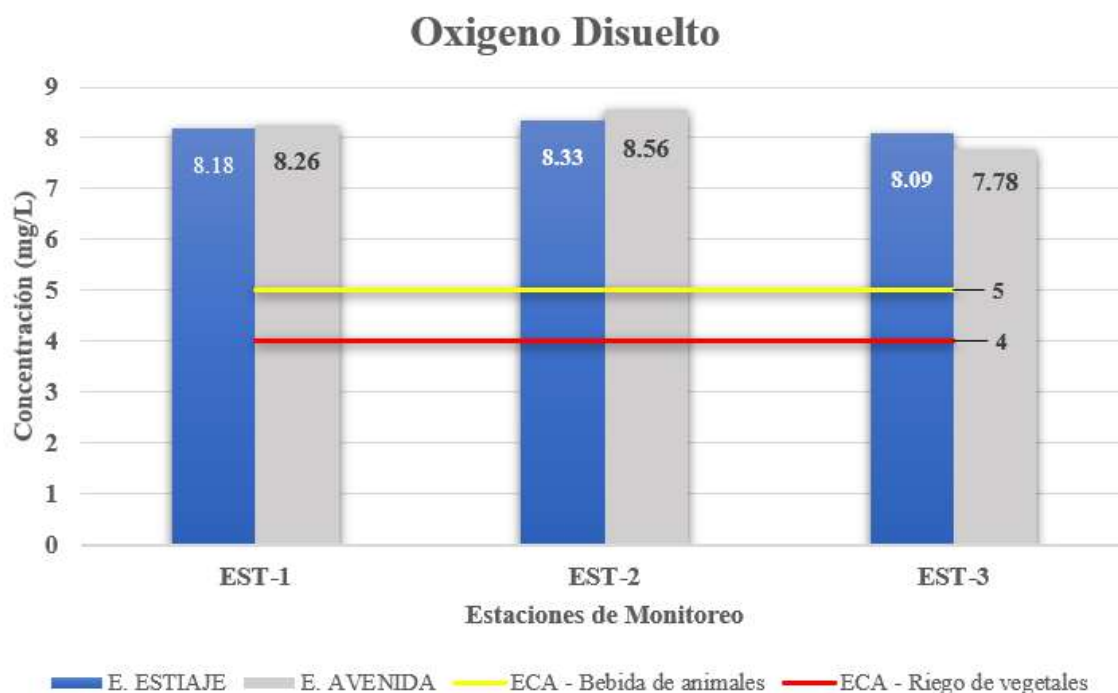


Figura 8. Concentración de oxígeno disuelto y comparación con el ECA (D1 y D2)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 12. Concentración de DBO

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|-----|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1 | D2* | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| DBO | 15 | 15 | mg/L | <2,0 | 3,5 | <2,0 | 2,7 | <2,0 | <2,0 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

En la figura 10 se presentan los valores de DBO registrados en las tres estaciones son considerablemente bajos en ambas temporadas, siendo durante la época de estiaje con los valores más bajos, manteniéndose muy por debajo del límite de 15 mg/L establecido por el ECA para riego de vegetales y bebida de animales. Estas concentraciones reducidas indican que la carga orgánica presente en el agua es mínima, por lo que no representa un riesgo para los usos evaluados.

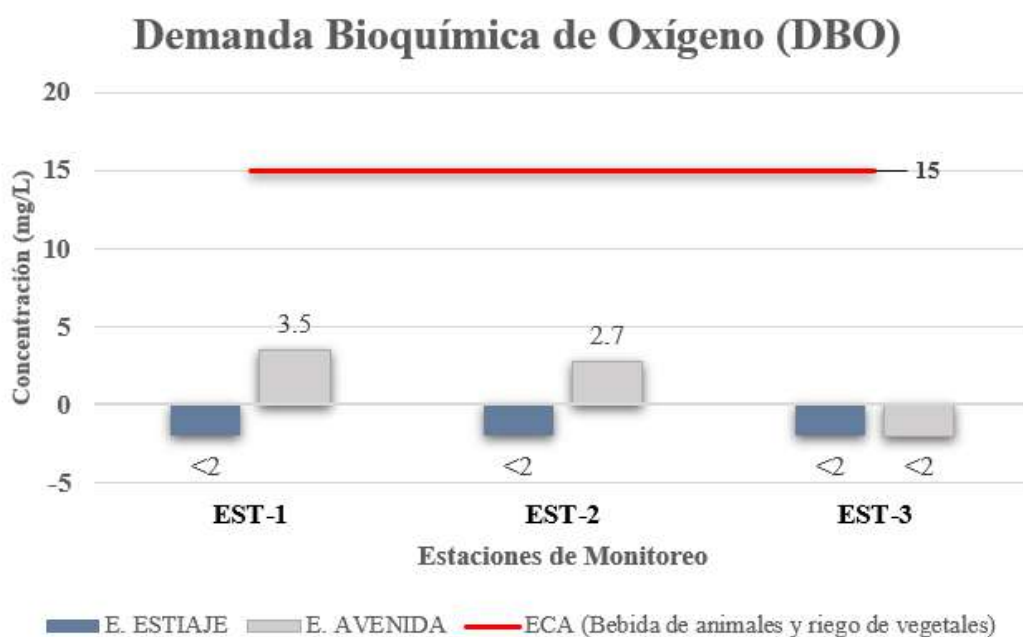


Figura 9. Concentración de DBO y comparación con el ECA (D<1 y D2)

Detergentes

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 13. Valores de las concentraciones de detergentes SAAM

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-------------|-----|-----|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Detergentes | 0.2 | 0.5 | mg/L | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 | <0.020 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Las concentraciones de detergentes (SAAM) registradas en las tres estaciones de monitoreo fueron menores a 0.020 mg/L tanto en época de estiaje como en avenida, sin mostrar diferencias entre puntos ni temporadas. Estos valores se encuentran muy por debajo de los límites establecidos por el ECA para riego de vegetales (0.2 mg/L) y para bebida de animales (0.5 mg/L). Los resultados evidencian cumplimiento amplio de la normativa y descartan afectaciones asociadas a este compuesto para el agua de riego de vegetales y bebida de animales.

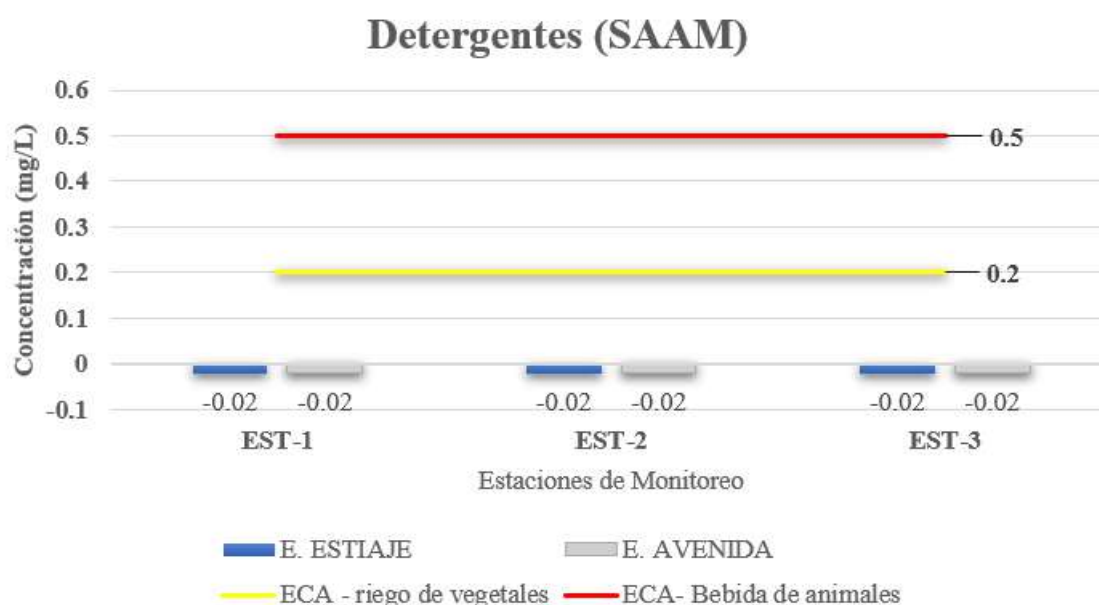


Figura 10. Concentración de detergentes (SAAM) y su comparación con el ECA

Cloruros

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 14. Concentraciones de cloruro

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|-----|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Cloruros | 500 | - | mg/L | 14.8 | 9.0 | 14.6 | 4.7 | 15.3 | 4.8 |

Nota. El parámetro no aplica para la categoría de bebida de animales.

En la figura 12 evidencia las concentraciones de cloruros resultado del análisis de muestras con valores inferiores de lo que indica la normativa en ambas temporadas (estiaje y avenida), teniendo valores mucho menores (4.7 mg/L) durante la época de avenida y con valores mayores durante la época de estiaje siendo la estación 3 que presentó un valor de 15.32 mg/L.

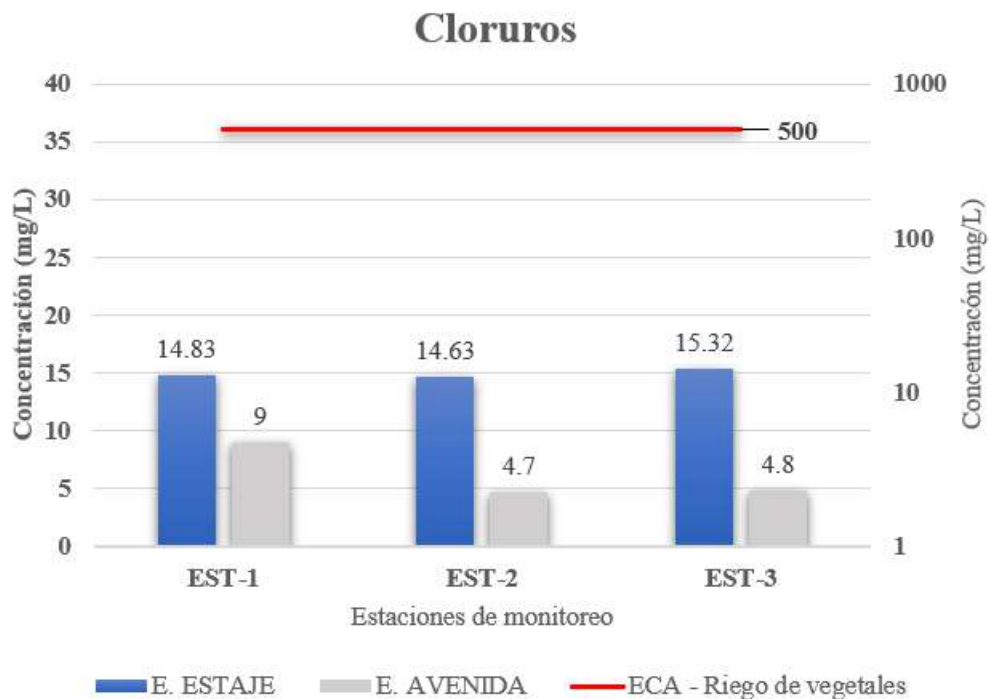


Figura 11. Concentración de cloruros y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Nitratos

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 15. Concentraciones de Nitratos

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|-----|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Nitratos | 100 | 100 | mg/L | 2.97 | 2.07 | 3.32 | 1.91 | 3.36 | 3.34 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

En la Figura 13 se observa las concentraciones bajas en todas las estaciones y en ambas temporadas evaluadas. En época de estiaje, los valores fluctúan entre 2.97 mg/L y 3.36 mg/L, registrándose los mayores niveles en la estación 3; mientras que en época de avenida las concentraciones disminuyen, con rangos entre 1.91 y 2.34 mg/L, evidenciando una reducción general del parámetro. Al comparar los resultados con el estándar de calidad ambiental para riego de vegetales y bebida de animales (**100 mg/L**), se observa que los valores obtenidos se encuentran muy por debajo del límite permitido, lo que confirma el cumplimiento normativo.

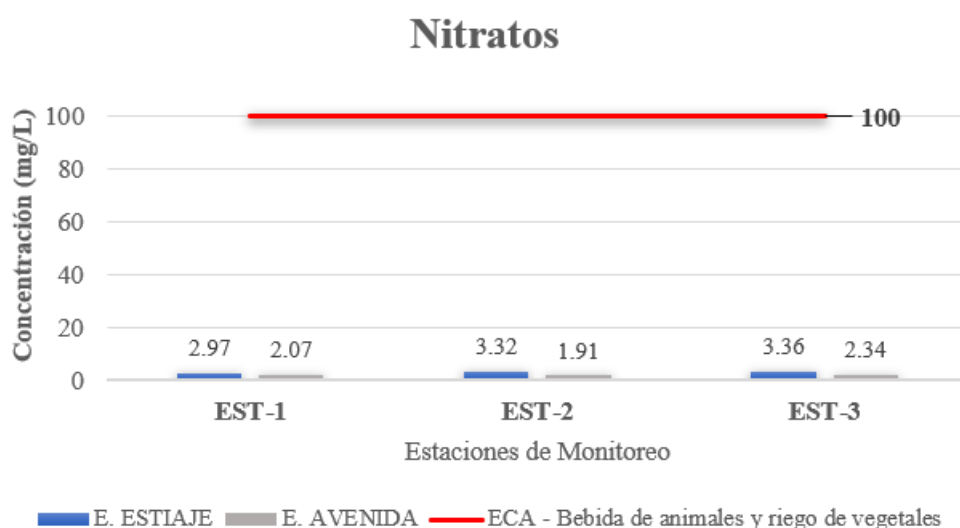


Figura 12. Concentración de nitratos y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Aceites y grasas

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 16. Concentraciones de aceites y grasas

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------------------|-----|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| | Aceites y grasas | 5 | | 10 | mg/L | <0.50 | 2.60 | <0.50 | 3.70 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Los resultados de aceites y grasas muestran concentraciones reducidas en todas las estaciones y en ambas temporadas de monitoreo. En época de estiaje, los valores registrados son menores a 0.5 mg/L. Durante la época de avenida, se observa un incremento moderado del parámetro, con concentraciones que varían entre 2.6 y 3.7 mg/L, siendo la estación 2 la que presenta el valor más alto; no obstante, las concentraciones medidas se sitúan por debajo de los límites establecidos por el ECA adecuado para el riego de vegetales y bebida de animales y por ende, el cumplimiento normativo.



Figura 13. Concentración de aceites y grasas y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Sulfatos

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 17. Concentraciones de sulfatos

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Sulfatos | 1000 | 1000 | mg/L | 97.6 | 35.0 | 97.0 | 34.6 | 97.9 | 35.1 |

Nota. Aplica para D1: Riego de vegetales y D2*: Bebida de animales.

Las concentraciones de sulfatos presentaron sin diferencias marcadas entre las estaciones, con valores mayores en época de estiaje (97.9 mg/L) y menores en época de avenida (34.6 mg/L). Esta diferencia evidencia una reducción del parámetro durante la avenida; no obstante, en ambas temporadas los valores registrados se encuentran muy por debajo del límite del ECA para riego de vegetales y bebida de animales (1000 mg/L), confirmando el cumplimiento normativo en todo el tramo evaluado.

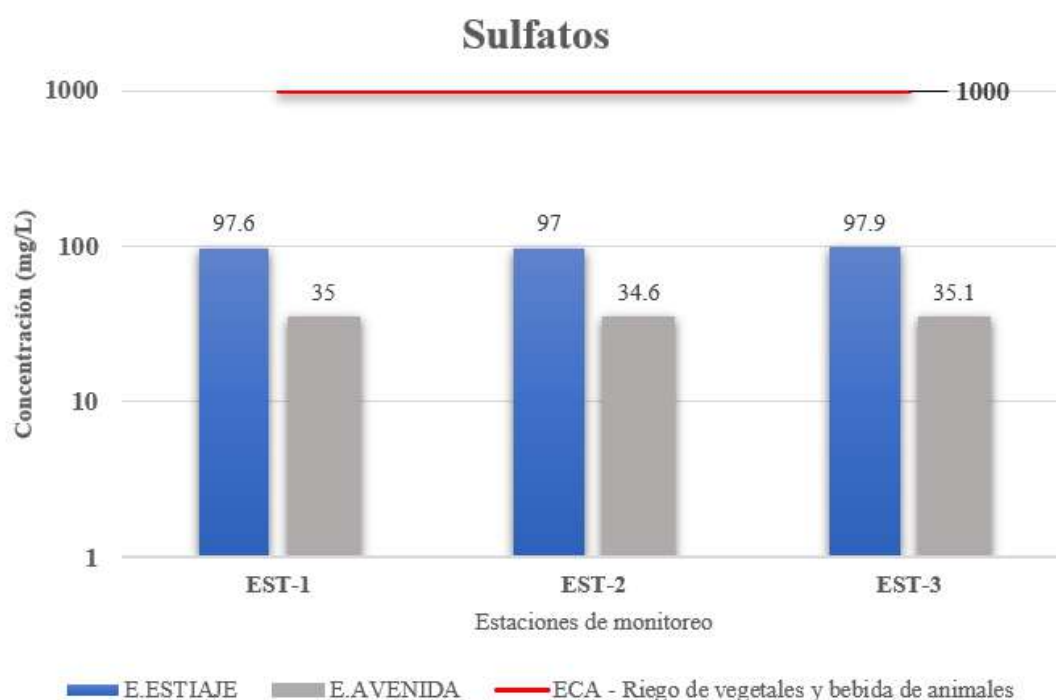


Figura 14. Concentración de sulfatos y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Análisis de resultados de los parámetros microbiológicos

Coliformes fecales (termotolerantes)

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 18. Valores de coliformes fecales

| Parámetro | ECA | | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|--------------------|------|------|------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1 | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Coliformes fecales | 1000 | 2100 | 1000 | NMP/100ml | 22000 | 54000 | 140 | 54000 | 2800 | 54000 |

Nota. D1*: aplica para agua para riego no restringido y D2**: Bebida de animales.

Las concentraciones de coliformes fecales medidas superaron los límites establecidos por el ECA. En época de estiaje presentó valores altos (22000 NMP/100ml) en las estaciones 1 y 3 y un valor menor en la estación 2. Durante la época de avenida, las tres estaciones presentan concentraciones muy elevadas y similares (54000 NMP/100ml), excediendo los límites para riego restringido y no restringido de vegetales y bebida de animales. En conjunto, los resultados reflejan una condición microbiológica desfavorable de contaminación del agua como indicador que demuestra el alto riesgo potencial de patógenos.

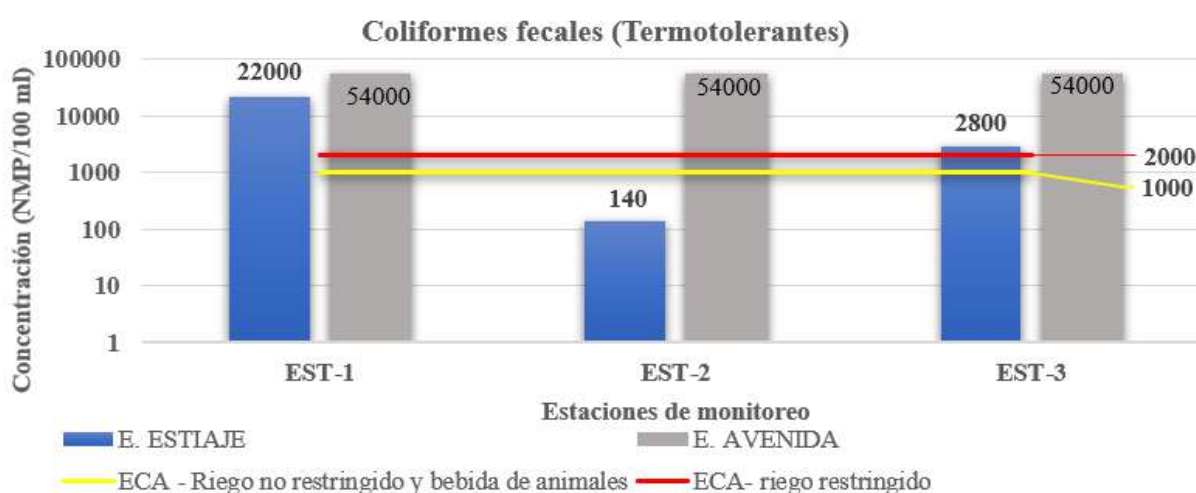


Figura 15. Concentración de coliformes fecales

Escherichia Coli

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 19. Valores de *Escherichia Coli*

| Parámetro | ECA | | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-------------------------|------|-----|------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1 | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| <i>Escherichia Coli</i> | 1000 | - | - | NMP/100ml | 13000 | 16000 | 79.0 | 35000 | 1300 | 35000 |

Nota. No aplica el D1*: aplica para agua para riego restringido y D2**: Bebida de animales.

Las concentraciones de *Escherichia coli* presentaron valores elevados en las estaciones evaluadas, con un incremento significativo durante la época de avenida. En estiaje, se registraron concentraciones altas en las estaciones 1 y 3, mientras que la estación 2 se mantuvo por debajo del estándar normativo. En la temporada de avenida, las tres estaciones superaron ampliamente los límites establecidos para riego no restringido, evidenciando el incumplimiento del ECA y el deterioro de la calidad microbiológica del agua del canal.

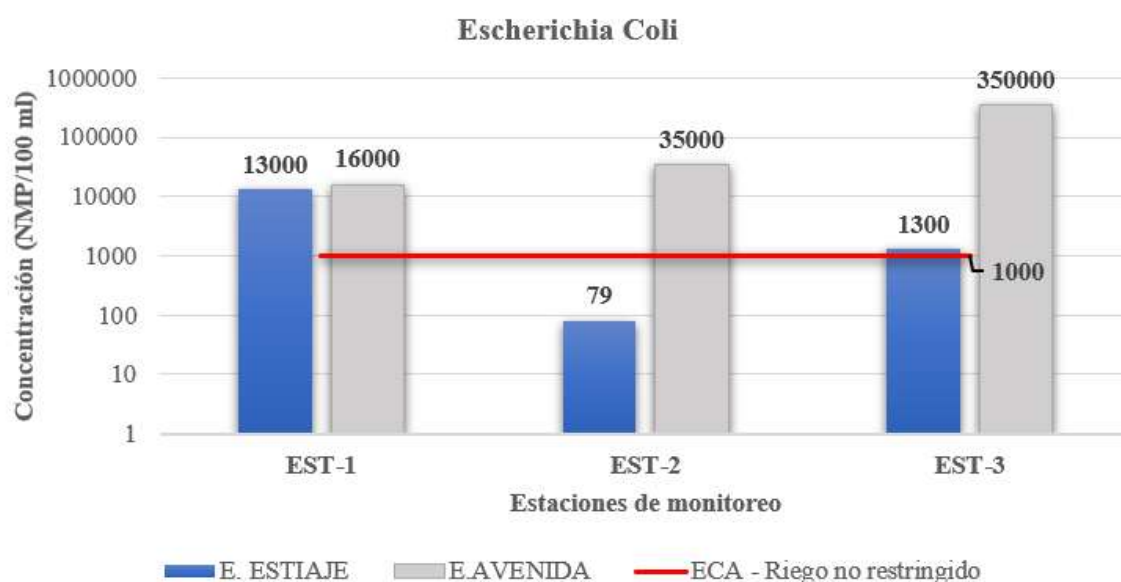


Figura 16. Concentración de *Escherichia-coli* y su comparación con el ECA-Agua (D1)

Huevo de Helmintos

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 20. Concentraciones de Huevo de Helmintos

| Parámetro | ECA | | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|--------------------|-----|-----|------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1 | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Huevo de Helmintos | 1 | 1 | - | Huevo/L | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |

Nota. No aplica para D2**: Bebida de animales.

En la figura 18 se evidencia las concentraciones de huevos de helmintos registradas en las tres estaciones de monitoreo, tanto en época de estiaje como de avenida, por lo que no presenta valores significativos en todas las estaciones, por ende, existe cumplimiento del D.S. N.º 004-2017-MINAM para agua destinada al riego de vegetales.

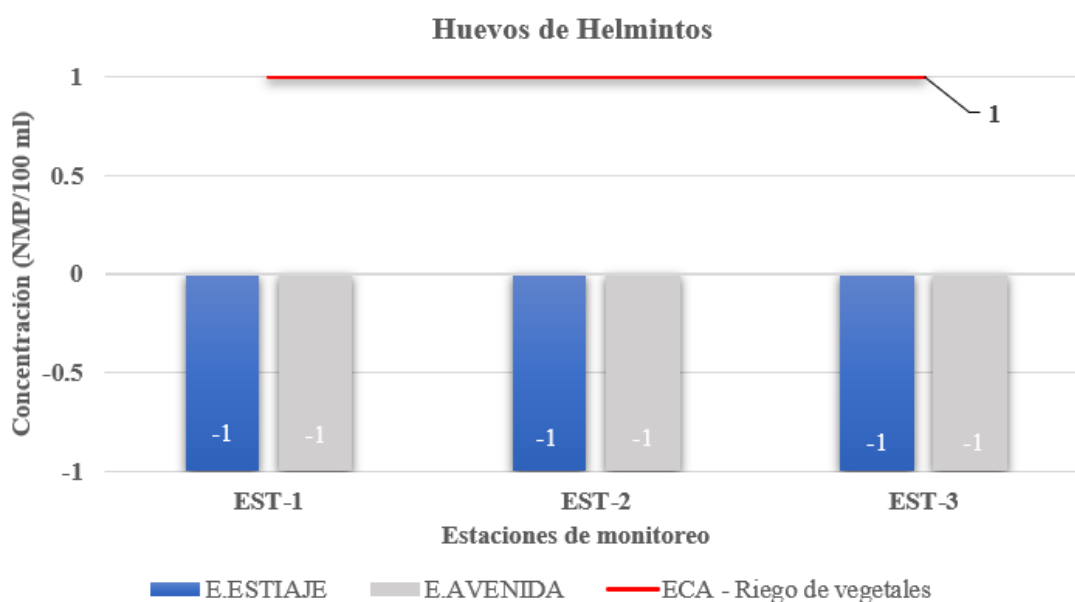


Figura 17. Concentración de huevos de Helmintos y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Análisis de resultados de los parámetros de metales pesados

Aluminio

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 21. Concentración de aluminio

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Aluminio | 5 | 5 | mg/L | 0.230 | 11.473 | 0.195 | 7.679 | 0.132 | 6.675 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

La figura 19 muestra un incremento marcado de las concentraciones de aluminio durante la época de avenida en las tres estaciones de monitoreo, superando el límite establecido por el ECA para agua de la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). La estación EST-1 presenta el valor más alto, seguida de EST-2 y EST-3, evidenciando una disminución progresiva a lo largo del canal. En contraste, en época de estiaje se mantienen por debajo del estándar, lo que indica cumplimiento en esta temporada.

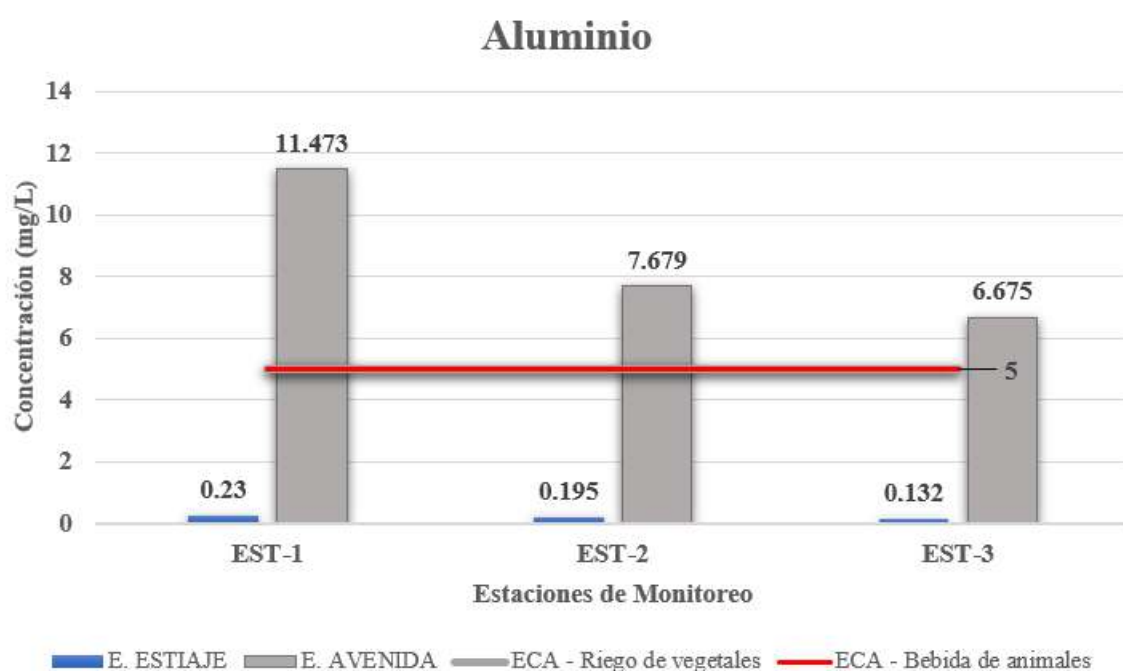


Figura 18. Concentración de aluminio y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Arsénico

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 22. Concentraciones de arsénico

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Arsénico | 0.1 | 0.2 | mg/L | 0.02240 | 0.0101 | 0.02170 | 0.0089 | 0.01990 | 0.0088 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

El gráfico evidencia que las concentraciones de arsénico en todas las estaciones y en ambas temporadas se mantienen por debajo de los límites establecidos por el ECA para riego de vegetales y bebida de animales. Se observa una ligera disminución de los valores durante la época de avenida en comparación con el estiaje, así como variaciones mínimas entre estaciones, en resumen, existe cumplimiento del ECA.

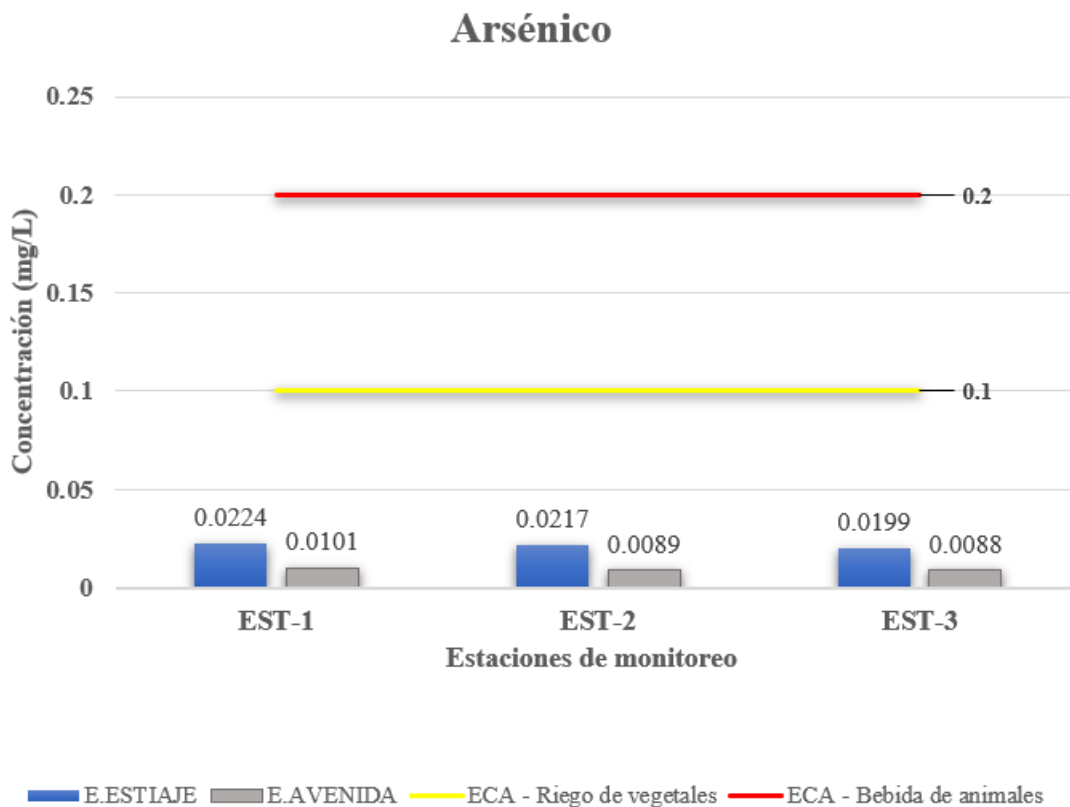


Figura 19. Concentración de arsénico y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Bario

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 23. Concentraciones de Bario

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-------|------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| | Bario | 0.7 | - | mg/L | 0.05880 | 0.14288 | 0.06000 | 0.10351 | 0.05830 |

Nota. No aplica para bebida de animales.

El gráfico de bario muestra concentraciones bajas y consistentes en las tres estaciones evaluadas, tanto en época de estiaje como de avenida. En todos los casos, los valores registrados se mantienen claramente por debajo del límite establecido por el ECA para riego de vegetales (0.7 mg/L), evidenciando cumplimiento normativo. Se observa un ligero incremento de las concentraciones durante la época de avenida, especialmente en la estación EST-1; sin embargo, estas variaciones no resultan significativas en cuanto a la normativa por ende no alteran las condiciones químicas del cuerpo de agua en el canal de riego.

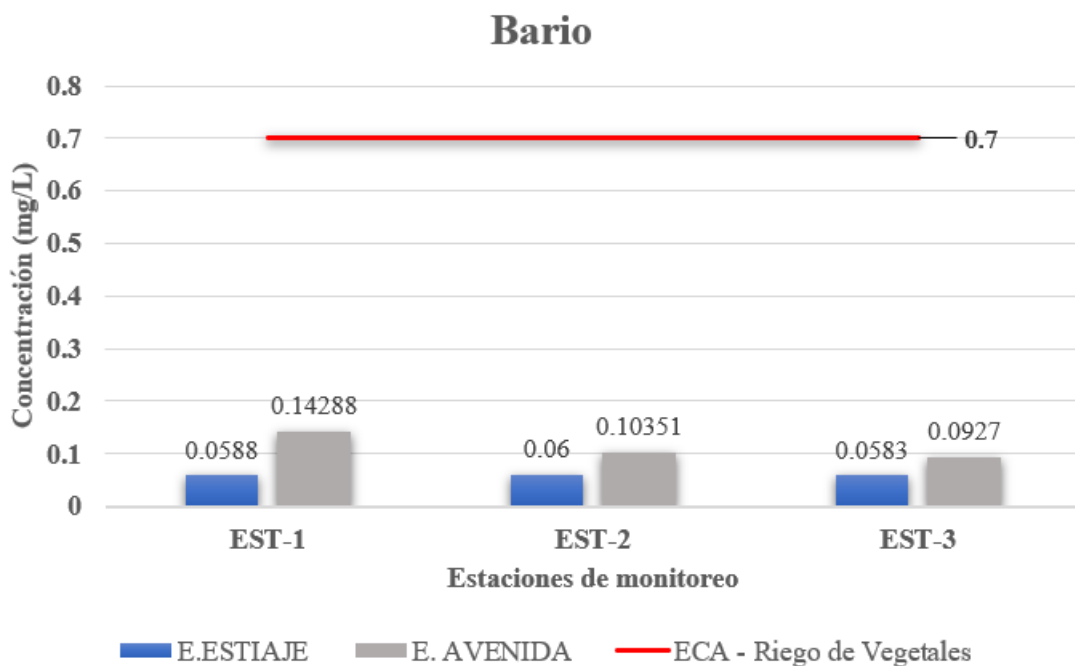


Figura 20. Concentración de Bario y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Boro

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 24. Concentraciones de Boro

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-------------|-----|------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Boro | 1 | 5 | mg/L | 0.3356 | 0.1339 | 0.3233 | 0.1338 | 0.3247 | 0.1331 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

En la siguiente figura, las concentraciones de boro se sitúan por debajo de los límites del estándar de calidad ambiental aplicado tanto para riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2). En relación con el límite para riego de vegetales (línea amarilla, 1 mg/L), los valores registrados son considerablemente menores en ambas temporadas. Del mismo modo, respecto al límite para bebida de animales (línea roja, 5 mg/L), las concentraciones observadas se sitúan muy por debajo del límite permitido.

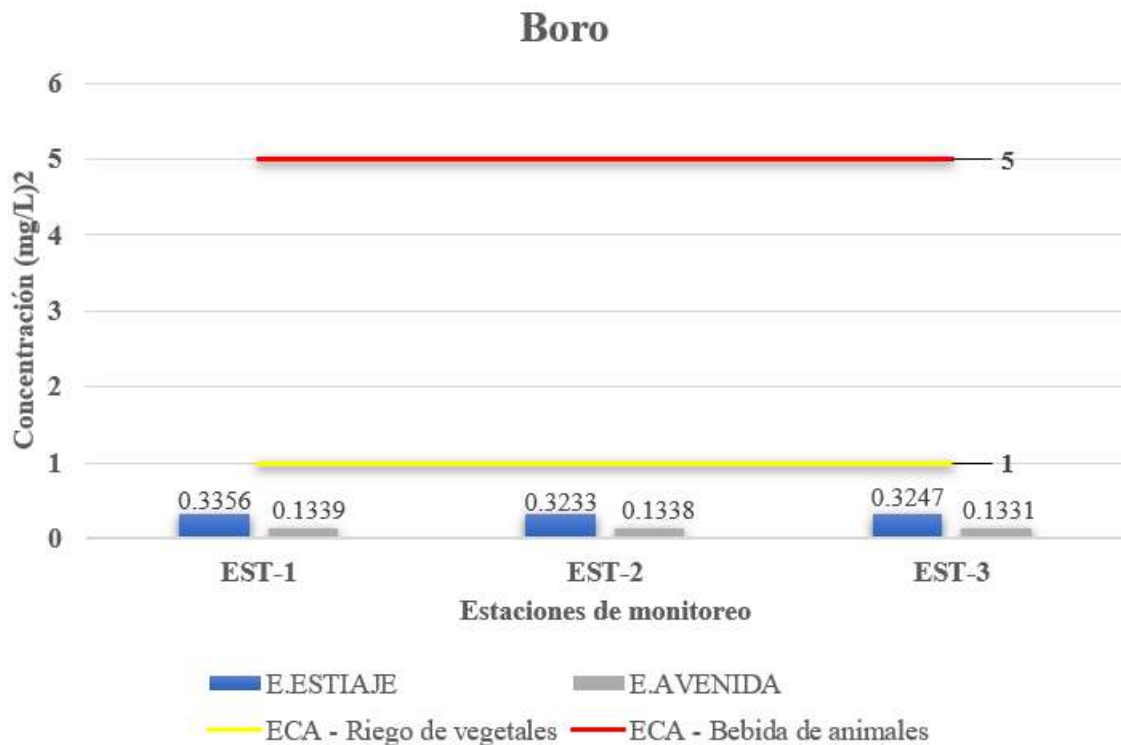


Figura 21. Concentración de Boro y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Cadmio

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 25. Concentraciones de Cadmio

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Cadmio | 0.01 | 0.05 | mg/L | <0.00020 | <0.0002 | <0.00020 | <0.0002 | <0.00020 | <0.0002 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

En la siguiente figura los valores del cadmio evidencian que en las tres estaciones de monitoreo las concentraciones que fueron registradas, tanto en época de estiaje como de avenida, se encuentran muy por debajo del límite del ECA para riego de vegetales (D1) (línea roja: 0.01 mg/L). Los valores registrados se encuentran por debajo del límite de detección del equipo de medición, lo que indica una presencia mínima del metal en el agua del canal, reflejando cumplimiento de la normativa ambiental.

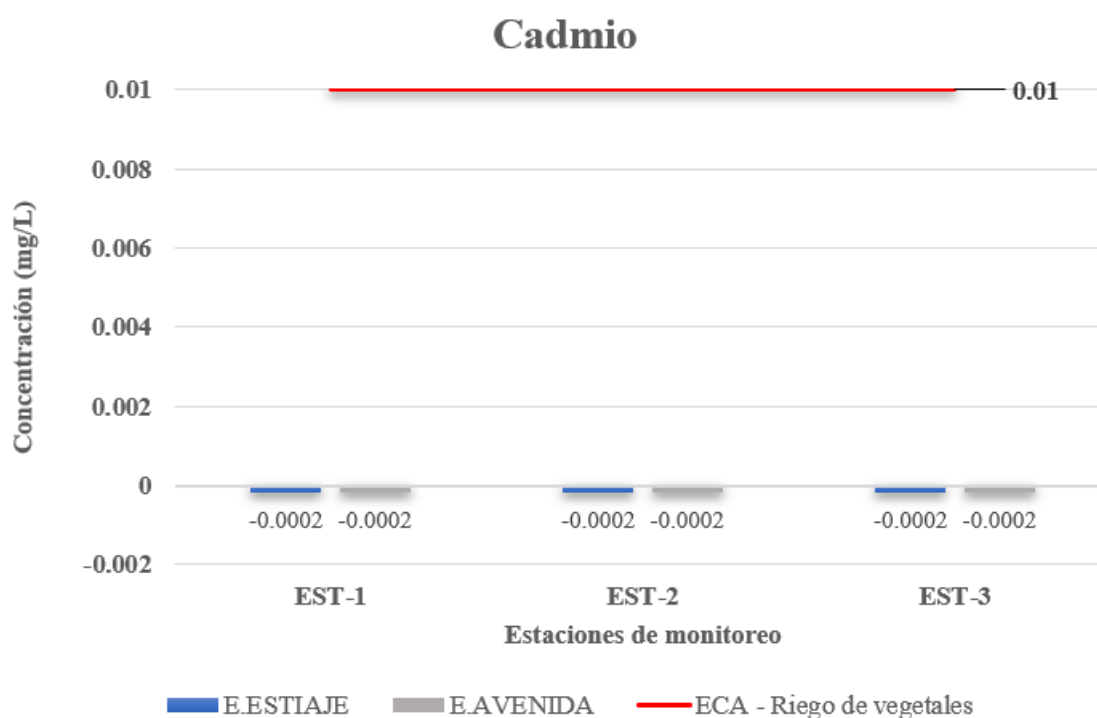


Figura 22. Concentración de Cadmio y su comparación con el ECA-Agua (D1)

Cobre

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 26. Concentraciones de Cobre

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Cobre | 0.01 | 0.05 | mg/L | 0.00020 | 0.0002 | 0.00020 | 0.0020 | 0.00020 | 0.0002 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

En la siguiente figura 25 las concentraciones de cobre que fueron registradas en las tres estaciones de monitoreo se mantuvieron por debajo del ECA tanto en época de estiaje y avenida. Asimismo, los valores obtenidos cumplen con los estándares correspondientes tanto para riego de vegetales (D1) como para bebida de animales (D2). Se observa una ligera variación estacional, con concentraciones algo mayores durante la época de avenida; sin embargo, estas diferencias no resultan significativas desde el punto de vista normativo, evidenciando el cumplimiento del estándar ambiental durante los monitoreos.

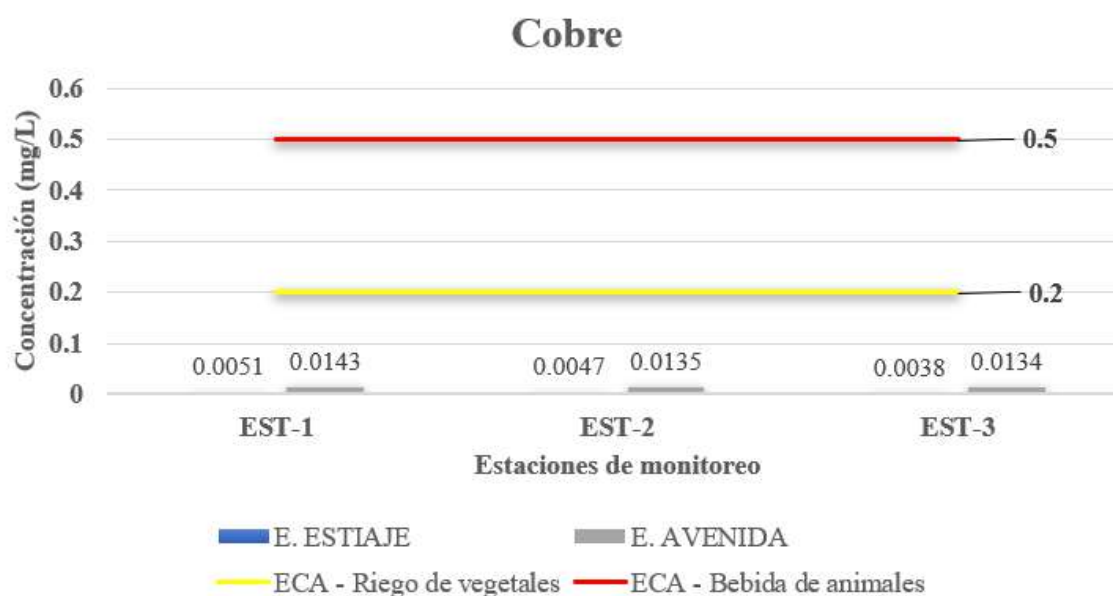


Figura 23. Concentración de Cobre y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Hierro

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 27. Concentraciones de Hierro

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|--------|------|------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| | Hierro | 5 | - | mg/L | 0.3081 | 11.6195 | 0.2876 | 8.1079 | 0.2117 |

Nota. No aplica para bebida de animales.

En la figura 28 correspondiente a las concentraciones de hierro se evidencia un contraste marcado entre ambas temporadas. Durante la época de estiaje, las concentraciones registradas en las tres estaciones se mantienen por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para riego de vegetales. En cambio, durante la época de avenida se observaron incrementos significativos que superan el límite establecido en las tres estaciones de monitoreo, siendo la EST-1 con mayor concentración 11.6195mg/L, asociándose al vertimiento de aguas residuales domésticas y arrastre de sedimentos y minerales del cuerpo de agua natural (río), ya que dicha estación se ubica en el canal de derivación CD-Huaral.

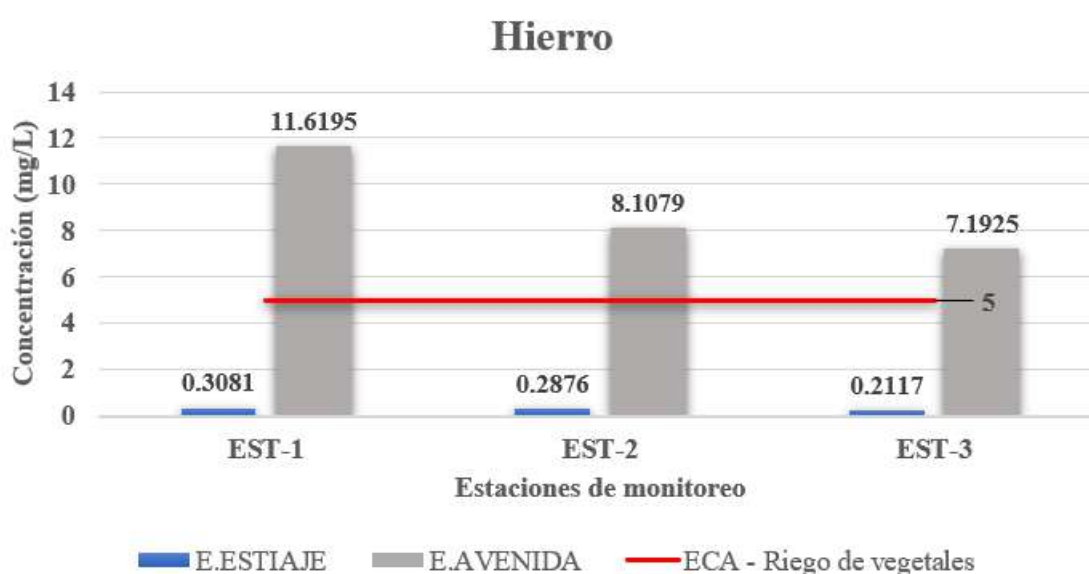


Figura 24. Concentración de Hierro y su comparación con el ECA

Litio

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 28. Concentraciones de Litio

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Litio | 0.01 | 0.05 | mg/L | 0.00020 | 0.0002 | 0.00020 | 0.0020 | 0.00020 | 0.0002 |

Nota. Aplica para riego de vegetales y bebida de animales.

En la figura 29 se observa que las concentraciones de litio registradas en las tres estaciones de monitoreo, tanto en época de estiaje como de avenida, se mantuvieron ampliamente por debajo del valor establecido por la normativa ambiental. Cabe precisar que el límite del ECA es el mismo para riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2), fijado en 2.5 mg/L, razón por la cual se representa mediante una sola línea de referencia en el gráfico. Los resultados evidencian un comportamiento uniforme del parámetro, sin diferencias significativas entre estaciones ni temporadas, confirmando el cumplimiento del estándar ambiental aplicable.

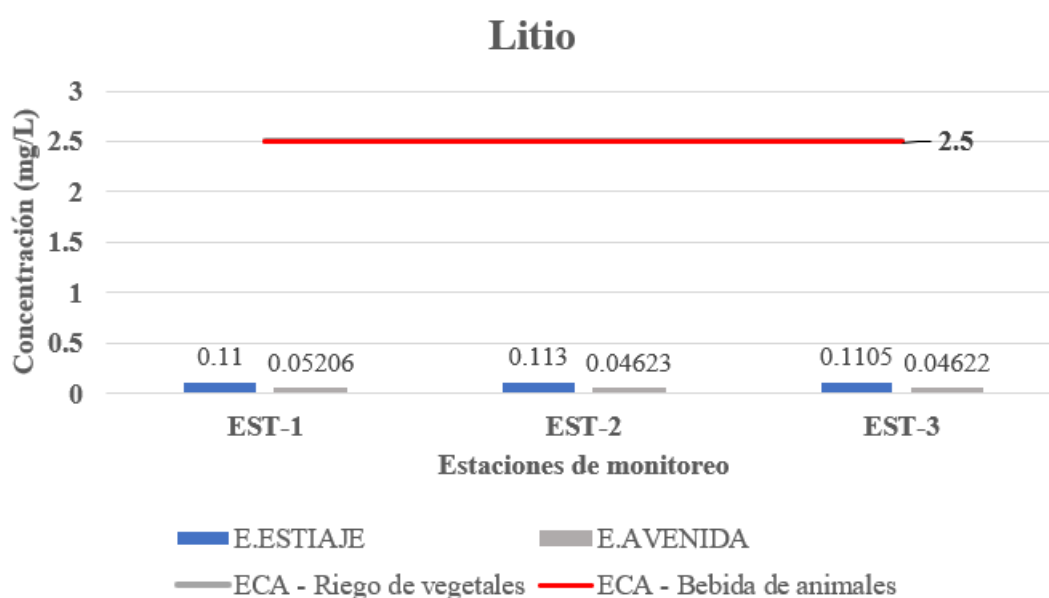


Figura 25. Concentración de Litio y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Magnesio

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 29. Concentraciones de Magnesio

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Magnesio | - | 250 | mg/L | 10.1988 | 10.5993 | 10.0653 | 9.1522 | 10.1552 | 8.8840 |

En la figura 30, las concentraciones de magnesio presentan valores ligeramente más elevados durante la época de estiaje en las tres estaciones de monitoreo, en comparación con la época de avenida. A pesar de esta variación estacional, los valores registrados se mantienen ampliamente por debajo del límite establecido por el ECA para bebida de animales (D2). El comportamiento observado es similar entre estaciones, lo que indica una distribución relativamente uniforme del magnesio en el agua del canal de riego y cumplimiento del estándar ambiental.

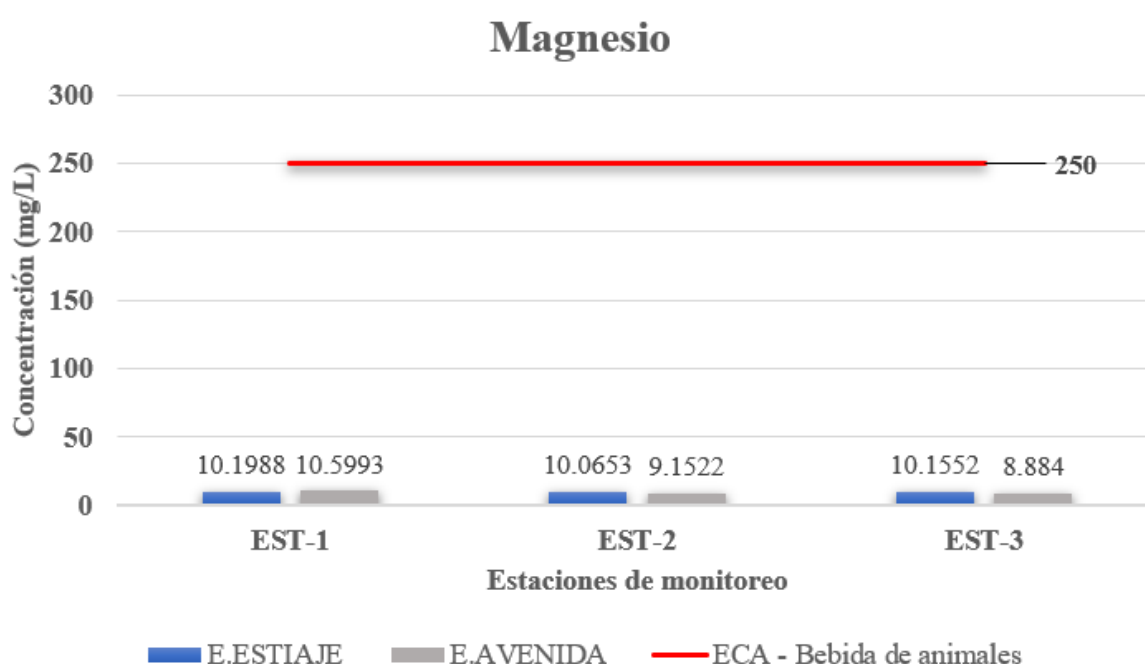


Figura 26. Concentración de Magnesio y su comparación con el ECA-Agua (D2)

Manganeso

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 30. Concentraciones de Manganeso

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|------|------------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|
| | D1* | D2** | | E. | E. | E. | E. | E. | E. |
| | | | | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida | Estiaje | Avenida |
| Manganeso | 0.2 | 0.2 | mg/L | 0.02550 | 0.89258 | 0.02490 | 0.55206 | 0.02340 | 0.45471 |

En la figura 31 correspondiente al manganeso se observa que, durante la época de estiaje, las concentraciones registradas en las tres estaciones se mantienen por debajo del límite establecido por el ECA (0.2mg/L), sin embargo, en la época de avenida los valores se incrementan de manera significativa, superando el estándar ambiental en todas las estaciones evaluadas. El mayor valor se presenta en la EST-1 con un valor de 0.89258 mg/L seguido por las estaciones EST-2 y EST-3, las cuales también exceden el límite permitido. El incremento de los valores de manganeso está asociado a las descargas residuales domésticas, residuos sólidos municipales y actividad agrícola a lo largo del área de estudio, Asimismo, el aumento del caudal característico de esta temporada favorece el arrastre de sedimentos y contaminantes, contribuyendo al incremento de las concentraciones observadas.

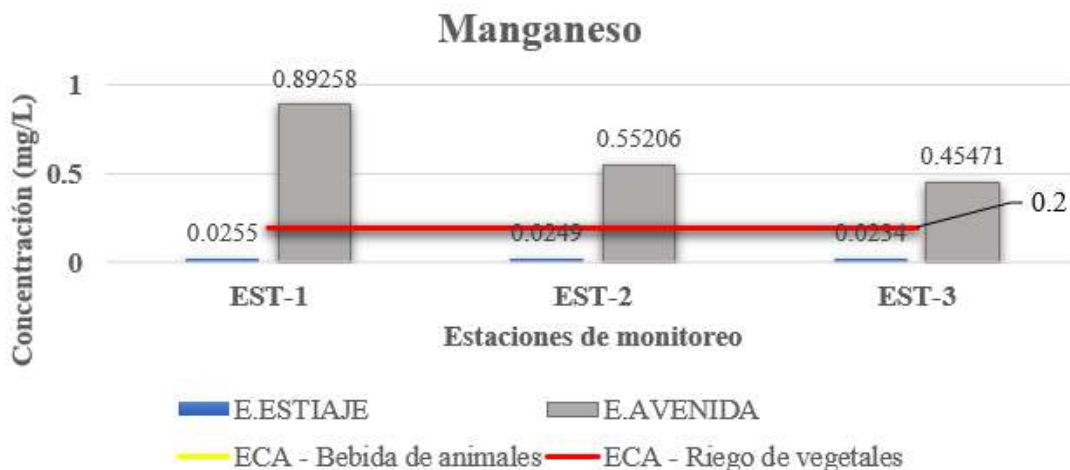


Figura 27. Concentración de Manganeso y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Mercurio

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 31. Concentraciones de Mercurio

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-------|------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Mercurio | 0.001 | 0.01 | mg/L | <0.000100 | <0.000100 | <0.000100 | <0.000100 | <0.000100 | <0.000100 |

En la siguiente figura 32 correspondiente al mercurio se observa que las concentraciones registradas en las tres estaciones de monitoreo, tanto en época de estiaje como de avenida, se mantienen en valores muy bajos y por debajo del Estándar de Calidad Ambiental establecido para riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2), los valores presentados no presentan significancia en las estaciones por ende evidencian el cumplimiento del ECA.

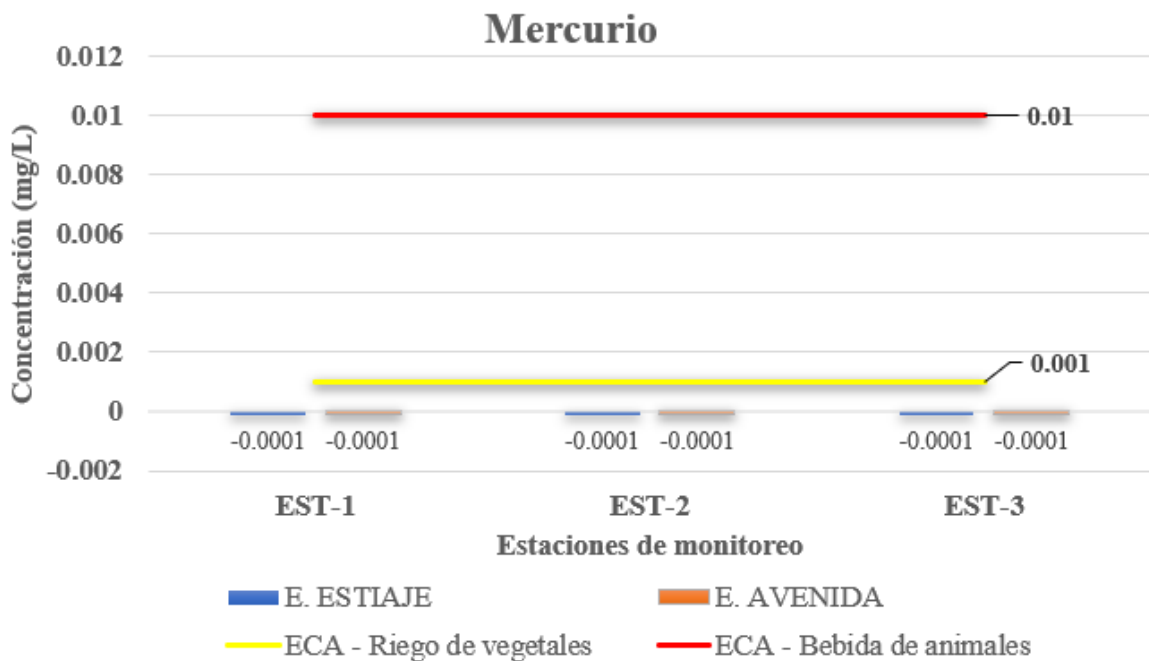


Figura 28. Concentración de Mercurio y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Plomo

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 32. Concentraciones de Plomo

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|------|------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Plomo | 0.05 | 0.05 | mg/L | <0.0010 | 0.0225 | <0.0010 | 0.0153 | <0.0010 | 0.0139 |

En la figura 34 correspondiente al plomo, se observa que las concentraciones registradas en las tres estaciones de monitoreo, tanto en época de estiaje como de avenida, se mantienen muy por debajo de los límites establecidos por el ECA para riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2). Durante la época de avenida, las concentraciones aumentaron, como es el caso de la EST-1 de 0.0225 mg/L, en comparación con la época de estiaje, sin embargo, no presenta valores significativos evidenciando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

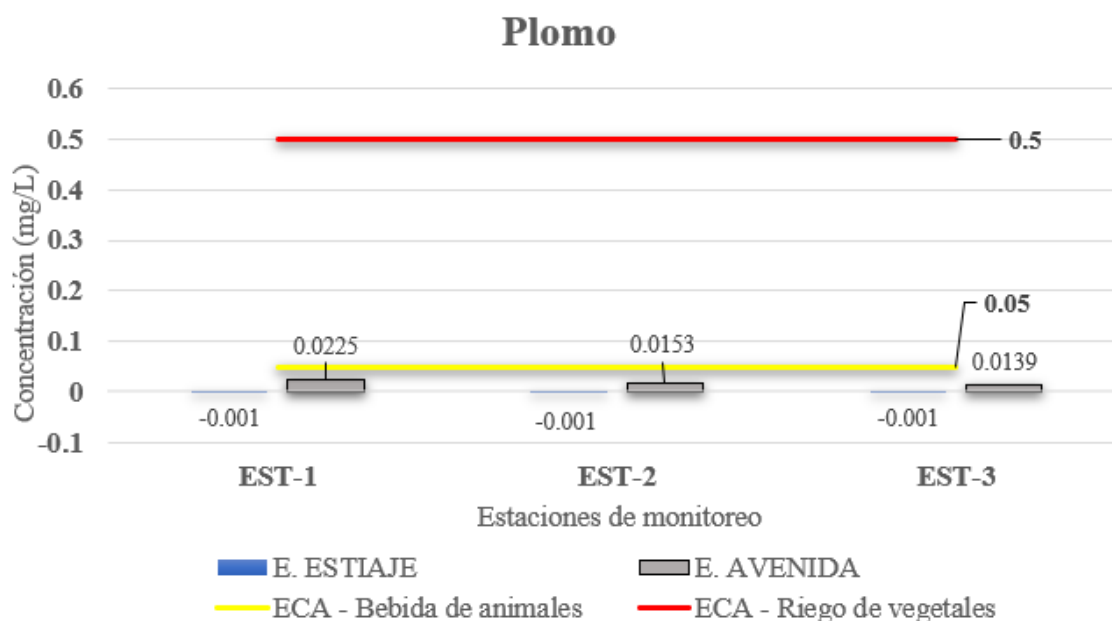


Figura 29. Concentración de Plomo y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Zinc

En la siguiente tabla y gráfico se detallan las concentraciones en las estaciones de monitoreo:

Tabla 33. Concentraciones de Zinc

| Parámetro | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|-----------|-----|------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida | E. Estiaje | E. Avenida |
| Zinc | 2 | 24 | mg/L | <0.0002 | 0.1227 | <0.0002 | 0.0843 | <0.0002 | 0.0795 |

En la figura 36 correspondiente al zinc, se observa que las concentraciones registradas en las tres estaciones de monitoreo, tanto en época de estiaje como de avenida, se mantienen muy por debajo de los límites establecidos por el ECA para riego de vegetales (2 mg/L) y bebida de animales (24 mg/L). Los valores muestran ligeras variaciones entre estaciones y temporadas, con concentraciones algo mayores durante la época de avenida; sin embargo, estas no representan riesgo de incumplimiento normativo, evidenciando el cumplimiento del estándar ambiental y una baja presencia de este metal en el canal de riego.

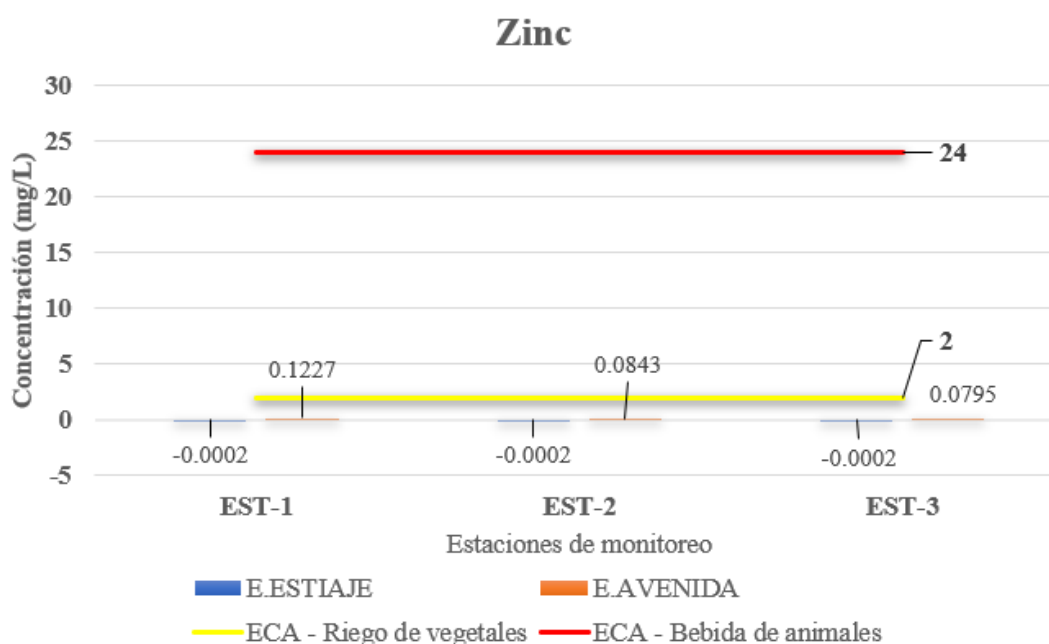


Figura 30. Concentración de Zinc y su comparación con el ECA (D1 y D2)

Resultados de la evaluación del impacto ambiental

| | | UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---|----------------------------|--|---|--|---|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|------|
| | | MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADO | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTORES AMBIENTALES | ACTIVIDADES HUMANAS | Calidad del agua superficial y evaluación del impacto ambiental en el canal de primer orden Jesús del Valle, Huaral | | | | | | | | | | N° de interacciones positivas (+) | N° de interacciones negativas (-) | PROMEDIOS ARITMÉTICOS | SUMATORIA DE IMPACTOS POR COMPONENTES | SUMATORIA DE IMPACTO TOTAL | |
| | | VERTIMIENTOS EN CANALES DE RIEGO | | | RESIDUOS SÓLIDOS | | ACTIVIDADES HUMANAS | | | | | | | | | | |
| | | Vertimiento de aguas residuales domésticas | Lavado de vehículos y ropa | Vertimiento de aguas residuales de actividades agrícolas | Presencia de residuos sólidos de gestión no municipal | Presencia de residuos sólidos de Gestión Municipal | Uso de fertilizantes y pesticidas agrícolas | Actividad agrícola | Actividad ganadera | Actividad turística | Asentamiento urbano | | | | | | |
| MEDIO FÍSICO Y QUÍMICO | AGUA | Calidad microbiológica | -6 5 | -3 2 | -3 3 | -3 2 | -3 2 | -1 1 | -4 4 | -4 4 | | | 0 | 8 | -90 | -259 | -274 |
| | | Calidad química | -5 5 | -2 1 | -5 3 | -3 3 | -3 3 | -3 3 | -3 3 | -3 3 | | | 0 | 8 | -87 | | |
| | | Calidad física | -6 5 | -3 2 | -4 3 | -3 2 | -3 2 | -2 2 | -4 3 | -3 2 | | | 0 | 8 | -82 | | |
| F. CULTURAL | PAISAJE | Vista panorámica | -4 4 | -2 1 | -2 1 | -3 2 | -3 2 | -1 1 | 1 3 | 1 1 | 4 1 | | 3 | 6 | -25 | -25 | |
| C. BIOLÓGICA | FLORA | Cultivos agrícolas | | | -4 2 | | | | 3 2 | 3 4 | | | 2 | 1 | 10 | 10 | |
| N° de promedios (+) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 5 | | | | |
| N° de promedios (-) | | | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | | 31 | | | |
| PROMEDIOS ARITMÉTICOS | | | -101 | -16 | -46 | -27 | -27 | -9 | -22 | -30 | 4 | 0 | | | -274 | | |

| Valoración de impactos | |
|------------------------|---------|
| Impacto Bajo | 1 a 30 |
| Impacto Medio | 31 a 61 |
| Impacto Severo | 62 a 92 |
| Impacto Crítico | >93 |

Análisis de los resultados obtenidos en la matriz de Leopold adaptado

La valoración de impactos ambientales obtenida a partir de la aplicación de la Matriz de Leopold indica que el área de estudio correspondiente al canal de primer orden Jesús del Valle presenta un impacto ambiental severo, con un valor total acumulado de (-401). El signo negativo del resultado evidencia que las actividades evaluadas generan efectos principalmente perjudiciales sobre los factores ambientales considerados.

Asimismo, el análisis de los promedios aritméticos muestra la ausencia de impactos positivos (0) y la presencia de promedios negativos (-42), lo que confirma el efecto desfavorable de las interacciones identificadas entre las acciones humanas y los componentes ambientales.

En cuanto a la sumatoria de impactos por factores ambientales, se obtuvieron los siguientes valores: calidad microbiológica (-91), calidad química (-86), calidad física (-84), vista panorámica (-56) y cultivos agrícolas (-84). Estos resultados indican que la mayoría de los factores evaluados se encuentran dentro de la categoría de impacto severo, de acuerdo con los rangos de valoración establecidos, con excepción de la vista panorámica, la cual se clasifica como impacto medio.

Respecto a la sumatoria de impactos por componentes ambientales, el medio fisicoquímico presenta la mayor afectación con un valor de (-261), seguido del factor cultural (-56) y condiciones biológicas (-84). Esto evidencia que los efectos más significativos se concentran en los componentes directamente relacionados con la calidad del agua.

Finalmente, las acciones humanas con mayor contribución a los impactos negativos identificados en el área de estudio corresponden al vertimiento de aguas residuales domésticas, vertimiento de aguas residuales de origen agrícola, actividad agrícola y disposición inadecuada de residuos sólidos, las cuales ejercen una presión directa y acumulativa sobre el canal de riego y su entorno.

Análisis de los impactos negativos a los factores ambientales

Medio físico y químico

Para el agua, en calidad microbiológica resultó tener un impacto negativo de (-91), clasificándose como impacto severo debido a las descargas frecuentes de vertimientos de agua residuales domésticas, disposición inadecuada de los residuos sólidos en el cuerpo de agua y alrededores y actividad agrícola mediante el uso de productos agrícolas (residuos no municipales y vertimiento de agua de residuos agrícolas), estas actividades también presentaron efectos negativos en la calidad química (-86) y calidad física (-84) del agua, lo cual se pudo presenciar olor fétido en las tres estaciones de monitoreo y aguas semi turbias.

Factor cultural: Impacto paisajístico

El factor paisaje fue evaluado mediante observación directa de la vista panorámica durante las visitas de campo, obteniéndose una valoración de (-25), clasificada como impacto bajo. Esta afectación se asocia principalmente a la presencia de residuos sólidos y a actividades como las descargas de aguas residuales domésticas, las cuales generan una alteración visual del entorno.

No obstante, también se identifican aspectos positivos, debido a que el área presenta características propias de una zona agrícola con presencia de áreas verdes, lo que contribuye a mantener un valor paisajístico que favorece su potencial atractivo turístico.

Componente biológico

El área de estudio comprende dos canales de riego (L1 Jesús del Valle y L2 Cañón 1), los cuales abarcan un total de 45.52 hectáreas de cultivo. Estos canales abastecen de agua a las áreas agrícolas detalladas en el siguiente cuadro:

Tabla 34. Distribución de cultivos en el área de estudio (ha)

| Tipos de cultivos | Distribución de los cultivos (ha) | Área total (ha) |
|--------------------------|--|------------------------|
| Pan de llevar | 22.8 | |
| Forrajes | 13.7 | 45.52 ha |
| Frutales | 9 | |

Nota. Se detalla los tipos de cultivos que riegan los canales de riego.

Durante la evaluación del impacto ambiental, se identificó una afectación positiva en los cultivos agrícolas, clasificada como un impacto bajo (+10), atribuida a la actividad agrícola y al uso de insumos como fertilizantes y pesticidas, los cuales favorecen el desarrollo y rendimiento del cultivo.

No obstante, también se evaluaron afectaciones negativas asociadas a la contaminación del agua de riego, producto de vertimientos de aguas residuales de origen agrícola, las cuales pueden incidir de manera indirecta en los cultivos.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

La temperatura del presente estudio registró en la EST-3 durante la época de avenida fue de 19.95 °C, valor ligeramente superior al reportado por López y Camacho (2024), quienes obtuvieron 18 °C en condiciones similares.

En cuanto al pH, el valor máximo se presentó en la EST-1 durante la temporada de estiaje y fue de 9.41, superando lo hallado por Quishpe (2022) quien obtuvo un valor de 8.54. Este comportamiento ligeramente alcalino podría estar relacionado a procesos naturales y la influencia de actividades antrópicas en el canal tales como descargas residuales domésticas, que pueden generar cambios en la composición química del agua.

Para la conductividad eléctrica en el presente estudio se registró el máximo valor en estiaje de 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo inferior al reportado por López y Camacho (2024) en la misma época con un valor de 537 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estos valores indicarían una baja concentración de sales disueltas, lo cual resulta favorable para su uso agrícola. Respecto al oxígeno disuelto, el valor máximo fue de 8.56 mg/L en la EST-2 durante la época de avenida, superando el mínimo establecido por el ECA, la concentración registrada evidencia una buena calidad de oxigenación, posiblemente influenciada por el aumento del caudal y la mayor circulación del agua en época de húmeda.

En cloruros, en época de estiaje se halló un valor de 15.3 mg/L los cuales fueron considerablemente menores a las reportadas por Mamani (2024), quien obtuvo un valor máximo de 310 mg/L. A pesar de haberse registrado en una temporada donde suele incrementarse la concentración de sales por menor dilución, el valor obtenido evidencia una baja presencia de compuestos salinos.

La concentración de nitratos en la EST-3 durante estiaje fue de 3.36 mg/L, superior a la reportada por Hernández-Álvarez, Pinedo-Hernández, Paternina-Urbe y Marrugo-Negrete (2021), quienes registraron 0.10 mg/L en la misma temporalidad, no obstante, la concentración obtenida en el presente estudio se mantiene en niveles que no evidencian procesos de eutrofización, indicando que, pese a la posible influencia de fuentes antrópicas, no se observa valores significativos de nutrientes en el cuerpo de agua.

Los parámetros medidos como DBO, detergentes, aceites y grasas y sulfatos no presentaron valores significativos en todas sus estaciones.

En contraste, los parámetros microbiológicos evidenciaron un comportamiento claramente diferenciado. Durante la época de avenida, en las EST-2 y EST-3 se registraron concentraciones de 35000 NMP/100 ml de coliformes fecales, valores considerablemente superiores a los reportados por Hernández et al. (2021), quienes registraron 1596 NMP/100ml en condiciones similares. Asimismo, las concentraciones obtenidas en el presente estudio superan los límites establecidos para agua destinada al riego de vegetales y bebida de animales, lo que evidencia contaminación microbiológica y un potencial riesgo para la salud humana, animal y ambiental con mayor incidencia en época de avenida.

En cuanto a *Escherichia coli*, durante la época de avenida en las EST-2 y EST-3 se registraron concentraciones de 35000 NMP/100 ml, siendo los valores más elevados de todas las mediciones realizadas. Estas concentraciones fueron superiores a las reportadas por Ruiz (2022), quien obtuvo 2419.6 NMP/100 ml en condiciones similares. La presencia de esta bacteria indica contaminación de origen fecal y representa un riesgo para la inocuidad y calidad sanitaria de los cultivos, especialmente aquellos de tallo corto y consumo directo.

Para huevo de Helmintos no hubo valores representativos.

En metales pesados, la concentración de aluminio durante la época de avenida en la EST- 1 fue de 11.473 mg/L lo cual es mayor a lo reportado por Lopez y Camacho (2024) quienes obtuvieron una concentración de 0.1785 mg/L en la misma época, lo cual sobrepasó el ECA para riego y puede explicarse tanto por el arrastre natural de sedimentos durante las lluvias como por la influencia de actividades antrópicas. El incremento del escurrimiento superficial favorece la movilización de materiales geológicos y de contaminantes provenientes de actividades agrícolas y descargas residuales lo que contribuye al aumento significativo de este metal en el cuerpo de agua.

Para hierro, en el presente estudio durante la época de avenida en la EST-1 fue de 11.6195 mg/L considerablemente superior a lo determinado por Lopez y Camacho (2024) quienes obtuvieron 0.178 mg/L en la misma temporada, este incremento podría estar asociado tanto a fuentes naturales, como el arrastre de sedimentos durante las lluvias, así como de las actividades antrópicas, generando un potencial riesgo ambiental para el suelo agrícola.

Para el manganeso, la concentración obtenida en la EST-1 fue de 0.89254 mg/L, valor significativamente superior al reportado por López y Camacho (2024), quienes registraron 0.04986 mg/L en la misma temporada, la concentración obtenida en la presente investigación supera el ECA establecido para riego, lo que evidencia un deterioro en la calidad del agua y un posible riesgo de acumulación en el suelo agrícola y afectación a los cultivos.

La concentración obtenida para zinc no presentó valores significativos.

No obstante, para los parámetros de boro, cadmio, cobre, litio, magnesio, mercurio y plomo no presentaron diferencias significativas.

Finalmente, la evaluación del impacto ambiental en el presente estudio determinó una calificación global de impacto severo, siendo el componente más afectado la calidad del agua con una acumulación de -274. Dentro de este, la calidad microbiológica (-90) presentó la mayor afectación, seguida de la calidad física (-87) y química (-82), estos resultados coinciden con lo reportado por Marín (2023), quien identificó que la contaminación del agua superficial fue el factor más afectado, una cuantificación de -0,34; clasificado como impacto negativo significativo. En ambos casos, la descarga de aguas residuales de tipo domésticas constituye el principal aspecto generador del impacto a la calidad del agua, debido a que el recurso hídrico actúa como receptor directo de contaminantes, especialmente durante la época de avenida.

Asimismo, el componente biológico (cultivos agrícolas) registró un impacto bajo y positivo (+10), a diferencia de Marín (2023), quien reportó un impacto negativo no significativo (-0,18). Esta diferencia se debe a que, en el presente estudio, la actividad agrícola y el uso de fertilizantes y pesticidas favorecen el desarrollo de los cultivos.

En cuanto al factor cultural (vista panorámica – paisaje), se evidenció un impacto medio (-25), en contraste con Marín (2023) (-1,14). Esta afectación se relaciona con la presencia de residuos sólidos y vertimientos visibles; no obstante, el área conserva potencial paisajístico por sus campos de cultivo y áreas verdes.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El agua que transcurre en el canal de primer orden en Jesús del Valle – Huaral no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales, ya que no cumple el estándar de calidad ambiental (ECA) – categoría 3 contemplado en el D.S. 004-2017-MINAM, en ese sentido, se determinó que existe una relación directa entre la calidad del agua y el impacto ambiental evidenciándose deterioro en los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados, acentuándose mayor afectación en época de avenida por lo que influye significativamente obteniendo una cualificación de impacto severo.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados evidenciaron una relación moderada con el impacto ambiental. La temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, detergentes, sulfatos, aceites y grasas cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para riego y bebida de animales. En contraste, el pH superó los valores establecidos por la normativa. Asimismo, se observaron variaciones según la temporalidad, particularmente en el caso de los cloruros. No obstante, la mayoría de los parámetros se mantuvieron dentro de los límites permitidos, lo que indica una afectación baja al recurso hídrico.

Se determinó que los parámetros microbiológicos presentaron la mayor relación con el impacto ambiental, al registrarse concentraciones de coliformes fecales y *Escherichia-coli* superiores a lo establecido por la normativa D.S. 004-2017-MINAM. Los valores más altos se registraron en época de avenida para *E. coli* y coliformes fecales, sin embargo, no hubo valores significativos para huevo de helmintos. Estos resultados evidencian una contaminación asociada a las descargas de aguas residuales de tipo domésticas y disposición inadecuada de residuos sólidos, generando un alto riesgo sanitario y afectando la inocuidad de los cultivos irrigados con esta agua. En concordancia con ello, la evaluación mediante la

Matriz de Leopold clasificó la calidad microbiológica con un impacto severo, constituyéndose como el componente de mayor afectación al cuerpo de agua.

Finalmente, los metales pesados, particularmente aluminio, hierro y manganeso, superaron los límites establecidos para riego y bebida de animales, evidenciando una influencia importante en el impacto ambiental del cuerpo de agua. Las mayores concentraciones se registraron durante la época de avenida, lo cual podría estar asociado a actividades antrópicas (aguas residuales domésticas, residuos sólidos, lavado de vehículos) aledañas al canal, arrastre de sedimentos por aumento de caudal. En este sentido, la temporalidad influyó directamente en la variación de estos metales, estos factores evidencian una degradación significativa del recurso hídrico.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda implementar programas y campañas periódicas de educación y sensibilización ambiental dirigidas a la población aledañas a los canales de riego de Jesús del Valle, en coordinación con los principales actores y en el marco de sus funciones como la Autoridad Local del Agua (ALA), Autoridad Administrativa del Agua (AAA), Municipalidad Provincial y Junta de Usuarios. Estas acciones deberán orientarse a fortalecer la cultura de prevención de la contaminación y el uso sostenible del agua, promoviendo la adecuada disposición de residuos sólidos, permitiendo en mejorar la calidad paisajística en un 20% a 30 %, el manejo responsable de aguas residuales domésticas y la reducción de actividades que asociados a la presencia de metales pesados. Asimismo, es fundamental informar acerca de los riesgos asociados a la contaminación del recurso hídrico, especialmente en lo relacionado con la salud pública, la inocuidad alimentaria y la calidad del recurso hídrico.

Se recomienda realizar una investigación detallada para identificar las fuentes de contaminación presentes en el canal de riego, con la finalidad de determinar

responsabilidades y aplicar las sanciones correspondientes. Especial atención debe darse a los vertimientos de aguas residuales domésticas no autorizadas que descargan directamente en la infraestructura del canal, ya que constituyen la principal causa de la elevada contaminación bacteriológica evidenciada en el estudio. Los altos niveles de coliformes fecales y *Escherichia coli* representan un riesgo sanitario significativo, por lo que resulta prioritario controlar estas descargas y prevenir nuevas afectaciones al recurso hídrico. Estas acciones se encuentran tipificadas como infracciones en la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos

Finalmente, se recomienda ampliar el presente estudio mediante la realización de análisis de suelos y cultivos agrícolas irrigados con el agua del canal de primer orden Jesús del Valle, con la finalidad de evaluar los efectos en suelos agrícolas y en cultivos de tallo corto y tallo alto. Ello permitirá desarrollar una evaluación integral basada en evidencia científica, resultando de gran utilidad no solo para el área de estudio, sino también para otros sectores agrícolas del distrito de Huaral, cuya actividad económica principal es la agricultura.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2007). *Reseña toxicológica del arsénico (Reseña de salud pública)*. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU., Servicio de Salud Pública. Recuperado de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.pdf

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2019, 13 de marzo). La gestión de la calidad del Agua en el Perú. Representante de la dirección de calidad y evaluación de Recursos Hídricos (DCERH). Conferencia Internacional construcción de la Gestión Regional del Agua, Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3135/ANA0001746.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)*. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Lineamientos para la Elaboración de los Diagnósticos de la Calidad de los recursos Hídricos Superficiales*. Recuperado de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/lineamientos%20diagnosticos%20de%20calidad_0.pdf

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Resolución Jefatural N.º 136-2018-ANA: Aprueban el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*

Superficiales. Lima: ANA. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>

Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Resultados del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca Chancay – Huaral y litoral marino costero del mar de Chancay*. Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2020). *Resolución Jefatural N° 151-2020-ANA “Glosario de Términos de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG”*. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/RJ%20151-2020-ANA.pdf>

Autoridad Nacional del Agua. (2023). *Resultados del XVII monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Unidad Hidrográfica Cuenca Chancay Huaral*. Lima, Perú.

Becerra Torres, M. I., & Guato Tite, E. M. (2023). *Caracterización de la calidad del agua de las vertientes Shushuri para uso agrícola del caserío Salate* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20153>

Carrera, D., Guevara, P., Andrade, V., Piedra. (2016). Análisis multitemporal de los parámetros potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y cloruros del sistema hidrográfico del Río Ambi – Yachay. *FIGEMPA: Investigación y desarrollo, volumen (1)*, 26-33. Doi: <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.43>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40074-desafios-la-seguridad-hidrica-america-latina-caribe>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Los desafíos del desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Recuperado de <https://www.cepal.org/sites/default/files/desafios.pdf>

Conesa-Fernández, V. (1993). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chancay – Huaral [CRHCC-H]. (2019, 3 de setiembre). *Noticias ANA*. <http://www.ana.gob.pe/noticia/autoridad-nacional-del-agua-participa-en-campana-de-limpieza-de-canales-de-riego-de-huaral>

DIGESA. (s.f). *Estándares de calidad ambiental de agua. Grupo N° 3: Riego de vegetales y bebida de animales*. Recuperado: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1997). *El agua y la agricultura*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/4/t0800s/t0800s09.htm>

García-Vargas, A., Reyes-Navarrete, M. G., Alvarado-de la Peña, A. I., González-Valdez, L. S., Antuna, D. M., Vázquez-Alarcón, E. C., Esteban-Méndez, M., Quintos-Escalante, M., & Herrera-Benavides, A. (s.f.). *Cloruros totales en el agua de abastecimiento*. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango. Recuperado de: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8825/1/clorurosnov12.pdf>

- Gil Fernández, L. (2022). *Determinación de cloruros en aguas residuales procedentes de la industria agroalimentaria* (Trabajo Fin de Grado en Química). Universidad de Oviedo, Facultad de Química. Recuperado de: https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/63965/TFG_LauraGilFernandez.pdf?sequence=4
- Graniel-Castro, E., Pacheco-Medina, A., & Coronado-Peraza, A. (2008). Origen de los sulfatos en agua subterránea del estado de Yucatán, México. *Revista Ingeniería*, 13(2), 59-67. Recuperado de https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/origen_sulfatos.pdf
- Hernández, H. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la investigación* (4a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana.
- Hernández, H. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández, U., Pinero, J., Paternina, R. & Marrugo, J. (2021). *Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación científica*. 24(1). Recuperado de <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
- Herrera, A., & Hurtado, J. (2016). Metodologías para la evaluación de impacto ambiental: un análisis comparativo. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 132–141. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000300132
- Instituto del Agua. (s.f.). *DBO en aguas residuales: Guía completa para entender y reducir su impacto ambiental*. Instituto del Agua. Recuperado el 22 de abril de 2025, de

https://institutodelagua.es/aguas-residuales/dbo-en-aguas-residualesaguas-residuales/?utm_source=chatgpt.com

LG Sonic. (2022). *El oxígeno disuelto y la calidad del agua*. Recuperado de:

<https://www.lgsonic.com/es/el-oxigeno-disuelto/>

López Salazar, M. E., & Camacho Cotrina, C. A. (2024). *Evaluación de la calidad del agua para el uso de riego agrícola en la cuenca del río Chancay–Huaral, 2022* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14067/8846>

Mamani Jara, Y. (2024). *Condiciones de calidad de agua de la irrigación del subsector hidráulico Cabanilla 2024* (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres

Velasquez, Juliaca, Perú. Recuperado de

<https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3499>

Marín Ruiz, J. P. (2023). *Evaluación del nivel de contaminación del agua y elaboración de una propuesta de mitigación en el canal de riego Chambo-Guano, Bloque 2* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Recuperado de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19309>

Martínez Suller, L. (s.f.). *Estudio de la calidad agronómica del agua de riego de las Islas Baleares*. Dirección General de Recursos Hídricos del Gobierno de las Islas Baleares.

Recuperado de:

https://dgrechid.caib.es/www/doc/AIGUES_SUBTERRANIES_1.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI). (2015). *Uso del recurso agua*. Lima, Perú:

MIDAGRI. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/329-uso-y->

Ministerio del ambiente del Perú (MINAM). (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Lima, Perú. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Ministerio del Ambiente del Perú. (2017). Decreto que aprueba la Ley 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/LUCHA-CONTRA-LA-CONTAMINACION.pdf>

Paredes Livisi, K. O. (2023). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales, distrito de Yunguyo*. (Tesis de pregrado) Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/582>

Quishpe Y. (2022). *Evaluación de la calidad de agua del río Yanayacy ubicado en el Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi periodo 2021-2022*. (Tesis de pregrado). Universidad Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1),71-80. ISSN: 1560-9146. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640855010>

Ramallo, R. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.

- Ramos Mompo, C., & Ocio Armentía, J. A. (1992). *La agricultura y la contaminación de las aguas por nitrato* (Hojas Divulgadoras N.º 7/92 HD). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación – Secretaría General de Estructuras Agrarias. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_07.pdf
- Rosales, M. (2020). *La contaminación por nitratos en la agricultura y sus efectos en la salud humana: beneficio de una fertilización en cloruro*. ISSN: 2531-0402, CSIC-ES. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/216086>
- Ruiz, J. (2022). *Calificación de la calidad bacteriológica del agua de regadío*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Vilaña, S. (2023). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la Quebrada Suruhuayco, Cantón Rumiñahui, Pichincha, Ecuador*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Water Boards. (s.f.). *Folleto informativo sobre temperatura* [PDF]. Recuperado de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3120sp.pdf

Cadena de custodia del segundo monitoreo de calidad de agua (22/02/2024) – Época de avenida

| ALAB | | CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA | | | | | | | | | | | | | | | D.L. 17391-22 R. 08 C.R. 2017-A-02 | | | | |
|---|-------|----------------------------------|---|----------|-------------|---|---|----|---|---|---|---|---|---------------|---|---|--|---|---|---|--|
| Datos del cliente Razón Social: Persona de contacto: <u>Valeria Sofia Montroy F.</u> Correo / Teléfono: Nombre del proyecto: <u>ANÁLISIS DE AGUA</u> | | | | | | | | | | | | Orden de servicio: <u>05-2024-0859</u> Pág. <u>1</u> de <u>1</u> Plan de Muestreo: Informe de ensayo: <u>1E-24-4176 / 1CC-24-99615</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Huacra - Huacra</u> | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Punto de muestreo / Estación: <u>H-24</u> Código de laboratorio: <u>11067</u> Muestra: <u>22/02/24</u> Clasificación: <u>Superficial</u> Ubicación: <u>H 8424093</u> N° Frascos: <u>1</u> <u>11</u> V: <u>✓</u> F: <u>✓</u> DBO: <u>✓</u> DOO: <u>✓</u> <u>memr+6</u> <u>Deligata</u> <u>Amoroso</u> <u>M. Rosales</u> <u>E. Can</u> <u>Colif. F</u> <u>H. Herrera</u> <u>O. A. Sureda</u> | | | | | | | | | | | | T° Agua (°C) pH (valor real) CE (umhos/cm) OD (mg/L) Cloro Libre (mg/L) Cloro Total (mg/L) | | OBSERVACIONES | | | | | | | |
| 1 | EST-1 | 11067 | 22/02/24 | A.N.A.N. | Superficial | H 8424093 | 1 | 11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 2 | EST-2 | 11067 | 22/02/24 | A.N.A.N. | Superficial | H 8424093 | 1 | 11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 3 | EST-3 | 11069 | 22/02/24 | A.N.A.N. | Superficial | H 8424093 | 1 | 11 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de equipos utilizados: Item Código interno del equipo Nombre de equipo | | | Legenda: F: Fecha N: Hora V: Vidrio T° M: Temperatura de Muestra CE: Conductividad H: Hora E: Envase P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto | | | Clasificación de la Matriz Agua, Ref: WTP 214-042 Grupo Sub-grupo Descripción | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestreado por: <u>Valeria Montroy</u> Cliente: <u>Valeria Montroy</u> Fecha: <u>22/02/2024</u> Fecha: <u>22/02/2024</u> Firma: <u>[Firma]</u> Firma: <u>[Firma]</u> | | | 22 FEB 2024 19:00 Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> Cliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones / Comentarios: Se observó en la Est. 1 presencia de insectos (mosaicos) en el cual pudo introducirse en los muestros Se observó en la Est. 3 descarga de agua residual doméstico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 2. Informe de ensayo de laboratorio ALAB – Primer monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-15421

N° Id.: 0000083609

I. DATOS DEL SERVICIO

| | |
|--------------------------------|---|
| 1.-RAZON SOCIAL | : MONRROY FALCON VALIA SOFIA |
| 2.-DIRECCIÓN | : JESÚS DEL VALLE - HUARAL - LIMA |
| 3.-PROYECTO | : NO INDICA |
| 4.-PROCEDENCIA | : HUARAL-HUARAL |
| 5.-SOLICITANTE | : MONRROY FALCON VALIA SOFIA |
| 6.-ORDEN DE SERVICIO N° | : 0000003525-2023-0000 |
| 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | : NO APLICA |
| 8.-MUESTREADO POR | : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA |
| 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2023-08-10 |

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1.-PRODUCTO | : Agua Natural |
| 2.-NÚMERO DE MUESTRAS | : 3 |
| 3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA | : 2023-07-25 |
| 4.-PERÍODO DE ENSAYO | : 2023-07-25 al 2023-08-10 |


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391


Marieni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



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. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág.1 de 6.

SEDE PRINCIPAL
Av. División Chiriqua N° 1875
Santiago, Chile
Tel: +522 712 0766 / 712 0608
Cel: +57 304 478 7307 / 304 478 7308

SEDE ZARUMILLA
Provincia de Zamora Chiriquí S. de C. S.
Santiago, Chile
Tel: +522 712 0766 / 712 0608
Cel: +57 304 478 7307 / 304 478 7308

SEDE AREQUIPA
COOP. SIDAUR S. de C. S.
Arequipa
Tel: +522 444 444 843
Cel: +57 304 478 7307

SEDE PERÚ
Av. San Martín 812
Mo. D.S. U. S.C.
Cusco - Perú
Tel: +522 712 0766
Cel: +57 304 478 7307

SEDE TRUJILLO
Av. San Martín 812
Mo. D.S. U. S.C.
Tel: +522 712 0766
Cel: +57 304 478 7307

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-15421

N° Id.: 0000083609

IV. RESULTADOS

| ITEM | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-23-49627 | M-23-49628 | M-23-49629 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE | EST-1 | EST-2 | EST-3 |
| COORDENADAS | E 0261079 | E 0259993 | E 0259508 |
| UTM WGS 84 | N 8727093 | N 8726666 | N 8727373 |
| PRODUCTO | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural |
| SUB PRODUCTO | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO | NO APLICA | | |
| FECHA y HORA DE MUESTREO | 25-07-2023 09:38 | 25-07-2023 08:02 | 25-07-2023 08:38 |

| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
|--|-----------|---------|---------|------------|----------|----------|
| Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*) | NMP/100mL | NA | 1,8 | 22 000,0 | 140,0 | 2 800,0 |
| Escherichia coli (NMP) (*) | NMP/100mL | NA | 1,8 | 13 000,0 | 79,0 | 1 300,0 |
| Huevos de Helminthos ² | Huevo/L | NA | 1 | <1 | <1 | <1 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (*) | mg/L | 0,8 | 2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 |
| Oxígeno Disuelto (**) | mg DO/L | NA | 0,10 | 8,18 | 8,33 | 8,09 |
| Aceites y Grasas ² | mg/L | 0,30 | 0,50 | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Demanda Química de Oxígeno (*) | mg/L | 2,0 | 5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Detergentes (*) | mg/L | 0,007 | 0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Aniones INACAL-DA | | | | | | |
| Cloruro (*) | mg/L | 0,40 | 1,00 | 14,83 | 14,63 | 15,32 |
| Nitratos (*) | mg/L | 0,02 | 0,05 | 2,97 | 3,32 | 3,36 |
| Sulfato (*) | mg/L | 0,20 | 0,50 | 97,63 | 97,04 | 97,89 |
| Metales Totales ICP-MS | | | | | | |
| Aluminio (*) | mg/L | 0,001 | 0,003 | 0,230 | 0,195 | 0,132 |
| Antimonio (*) | mg/L | 0,0006 | 0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Arsénico (*) | mg/L | 0,00020 | 0,00100 | 0,02240 | 0,02170 | 0,01990 |
| Bario (*) | mg/L | 0,00008 | 0,00030 | 0,05880 | 0,06000 | 0,05830 |
| Berilio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Bismuto (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Boro (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | 0,3356 | 0,3233 | 0,3247 |
| Cadmio (*) | mg/L | 0,00010 | 0,00020 | <0,00020 | <0,00020 | <0,00020 |
| Calcio (*) | mg/L | 0,001 | 0,004 | 71,445 | 71,972 | 69,927 |
| Cerio (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |
| Cesio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² 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-23-15421

N° Id.: 0000083609

| ITEM | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-23-49627 | M-23-49628 | M-23-49629 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE | EST-1 | EST-2 | EST-3 |
| COORDENADAS | E-0261079 | E-0259993 | E-0259508 |
| UTM WGS 84 | N-8727093 | N-8726866 | N-8727373 |
| PRODUCTO | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural |
| SUB PRODUCTO | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO | NO APLICA | | |
| FECHA y HORA DE MUESTREO | 25-07-2023 08:38 | 25-07-2023 08:02 | 25-07-2023 08:38 |

| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
|---------------|--------|----------|----------|------------|-----------|-----------|
| Cobalto (*) | mg/L | 0,0005 | 0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Cobre (*) | mg/L | 0,00010 | 0,00020 | 0,00510 | 0,00470 | 0,00380 |
| Cromo (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Erbio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Estaño (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Estroncio (*) | mg/L | 0,00002 | 0,00005 | 0,65770 | 0,66800 | 0,64990 |
| Europio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Fosforo (*) | mg/L | 0,002 | 0,006 | 0,069 | 0,070 | 0,123 |
| Gadolinio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Gaio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Alemanio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Hafnio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Hierro (*) | mg/L | 0,0010 | 0,0020 | 0,3881 | 0,2876 | 0,2117 |
| Holmio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Indio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Iterbio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Itio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Lantano (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Litio (*) | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,11000 | 0,11300 | 0,11050 |
| Lutecio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Magnesio (*) | mg/L | 0,0006 | 0,0020 | 10,1988 | 10,0653 | 10,1552 |
| Manganeso (*) | mg/L | 0,00002 | 0,00005 | 0,02550 | 0,02490 | 0,02340 |
| Mercurio (*) | mg/L | 0,000033 | 0,000100 | <0,000100 | <0,000100 | <0,000100 |
| Molibdeno (*) | mg/L | 0,00030 | 0,00100 | <0,00100 | <0,00100 | <0,00100 |
| Neodimio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |

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

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-23-15421

N° Id.: 0000083809

| ITEM | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-23-49627 | M-23-49628 | M-23-49629 |
| CÓDIGO DEL CLIENTE | EST-1 | EST-2 | EST-3 |
| COORDENADAS | E 0261079 | E 0259993 | E 0259508 |
| UTM WGS 84 | N 8727093 | N 8726698 | N 8727373 |
| PRODUCTO | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural |
| SUB PRODUCTO | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO | NO APLICA | | |
| FECHA y HORA DE MUESTREO | 25-07-2023 06:38 | 25-07-2023 08:02 | 25-07-2023 08:38 |

| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
|-----------------|--------|---------|---------|------------|----------|----------|
| Niobio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Níquel (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 |
| Plata (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Plomo (*) | mg/L | 0,0008 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Potasio (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | 2,344 | 2,221 | 2,369 |
| Praseodimio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Renio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Rubido (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Samario (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Selenio (*) | mg/L | 0,001 | 0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Silicio (*) | mg/L | 0,0002 | 0,0007 | 4,9354 | 4,7811 | 4,7792 |
| Sodio (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | 15,1928 | 15,3272 | 15,8254 |
| Taio (*) | mg/L | 0,00010 | 0,00040 | <0,00040 | <0,00040 | <0,00040 |
| Tántalo (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Telurio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Titanio (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | 0,0272 | 0,0259 | 0,0213 |
| Torio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Uranio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Vanadio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Wolframio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Zinc (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Zirconio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Silice (**) | mg/L | 0,001 | 0,002 | 10,576 | 10,202 | 10,241 |

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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"

Informe de ensayo de laboratorio del segundo monitoreo - ALAB



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4176

N° Id.: 0000103839

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| 1.- RAZON SOCIAL | : MONRROY FALCON VALIA SOFIA |
| 2.- DIRECCIÓN | : JESÚS DEL VALLE - HUARAL - LIMA |
| 3.- PROYECTO | : ANALISIS DE AGUA |
| 4.- PROCEDENCIA | : HUARAL-HUARAL |
| 5.- SOLICITANTE | : MONRROY FALCON VALIA SOFIA |
| 6.- PRODUCTO | : Agua Natural |

II.- DATOS DEL SERVICIO

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1.- ORDEN DE SERVICIO N° | : 0000000833-2024-0000 |
| 2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: | : 2024-03-06 |

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

| | |
|----------------------------|---|
| 1.- MUESTREADO POR | : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA |
| 2.- NÚMERO DE MUESTRAS | : 3 |
| 3.- FECHA DE RECEPCIÓN | : 2024-02-22 |
| 4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN | : En buen estado de conservación y preservación |
| 5.- PERÍODO DE ENSAYO | : 2024-02-22 al 2024-03-06 |


Erika Aliaga Ibarra
Jefe de Laboratorio
CIP N° 100391


Marien V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



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. 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. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág. 1 de 7

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacra N° 1877,
Bellevista - Callao
Tel.: (+01) 717 8832
Cel.: 977 818 128

SEDE ZARUMILLA
Piscopado Zarumilla Mz. D2
E. B. Bolívar - Callao
Tel.: (+01) 713 0630
Cel.: 907 111 375

SEDE AREQUIPA
COOP SIDUR Mz. E L1 8,
Arequipa
Tel.: (+054) 818 849
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G L1 17,
Castillo - Piura
Tel.: (+073) 542 335
Cel.: 952 817 782

SEDE TROJILLO
Urb. Sur de Trojillo Mz. A L1 25,
Ato Solimay - Trojillo
Tel.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 798 828

www.afab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4176

N° Id.: 0000103839

V.- RESULTADOS

| ITEM | 1 | 2 | 3 | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------|----------|-----------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-24-11067 | M-24-11068 | M-24-11069 | | | |
| CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾ | EST-1 | EST-2 | EST-3 | | | |
| COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾ | E.0261079 N.8727093 | E.0259993 N.8726666 | E.0259508 N.8727373 | | | |
| PRODUCTO ⁽¹⁾ | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural | | | |
| SUB PRODUCTO ⁽¹⁾ | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial | | | |
| FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾ | 22-02-2024 06:26 | 22-02-2024 07:15 | 22-02-2024 08:30 | | | |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
| Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*) | NMP/100mL | NA | 1,8 | 54 000,0 | 54 000,0 | 540 000,0 |
| Escherichia coli (NMP) (*) | NMP/100mL | NA | 1,8 | 16 000,0 | 35 000,0 | 350 000,0 |
| Huevos de Helmintos ² | Huevo/L | NA | 1 | <1 | <1 | <1 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (*) | mg/L | 0,4 | 2,0 | 3,5 | 2,7 | <2,0 |
| Oxígeno Disuelto (**) | mg DO/L | NA | 0,10 | 8,26 | 8,56 | 7,78 |
| Aceites y Grasas ² | mg/L | 0,30 | 0,50 | 2,60 | 3,70 | 2,70 |
| Demanda Química de Oxígeno (*) | mg/L | 2,0 | 5,0 | 8,7 | 7,2 | 5,6 |
| Detergentes (*) | mg/L | 0,007 | 0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Aniones INACAL-DA | | | | | | |
| Cloruro (*) | mg/L | 0,4 | 1,0 | 9,0 | 4,7 | 4,8 |
| Nitratos (*) | mg/L | 0,02 | 0,05 | 2,07 | 1,91 | 2,34 |
| Sulfato (*) | mg/L | 0,2 | 0,5 | 35,0 | 34,6 | 35,1 |
| Metales Totales ICP-MS | | | | | | |
| Aluminio (*) | mg/L | 0,001 | 0,003 | 11,473 | 7,679 | 6,675 |
| Antimonio (*) | mg/L | 0,0006 | 0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Arsénico (*) | mg/L | 0,0002 | 0,0010 | 0,0101 | 0,0089 | 0,0088 |
| Azufre (*) | mg/L | 0,006 | 0,020 | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Bario (*) | mg/L | 0,00008 | 0,00030 | 0,14288 | 0,10351 | 0,09270 |
| Berilio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Bismuto (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

^(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² 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

⁽¹⁾Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4176

N° Id.: 0000103839

| ITEM | 1 | 2 | 3 | |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-24-11067 | M-24-11068 | M-24-11069 | |
| CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾ | EST-1 | EST-2 | EST-3 | |
| COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾ | E:0261079 N:8727093 | E:0259993 N:8726666 | E:0259608 N:8727373 | |
| PRODUCTO ⁽¹⁾ | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural | |
| SUB PRODUCTO ⁽¹⁾ | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial | |
| FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾ | 22-02-2024 06:26 | 22-02-2024 07:15 | 22-02-2024 08:30 | |
| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS |
| Boro (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | 0,1339 |
| Cadmio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | <0,0002 |
| Calcio (*) | mg/L | 0,001 | 0,004 | 46,415 |
| Ceniciento (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | <0,010 |
| Cesio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Cobalto (*) | mg/L | 0,0005 | 0,0020 | <0,0020 |
| Cobre (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,0143 |
| Cromo (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Erbio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Estatío (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 |
| Estroncio (*) | mg/L | 0,00002 | 0,00005 | 0,34433 |
| Europio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Fosforo (*) | mg/L | 0,002 | 0,006 | 0,385 |
| Gadolinio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Galio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Germanio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Hafnio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Hierro (*) | mg/L | 0,0010 | 0,0020 | 11,6195 |
| Holmio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Indio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Iterbio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |
| Itrio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

⁽³⁾ 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

⁽⁴⁾ Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4176

N° Id.: 0000103839

| ITEM | 1 | 2 | 3 |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-24-11067 | M-24-11068 | M-24-11069 |
| CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾ | EST-1 | EST-2 | EST-3 |
| COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽²⁾ | E:0261079 N:8727093 | E:0259993 N:8726666 | E:0259508 N:8727373 |
| PRODUCTO ⁽³⁾ | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural |
| SUB PRODUCTO ⁽⁴⁾ | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial |
| FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽⁵⁾ | 22-02-2024 08:26 | 22-02-2024 07:15 | 22-02-2024 08:30 |

| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
|-----------------|--------|----------|----------|------------|-----------|-----------|
| Lantano (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Litio (*) | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,05206 | 0,04623 | 0,04622 |
| Lutecio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Magnesio (*) | mg/L | 0,0006 | 0,0020 | 10,5993 | 9,1522 | 8,8940 |
| Manganeso (*) | mg/L | 0,00002 | 0,00005 | 0,89258 | 0,55206 | 0,45471 |
| Mercurio (*) | mg/L | 0,000033 | 0,000100 | <0,000100 | <0,000100 | <0,000100 |
| Molibdeno (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Neodimio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Niobio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Niquel (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 |
| Plata (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Plomo (*) | mg/L | 0,0008 | 0,0010 | 0,0225 | 0,0153 | 0,0139 |
| Potasio (*) | mg/L | 0,003 | 0,010 | 6,912 | 2,233 | 2,262 |
| Praseodimio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Renio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Rubidio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Samario (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Selenio (*) | mg/L | 0,001 | 0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Silice (*) | mg/L | 0,001 | 0,002 | 40,749 | 31,011 | 28,713 |
| Silicio (*) | mg/L | 0,0002 | 0,0007 | 19,0163 | 14,4716 | 13,3983 |
| Sodio (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | 8,9480 | 8,3399 | 8,6791 |
| Talio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | <0,0004 | <0,0004 | <0,0004 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

⁽³⁾ 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

⁽⁴⁾Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4176

N° id : 0000103839

| ITEM | 1 | 2 | 3 |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| CÓDIGO DE LABORATORIO | M-24-11067 | M-24-11068 | M-24-11069 |
| CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾ | EST-1 | EST-2 | EST-3 |
| COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽²⁾ | E:0261079 N:8727093 | E:0259993 N:8726886 | E:0259508 N:8727373 |
| PRODUCTO ⁽³⁾ | Agua Natural | Agua Natural | Agua Natural |
| SUB PRODUCTO ⁽⁴⁾ | Agua Superficial | Agua Superficial | Agua Superficial |
| FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽⁵⁾ | 22-02-2024 06:26 | 22-02-2024 07:15 | 22-02-2024 08:30 |

| ENSAYO | UNIDAD | L.D.M. | L.C.M. | RESULTADOS | | |
|---------------|--------|--------|--------|------------|---------|---------|
| Tántalo (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Telurio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Titanio (*) | mg/L | 0,0003 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Torio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Uranio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Vanadio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Wolframio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Zinc (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,1227 | 0,0843 | 0,0795 |
| Zirconio (*) | mg/L | 0,0001 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

⁽³⁾ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M. Límite de cuantificación del método, " \leq " Menor que el L.C.M.

L.D.M. Límite de detección del método, " \leq " Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

⁽⁵⁾Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI. - OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 3. Certificado de calibración por INACAL al multiparámetro HACHQ40D



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 029



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OHLTH-025-2024

1.- SOLICITANTE

Razón social: HAKU CONSULTORES S.A.C.

Dirección: AV. LAS AGUILAS NRO. 1218 URB. RESID. HORIZONTE D ZARATE
(MZ J LOTE 03) LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

OTI : LC-041

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Termómetro Digital (Multiparámetro)

Marca: HACH
Modelo: HQ40D
Número de serie: 160400021503
Código de identif. : No indica
Numero de serie sensor: 191922564539 (*)
Tipo de sensor : Termistor
Resolución 0,1 °C
Procedencia : No indica

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales (INACAL) y/o internacionales.

OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú. OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- * El instrumento fue calibrado el 2024 - 01 - 22
- * La calibración se realizó en el Área de Temperatura del Laboratorio OHLAB.

4.- CONDICIONES AMBIENTALES

| | | |
|-------------|-----------|------------|
| Temperatura | 22,4 °C | ± 0,2 °C |
| Humedad | 62,5 % HR | ± 0,2 % HR |

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se refieren exclusivamente a los ítems recibidos, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciere de este certificado.

Fecha de emisión: 2024 - 01 - 22





OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY SAC
Juan Diego Arribaspiata
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.
Laboratorio de Metrología
Avenida La Marina 365, La Perla, Callao - Perú
Tel.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672
Email: comercial@ohlaboratory.com
Web: www.ohlaboratory.com

Pág. 1 de 3

FGC-042/JUNIO 2023/Rev.06

Anexo 4. Matriz de impacto ambiental de tipo Leopold adaptado

|  | | UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | |
|---|---------------------|--|---------------------------------|----------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|----------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|----------------|--|---------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| | | MATRIZ DE CAUSA - EFECTO LEOPOLD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTORES AMBIENTALES | ACTIVIDADES HUMANAS | CANAL DE DERIVACIÓN CHANCAY - HUARAL (EST-1) | | | | | CANAL DE 1° ORDEN JESÚS DEL VALLE (EST-2) | | | | | CANAL DE 2° ORDEN CAÑÓN 1 (EST-3) | | | | | N° de interacciones positivas (+) | N° de interacciones negativas (-) | Promedios aritméticos | Impacto por sub componente | Impacto por componente | Impacto total del proyecto | |
| | | Vertimiento de aguas residuales domésticas | Lavado de verduras y hortalizas | Lavado de ropa | Vertimiento de aguas residuales de actividades agrícolas | Residuos sólidos de Gestión Municipal | Vertimiento de aguas residuales domésticas | Lavado de verduras y hortalizas | Lavado de ropa | Vertimiento de aguas residuales de actividades agrícolas | Residuos sólidos de Gestión Municipal | Vertimiento de aguas residuales domésticas | Lavado de verduras y hortalizas | Lavado de ropa | Vertimiento de aguas residuales de actividades agrícolas | Residuos sólidos de Gestión Municipal | | | | | | | |
| MEDIO FÍSICO Y QUÍMICO | AGUA | Calidad microbiológica | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Calidad química | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | | 0 |
| | | Calidad física | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | | | 0 |
| | AIRE | Presencia de olor | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F. CULTURAL | PAISAJE | Vista panorámica | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| C. BIOLÓGICA | FLORA | Cultivos agrícolas | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Promedios positivos (+) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Promedios negativos (-) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Promedios aritméticos | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Anexo 5. Tabla resumen de los parámetros de campo comparados con el ECA-Agua (Categoría 3)

| Parámetros | ECA | | Unidad de medida | EST-1 | | Comparación con el ECA | EST-2 | | Comparación con el ECA | EST-3 | | Comparación con el ECA |
|--------------------------------|---------|---------|------------------|---------------|------------|------------------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------------------|
| | D1 | D2* | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | |
| pH | 6.5-8.5 | 6.5-8.4 | Unidad de pH | 9.41** | 7.9 | No cumple | 8.54 | 7.64 | Cumple | 8.5 | 7.63 | Cumple |
| Temperatura | Δ3 | Δ3 | °C | 17.1 | 19.8 | Cumple | 16.8 | 19.7 | Cumple | 17.3 | 19.95 | Cumple |
| Conductividad Eléctrica | 2500 | 5000 | (μS/cm) | 445 | 266 | Cumple | 441 | 247 | Cumple | 464 | 256 | Cumple |
| Oxígeno Disuelto | ≥ 4 | ≥ 5 | mg/L | 8.18 | 8.26 | Cumple | 8.33 | 8.56 | Cumple | 8.09 | 7.78 | Cumple |

Nota. La tabla presenta la comparación de los parámetros de campo obtenidos en las tres estaciones de monitoreo durante las temporadas de estiaje y avenida. Los valores registrados fueron contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, correspondientes a la Categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2*). El valor de pH en época de estiaje en la EST-1 con un valor de 9.41** es el único valor que no cumple con los ECAS de las dos subcategorías.

Anexo 6. Tabla resumen de los parámetros inorgánicos comparados con el ECA-Agua (Categoría 3)

| PARÁMETROS | ECA | | Unidad | EST-1 | | Comparación con el ECA | EST-2 | | Comparación con el ECA | EST-3 | | Comparación con el ECA |
|--|------|------|--------|------------|---------------|---------------------------|------------|---------------|---------------------------|------------|---------------|---------------------------|
| | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Detergentes | 0.2 | 0.5 | mg/L | <0.020 | <0.020 | Cumple | <0.020 | <0.020 | Cumple | <0.020 | <0.020 | Cumple |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 15 | 15 | mg/L | <2.0 | 3.5 | Cumple | <2.0 | 2.7 | Cumple | <2.0 | <2.0 | Cumple |
| Cloruros | 500 | *** | mg/L | 14.8 | 9.0 | Cumple | 14.6 | 4.7 | Cumple | 15.3 | 4.8 | Cumple |
| Nitratos | 100 | 100 | mg/L | 2.97 | 2.07 | Cumple | 3.32 | 1.91 | Cumple | 3.36 | 3.34 | Cumple |
| Sulfatos | 1000 | 1000 | mg/L | 97.6 | 35.0 | Cumple | 97.0 | 34.6 | Cumple | 97.9 | 35.1 | Cumple |
| Aceites y grasas | 5 | 10 | mg/L | <0.50 | 2.60 | Cumple | <0.50 | 3.70 | Cumple | <0.50 | 2.70 | Cumple |

Nota. La tabla presenta la comparación de los valores obtenidos en el monitoreo de calidad del agua realizado en dos campañas (estiaje y avenida) en las tres estaciones ubicadas en el subsector hidráulico menor en C.P Jesús del Valle. Los resultados son contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, categoría 3 (D1: riego de vegetales y D2: bebida de animales), identificándose el cumplimiento normativo de los parámetros cuyos valores se encuentran dentro de los límites establecidos.

Anexo 7. Tabla resumen de los parámetros microbiológicos comparados con el ECA-Agua (Categoría 3)

| Parámetros | ECA | | | Unidad | EST-1 | | Comparación con el ECA | EST-2 | | Comparación con el ECA | EST-3 | | Comparación con el ECA |
|---|------|------|------|------------|--------------|--------------|------------------------|------------|--------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------|
| | D1 | D1* | D2** | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | | E. Estiaje | E. Avenida | |
| Coliformes Fecales (termotolerantes) | 1000 | 2000 | 1000 | NMP/100 mL | 22000 | 54000 | No cumple | 140,0 | 54000 | No cumple | 2800 | 54000 | No cumple |
| <i>Escherichia-coli</i> | 1000 | NA | NA | NMP/100 mL | 13000 | 16000 | No cumple | 79,0 | 35000 | No cumple | 1300 | 350 000 | No cumple |
| Huevos de Helmintos | 1 | NA | NA | Huevo/L | <1,0 | <1,0 | Cumple | <1,0 | <1,0 | Cumple | <1,0 | <1,0 | Cumple |

Nota. El cuadro presenta la comparación de los parámetros microbiológicos evaluados en las estaciones de monitoreo 1, 2 y 3, ubicadas en el subsector hidráulico menor Jesús del Valle, comprendido desde el canal de derivación Chancay–Huaral hasta el canal de segundo orden L2 Cañón 1. Los resultados corresponden a dos campañas: estiaje (primer monitoreo) y avenida (segundo monitoreo), y fueron contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 3. Se identificó que las concentraciones de coliformes fecales y *Escherichia-coli* superaron los límites establecidos en ambos períodos, encontrándose los valores resaltados para facilitar su interpretación. D1: Agua para riego restringido. D1*: Agua para riego no restringido. D2**: Bebida de animales.

Anexo 8. Tabla resumen de los parámetros metales pesados comparados con el ECA-Agua (Categoría 3)

| Parámetros | ECA | | Unidad | EST-1 | | Comparación con el ECA | EST-2 | | Comparación con el ECA | EST-3 | | Comparación con el ECA |
|------------------|-------|------|--------|----------|----------------|------------------------|----------|----------------|------------------------|----------|----------------|------------------------|
| | D1 | D2 | | Estiaje | Avenida | | Estiaje | Avenida | | Estiaje | Avenida | |
| Aluminio | 5 | 5 | mg/L | 0.230 | 11.473 | No cumple | 0.195 | 7.679 | No cumple | 0.132 | 6.675 | No cumple |
| Arsénico | 0.1 | 0.2 | mg/L | 0.02240 | 0.0101 | Cumple | 0.02170 | 0.0089 | Cumple | 0.01990 | 0.0088 | Cumple |
| Bario | 0.7 | * | mg/L | 0.05880 | 0.14288 | Cumple | 0.06000 | 0.10351 | Cumple | 0.05830 | 0.09270 | Cumple |
| Berilio | 0.1 | 0.1 | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | Cumple | 0.0003 | 0.0003 | Cumple | 0.0003 | 0.0003 | Cumple |
| Boro | 1 | 5 | mg/L | 0.3356 | 0.1339 | Cumple | 0.3233 | 0.1338 | Cumple | 0.3247 | 0.1331 | Cumple |
| Cadmio | 0.01 | 0.05 | mg/L | 0.00020 | 0.0002 | Cumple | 0.00020 | 0.0002 | Cumple | 0.00020 | 0.0002 | Cumple |
| Cobalto | 0.05 | 1 | mg/L | 0.0020 | 0.0020 | Cumple | 0.0020 | 0.0020 | Cumple | 0.0020 | 0.0020 | Cumple |
| Cobre | 0.2 | 0.5 | mg/L | 0.00510 | 0.0143 | Cumple | 0.00470 | 0.0135 | Cumple | 0.00380 | 0.0134 | Cumple |
| Cromo | 0.1 | 1 | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | Cumple | 0.0003 | 0.0003 | Cumple | 0.0003 | 0.0003 | Cumple |
| Hierro | 5 | * | mg/L | 0.3081 | 11.6195 | No cumple | 0.2876 | 8.1079 | No cumple | 0.2117 | 7.1925 | No cumple |
| Litio | 2.5 | 2.5 | mg/L | 0.11000 | 0.05206 | Cumple | 0.11300 | 0.04623 | Cumple | 0.11050 | 0.04622 | Cumple |
| Magnesio | * | 250 | mg/L | 10.1988 | 10.5993 | Cumple | 10.0653 | 9.1522 | Cumple | 10.1552 | 8.8840 | Cumple |
| Manganeso | 0.2 | 0.2 | mg/L | 0.02550 | 0.89258 | No cumple | 0.02490 | 0.55206 | No cumple | 0.02340 | 0.45471 | No cumple |
| Mercurio | 0.001 | 0.01 | mg/L | 0.000100 | 0.000100 | Cumple | 0.000100 | 0.000100 | Cumple | 0.000100 | 0.000100 | Cumple |
| Níquel | 0.2 | 1 | mg/L | 0.0004 | 0.0004 | Cumple | 0.0004 | 0.0004 | Cumple | 0.0004 | 0.0004 | Cumple |
| Plomo | 0.05 | 0.05 | mg/L | 0.0010 | 0.0225 | Cumple | 0.0010 | 0.0153 | Cumple | 0.0010 | 0.0139 | Cumple |
| Selenio | 0.02 | 0.05 | mg/L | 0.002 | 0.002 | Cumple | 0.002 | 0.002 | Cumple | 0.002 | 0.002 | Cumple |
| Zinc | 2 | 24 | mg/L | 0.0002 | 0.1227 | Cumple | 0.0002 | 0.0843 | Cumple | 0.0002 | 0.0795 | Cumple |

Nota. La tabla presenta los resultados del monitoreo de la calidad del agua realizado durante las temporadas de estiaje y avenida. Los valores obtenidos fueron contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 3, evidenciándose que, durante la época de avenida, las concentraciones de aluminio, hierro y manganeso superaron los límites establecidos para esta categoría. Los valores que exceden el estándar se encuentran resaltados para facilitar su identificación. D1: Riego de vegetales. D2: Bebida de animales.

Anexo 9. Tabla de parámetros que presentan valores y no son regulados por el ECA- Agua (categoría 3)

| Parámetros | Unidad | EST-1 | | EST-2 | | EST-3 | |
|------------------|--------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | Primer monitoreo | Segundo monitoreo | Primer monitoreo | Segundo monitoreo | Primer monitoreo | Segundo monitoreo |
| Calcio | mg/L | 71.445 | 46.415 | 71.972 | 45.736 | 69.927 | 45.893 |
| Estroncio | mg/L | 0.65770 | 0.34433 | 0.66800 | 0.33260 | 0.64990 | 0.33477 |
| Fosforo | mg/L | 0.069 | 0.385 | 0.070 | 0.292 | 0.123 | 0.314 |
| Potasio | mg/L | 2.344 | 6.912 | 2.221 | 2.233 | 2.369 | 2.262 |
| Sílice | mg/L | 10.576 | 40.749 | 10.202 | 31.011 | 10.241 | 28.713 |
| Silicio | mg/L | 4.9354 | 19.0163 | 4.7611 | 14.4716 | 4.7792 | 13.3993 |
| Sodio | mg/L | 15.1928 | 8.9480 | 15.3272 | 8.3399 | 15.8254 | 8.6791 |

Nota. Los valores obtenidos corresponden a la temporalidad (avenida y estiaje). La normativa vigente no establece límites para los parámetros incluidos en la presente tabla; en consecuencia, su análisis se realiza de manera descriptiva, considerando su comportamiento y posible influencia ambiental en los cuerpos de agua evaluados.

Anexo 10. Galería fotográfica

Ejecución del primer monitoreo de la calidad del agua para riego (Estiaje)

Toma de muestras en la EST-1



Toma de muestras en la EST-2



Toma de muestras en la EST-3



Galería fotográfica

Ejecución del segundo monitoreo de la calidad del agua para riego (Avenida)

Toma de muestras EST-1



Tomas de muestras EST-2



Toma de muestras EST-3



Vista tomada por drone del canal L1 Cañón 1



Canal de derivación Chancay – Huaral



Campos de cultivos y canal L2 Jesús del Valle.



Vista panorámica del entorno a los canales de riego del C.P Jesús del Valle



Vista panorámica de la EST-1



Apoyo y asesoría técnica del ALA Ch-H



Fotografías de las actividades antrópicas en los márgenes de los canales de riego

| | |
|---|--|
| Lavado de ropa en el canal L1 Cañón 1. | Lavado de motos y hortalizas en los canales L2 Cañón 1 |
|  |  |

Actividades de recreación en el canal L1 Cañón 1



Actividades antropogénicas identificadas que afectan a los canales (L1 Jesús del Valle y L2 Cañón 1)

Arrojo de residuos sólidos en los márgenes del canal



Descargas directas de aguas residuales de tipo doméstica en los canales L1 Jesús del Valle, L2 Cañón 1 y en el Canal de derivación Ch-H.

