# Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

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

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Evaluación de los impactos ambientales y calidad de agua en la Central Hidroeléctrica Chancay, Huaral**

**Tesis**

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


**Autor**

**Alexis Fernando Gallupe Palomino**

**Asesor**

**Mg. Sc. Ing. Eroncio Mendoza Nieto**


Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto
INGENIERO AGRONOMO
CIP 45592

**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

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

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

## METADATOS

| DATOS DEL AUTOR (ES): | | |
|---|---|---|
| **NOMBRES Y APELLIDOS** | **DNI** | **FECHA DE SUSTENTACIÓN** |
| Alexis Fernando Gallupe Palomino | 70260569 | 29/05/2026 |
| **DATOS DEL ASESOR:** | | |
| **NOMBRES Y APELLIDOS** | **DNI** | **CÓDIGO ORCID** |
| Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto | 06723932 | https://orcid.org/0000-0002-4850-2777 |
| **DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:** | | |
| **NOMBRES Y APELLIDOS** | **DNI** | **CÓDIGO ORCID** |
| Dra. Maria del Rosario Grados Olivera | 15736587 | https://orcid.org/0000-0002-3004-0252 |
| Dr. Edwin Rafael Rodriguez Bolivar | 45660115 | https://orcid.org/0009-0009-4907-0804 |
| Mg. Jyothisa Eva Gina Reyes Veramendi | 43556772 | https://orcid.org/0009-0003-6136-4588 |

# 2026-010363 ALEXIS FERNANDO GALLUPE PALOMI...

## EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y CALIDAD DE AGUA EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHANCAY, HUA...

UI-FIAIAYA PREGRADO 2026
Unidad de Investigación FIAIAYA-2026
Facultad de Ingenieria Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

### Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::1:3504313792**

Fecha de entrega
**11 mar 2026, 2:58 p.m. GMT-5**

Fecha de descarga
**11 mar 2026, 3:06 p.m. GMT-5**

Nombre del archivo
**BORRADOR_DE_TESIS_ALEXIS_GALLUPE_31.01.2026_Versión_Final.pdf**

Tamaño del archivo
**4.9 MB**

**126 páginas**

**43.074 palabras**

**217.520 caracteres**



# 18% Similitud general

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

### Fuentes principales

6% Fuentes de Internet
14% Publicaciones
7% 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

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, por brindarme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para superar cada dificultad durante este proceso académico.

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser el pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

A mi familia y seres queridos, quienes con sus palabras de aliento y motivación me impulsaron a seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

*Alexis Fernando Gallupe Palomino*

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por proporcionar los conocimientos, valores y herramientas académicas que han contribuido significativamente a mi desarrollo personal y profesional.

De manera especial, expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto, por su valioso apoyo, orientación constante, dedicación y conocimientos brindados durante el desarrollo de la presente investigación. Su guía académica y sus acertadas recomendaciones fueron fundamentales para la culminación satisfactoria de este trabajo.

Asimismo, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su apoyo y motivación para la realización de esta investigación.

*Alexis Fernando Gallupe Palomino*

**INDICE**

DEDICATORIA ..... v
AGRADECIMIENTO ..... vi
INDICE ..... vii
ÍNDICE DE TABLAS ..... x
ÍNDICE DE FIGURAS ..... xii
RESUMEN ..... xiii
ABTRACT ..... xiv
INTRODUCCIÓN ..... 15
1. CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 16
1.1. Descripción de la realidad problemática ..... 16
1.2. Formulación del problema ..... 18
1.2.1. Problema general ..... 18
1.2.2. Problemas específicos ..... 18
1.3. Objetivos de la investigación ..... 18
1.3.1. Objetivo general ..... 18
1.3.2. Objetivos específicos ..... 18
1.4. Justificación de la investigación ..... 18
1.4.1. Justificación teórica ..... 18
1.4.2. Justificación práctica ..... 19
1.4.3. Justificación metodológica ..... 19
1.4.4. Justificación ambiental ..... 19
1.4.5. Justificación social ..... 19
1.5. Delimitación del estudio ..... 20
1.5.1. Delimitación de lugar ..... 20
1.5.2. Delimitación del tiempo ..... 20
1.6. Viabilidad del estudio ..... 20
2. CAPITULO II. MARCO TEORICO ..... 22
2.1. Antecedentes de la investigación ..... 22
2.1.1. Antecedentes internacionales ..... 22
2.1.2. Antecedentes nacionales ..... 24
2.2. Bases teóricas ..... 26
2.2.1. Evolución de impacto ambiental ..... 26
2.2.2. Calidad ambiental ..... 31
2.3. Bases filosóficas ..... 34

2.3.1. Enfoque ontológico ..... 34
2.3.2. Enfoque axiológico ..... 34
2.4. Definición de términos básicos ..... 35
2.5. Formulación de hipótesis ..... 37
2.5.1. Hipótesis general ..... 37
2.5.2. Hipótesis específicas ..... 37
2.6. Operacionalización de variables ..... 38
3. CAPITULO III. METODOLOGÍA ..... 39
3.1. Diseño metodológico ..... 39
3.2. Población y muestra ..... 39
3.2.1. Población ..... 39
3.2.2. Muestra ..... 39
3.3. Técnicas para la recolección de datos ..... 41
3.3.1. Observación ..... 41
3.3.2. Matrices de evaluación de impacto ambiental ..... 41
3.3.3. Análisis de la calidad de agua superficial ..... 42
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información ..... 43
3.4.1. Análisis documental ..... 43
3.4.2. Análisis cualitativo ..... 43
3.4.3. Análisis cuantitativo ..... 43
3.5. Matriz de consistencia ..... 43
4. CAPITULO IV. RESULTADOS ..... 46
4.1. Análisis de resultados ..... 46
4.1.1. Análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial ..... 46
4.1.2. Evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua ..... 51
4.1.3. Análisis de la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial en *el periodo 2018-2024* ..... 66
4.2. Contrastación de hipótesis ..... 97
4.2.1. Contrastación de la hipótesis general ..... 97
4.2.2. Contrastación de las hipótesis específicas ..... 104
5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN ..... 106
5.1. Discusión general ..... 106
5.2. Discusiones específicas ..... 107

5.2.1. Discusión sobre el análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial ..... 107
5.2.2. Discusión sobre la evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua ..... 109
5.2.3. ...Discusión sobre la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial en *el periodo 2018-2024* ..... 110
6. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 113
6.1. Conclusiones ..... 113
6.2. Recomendaciones ..... 114
7. CAPITULO VII. REFERENCIAS ..... 116
ANEXOS ..... 120

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables ..... 38
Tabla 2 Estaciones de evaluación de la calidad de agua superficial ..... 40
Tabla 3 Instrumentos de medición para monitoreo de calidad de agua ..... 43
Tabla 4 Matriz de consistencia ..... 44
Tabla 5 Caracterización de la calidad de agua superficial ..... 49
Tabla 6 Matriz de identificación de impactos (etapa de trabajos preliminares y construcción) ..... 55
Tabla 7 Matriz de identificación de impactos (etapa de operación) ..... 57
Tabla 8 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2018 (1/2) ..... 72
Tabla 9 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2018 (2/2) ..... 73
Tabla 10 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2019 (1/2) ..... 74
Tabla 11 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2019 (2/2) ..... 75
Tabla 12 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2020 (1/2) ..... 76
Tabla 13 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2020 (2/2) ..... 77
Tabla 14 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2021 (1/2) ..... 78
Tabla 15 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2021 (2/2) ..... 79
Tabla 16 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2022 (1/2) ..... 80
Tabla 17 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2022 (2/2) ..... 81
Tabla 18 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2023 (1/2) ..... 82
Tabla 19 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2023 (2/2) ..... 83

Tabla 20 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2024 (1/2)..... 84
Tabla 21 Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2024 (2/2)..... 85
Tabla 22 Medidas de mitigación ambiental de la calidad de agua – etapa de operación..... 86
Tabla 23 Análisis de calidad de agua antes y después ..... 93
Tabla 24 Prueba de normalidad de la estación AGU-01 en el periodo 2018-2024..... 98
Tabla 25 Prueba de normalidad de la estación AGU-02 en el periodo 2018-2024..... 99
Tabla 26 Prueba de normalidad de la estación AGU-03 en el periodo 2018-2024..... 100
Tabla 27 Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-01 ..... 101
Tabla 28 Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-02 ..... 102
Tabla 29 Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-03 ..... 103

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Mapa de ubicación de la Central Hidroeléctrica Chancay. ..... 20
**Figura 2.** Mapa de ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de agua de la Central Hidroeléctrica Chancay. ..... 21
**Figura 3**. Identificación y evaluación de los impactos ambientales. ..... 42
**Figura 4.** Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-01. ..... 120
**Figura 5**. Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-02. ..... 120
**Figura 6.** Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-03. ..... 121
**Figura 7.** Monitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-01. ..... 121
**Figura 8.** Monitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-02. ..... 122
**Figura 9.** Monitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-03. ..... 122
**Figura 10.** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-01. ..... 123
**Figura 11.** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-02. ..... 123
**Figura 12.** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-03. ..... 124
**Figura 13.** Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-01. ..... 124
**Figura 14.** Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-02. ..... 125
Figura 15. Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-03. ..... 125
**Figura 16.** Letrero informativo instalado en la Casa de Máquinas de C.H. Chancay. ..... 126
**Figura 17.** Letrero Informativo instalado en la Bocatoma de la C.H. Chancay. ..... 126
**Figura 18.** Capacitación de Medio Ambiente - Manejo de Residuos No Municipales a Colaboradores de la C.H. Chancay. ..... 127
**Figura 19**. Capacitación de Medio Ambiente - D.S. N° 014-2019-EM "Reglamento de Protección Ambiental en Actividades Eléctricas". ..... 127
**Figura 20.** Fotos de Grupo de Trabajo con colaboradores de la C.H. Chancay. ..... 128
**Figura 21.** Implementación de Contenedor de Botellas Plásticas en Punto de Acopio de Residuos en la C.H. Chancay. ..... 128

## RESUMEN

**Objetivo:** El estudio tuvo como propósito evaluar los impactos ambientales y la calidad del agua superficial asociados a las actividades de la Central Hidroeléctrica Chancay de 20 MW, considerando tres ejes principales: la caracterización de la línea base, la elaboración de matrices de identificación de impactos y la evaluación de la situación ambiental del tramo influenciado por la infraestructura. **Metodología:** La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto y un diseño no experimental de corte transversal. Se analizaron los resultados de monitoreos realizados entre 2018 y 2024 en tres estaciones representativas, abarcando parámetros físico-químicos, microbiológicos y metales. Además, se empleó información cualitativa obtenida de documentos internos, entrevistas y criterios de expertos. La identificación y valoración de impactos se efectuó mediante matrices causa–efecto. **Resultados:** En general, la calidad del agua se mantuvo entre los intervalos establecidos por el ECA Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM). El pH mostró una tendencia ligeramente alcalina (promedio ≈ 8.2), mientras que la temperatura osciló entre 15 y 24 °C. El oxígeno disuelto registró un promedio de 7.6 mg/L y los indicadores de carga orgánica (DBO5 y DQO) presentaron valores bajos. Aunque se identificaron sobrepasos puntuales en parámetros como huevos de helmintos, fluoruro y pH en algunos momentos específicos, estos no representaron afectaciones persistentes. Las matrices de impacto revelaron efectos mayoritariamente de baja a moderada significancia, especialmente asociados a movimientos de suelos, incremento temporal de turbidez y riesgos por hidrocarburos, además de beneficios socioeconómicos vinculados al suministro de energía eléctrica. **Conclusión:** La instalación hidroeléctrica mantiene condiciones estables y que las acciones de manejo ambiental implementadas han permitido controlar y mitigar los impactos detectados. Se resalta la necesidad de continuar fortaleciendo los programas de monitoreo y las medidas de prevención para asegurar la conservación de la calidad del agua en el ámbito del proyecto.



***Palabras clave:*** gestión hidroambiental, calidad de agua superficial, evaluación de impactos hídricos**.**

## ABTRACT

**Objective:** The purpose of the study was to evaluate the environmental impacts and surface water quality associated with the activities of the 20 MW Chancay Hydroelectric Power Plant, considering three main areas: baseline characterization, the development of impact identification matrices, and analysis of the environmental situation of the section influenced by the infrastructure. **Methodology:** The research was conducted using a mixed approach and a non-experimental cross-sectional design. The results of monitoring carried out between 2018 and 2024 at three representative stations were analyzed, covering physical-chemical, microbiological, and metal parameters. In addition, qualitative information obtained from internal documents, interviews, and expert criteria was used. Impacts were identified and assessed using cause-effect matrices. **Results:** In general, water quality remained within the values established by ECA Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM). The pH showed a slightly alkaline trend (average ≈ 8.2), while the temperature ranged between 15 and 24 °C. Dissolved oxygen averaged 7.6 mg/L and organic load indicators (BOD5 and COD) were low. Although occasional exceedances of parameters such as helminth eggs, fluoride, and pH were identified at specific times, these did not represent persistent impacts. The impact matrices revealed mostly low to moderate significance effects, especially associated with soil movements, temporary increases in turbidity, and hydrocarbon risks, in addition to socioeconomic benefits linked to electricity generation. **Conclusion:** The hydroelectric plant maintains stable conditions, and the environmental management actions implemented have made it possible to control and mitigate the impacts detected. The need to continue strengthening monitoring programs and prevention measures to ensure the conservation of water quality within the project area is highlighted.



***Keywords:*** hydro-environmental management, surface water quality, water impact assessment.

# INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la demanda energética ha impulsado el desarrollo de proyectos de generación eléctrica basados en fuentes renovables, entre las cuales la energía hidroeléctrica destaca como una alternativa importante para la producción sostenible de energía. No obstante, la construcción y operación de centrales hidroeléctricas pueden generar modificaciones en el entorno natural, especialmente en los ecosistemas acuáticos y en la calidad de los recursos hídricos. En este contexto, la evaluación de los impactos ambientales se constituye como una herramienta fundamental para identificar y analizar las posibles alteraciones en los componentes del medio ambiente, contribuyendo a la gestión sostenible de los recursos naturales.

En el Perú, la gestión ambiental de los proyectos energéticos se encuentra regulada por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua establecidos por el Ministerio del Ambiente. Estos instrumentos permiten evaluar los efectos de las actividades productivas sobre los cuerpos de agua, considerando parámetros físicos, químicos y microbiológicos que determinan su calidad.

La Central Hidroeléctrica Chancay, ubicada en la cuenca del río Chancay en la provincia de Huaral, región Lima, es una infraestructura destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso hídrico. Sin embargo, sus actividades pueden generar impactos ambientales relacionados con la modificación del régimen hidrológico, el incremento de la turbidez y variaciones en la calidad del agua superficial.

En este contexto, la presente investigación titulada “Evaluación de los impactos ambientales y calidad de agua en la Central Hidroeléctrica Chancay, Huaral” tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales asociados a las actividades de dicha central hidroeléctrica y analizar su relación con la calidad del agua del río Chancay. Para ello, se analizan los resultados de monitoreos ambientales realizados entre los años 2018 y 2024, así como la aplicación de matrices de identificación y valoración de impactos ambientales.

# 1. CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1.Descripción de la realidad problemática

Recientemente, las actividades humanas han cambiado enfática y rápidamente los entornos y las estructuras de la vida en el mundo, lo que afecta ampliamente la variedad orgánica, las administraciones del sistema biológico y las condiciones básicas para la expansión de la vida humana (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

Los ejercicios realizados por las Centrales Hidroeléctricas crean un efecto natural en cada fase de ejecución. Durante mucho tiempo se cumplieron en el país emprendimientos para el aprovechamiento de los bienes regulares sin mayores requerimientos ni medidas de seguridad natural y social por parte del Estado. Esta circunstancia actual se caracteriza por la preocupación del ámbito local global por dar respuestas a graves problemas de contaminación del aire, agua, suelo, deforestación, pasivos ecológicos, entre otros (MINAM, 2016).

La energía hidráulica es una energía renovable que no es considerada energía limpia debido, al impacto ambiental generado por la construcción de presas para el almacenamiento de agua. De acuerdo con la IHA (International Hydropower Association), uno de los aspectos clave para mantener el potencial hidroeléctrico con un desarrollo sostenible en materia medioambiental es la calidad del agua: La construcción de presas y el estancamiento del agua puede variar la calidad del agua desde el punto de embalse hasta la desembocadura del río y los principales riesgos son la reducción del oxígeno en agua, cambios en la temperatura, estratificación de los sedimentos y mayor proliferación de enfermedades (Roselló, 2014).

Entre los principales instrumentos de administración natural que el Perú ha hecho obligatorio en los últimos veinte años para decidir la razonabilidad natural de un proyecto, se encuentra el EIA. Algunos consideran que este instrumento es una obstrucción regulatoria para proyectos con un efecto ecológico insignificante, ya que se esperaba su utilización como un dispositivo inequívoco para prevenir y determinar las ramificaciones naturales y sociales de grandes emprendimientos. Además, para la elaboración y ejecución del EIA se debe seguir las directrices vigentes en el SEIA, donde se han constatado logros significativos para la transformación de los lineamientos del área a través de la ratificación de la seguridad natural o los lineamientos del directorio para las áreas minera, energética (hidrocarburos) y agropecuaria. De igual forma, se ha realizado una proyección normalizadora de acuerdo a lo que indica la Ley del SEIA para el fusible de la variable ecológica previa a la aprobación de estrategias, planes y proyectos (MINAM, 2016).

Sindicato Energético S.A. tiene como objetivo, ajustarse a las expectativas de ejecución en la administración natural dentro de la estructura de sus objetivos esenciales y dentro del sistema, el arreglo de la organización indica que se deben tomar precauciones para salvaguardar el bienestar de sus asociados y mantener su circunstancia actual limpia. En este sentido, SINERSA ha ejecutado la gestión ecológica de acuerdo a las necesidades naturales lícitas propias de la división, estableciendo un sistema de mejora constante en sus ciclos y avanza para tener una gestión ecológica en cada uno de sus establecimientos. Sindicato Energético S.A. en concordancia con los principios de seguridad natural en los ejercicios eléctricos, D. S. 29-94-EM establecen que los propietarios autorizados deben presentar informes anuales antes del ejercicio; Firmado por Auditores Ambientales adscritos al Departamento de Energía y Minerales, Declaración de Conformidad de la Normativa Ambiental Aplicable, Recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Gestión Ambiental Completa y Escuela Preaprobada. Nacionalidad Nacional (PAMA) como un informe total sobre medidas de control de emanaciones, así como emisiones (Sindicato Energético S.A [SINERSA], 2013)

El principal movimiento de SINERSA es la generación de energía, incluyendo la Estación Hidroeléctrica Chancay con un límite introducido de 20 MW, situada al norte de la ciudad de Lima, en la cuenca del río Chancay, Provincia de Huaral, Distrito de Lima, una cota aprox. de una suma de 2000 m. Asimismo, cuenta con espacio de oficinas en la ciudad de Lima para el avance de los ejercicios autoritativos. Para tal situación, dando administraciones competentes, beneficiosas y prácticas de creación de energía, considerando la obligación social y la garantía ecológica en la totalidad de sus ejercicios, todo en vista del efecto natural y los ejecutivos.

Cabe señalar que durante los últimos años se realizaron actividades de protección ambiental, entre las más destacadas; se encuentran la capacitación ambiental, reforestación, monitoreo ambiental (calidad de ruido, calidad atmosférica, calidad del agua, campos electromagnéticos, hidrobiológicos, flora y fauna), monitoreo de generación de desechos sólidos peligrosos y no peligrosos. Los monitoreos ambientales de calidad de presión sonora, calidad atmosférica, calidad de agua y radiaciones electromagnéticas se realizan trimestralmente y los monitoreos hidrobiológico y biológico (flora y fauna) se realizan semestralmente (época seca y húmeda), de acuerdo con las responsabilidades ambientales señalados en los IGA con el objetivo de evaluar la calidad ambiental en el área de impactada de la Estación Hidroeléctrica Chancay (SINERSA, 2013).

## 1.2.Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de la Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad del agua del río Chancay (2018-2024)?"

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial?
- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial?
- ¿Cuál es la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial?

## 1.3.Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar de impacto ambiental y la calidad ambiental del agua superficial vinculada a las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial
- Elaborar las matrices de evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua.
- Analizar la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial.

## 1.4.Justificación de la investigación

La justificación del estudio se basó en la necesidad que tienen las centrales hidroeléctricas en el Perú por mejorar la calidad ambiental del agua basándose en mejoras de la evaluación.

### 1.4.1. Justificación teórica

Esta investigación es fundamental teóricamente porque con ella se contribuir con los estudios donde indiquen la influencia de la EIA para ver la calidad ambiental de agua que existen y de esta manera evaluar a la central Hidroeléctrica Chancay en sus actividades que realizan, además permitieron contrastar resultados con trabajos ya existentes. Cualquier cambio del medio ambiente, beneficioso o adverso, que resulta

total o parcialmente del desarrollo de una actividad o proyecto" (Nazer-Varela, *et. al*, 2009).

### 1.4.2. Justificación práctica

Así mismo la presente investigación tuvo como objetivo práctico mostrar resultado que permita encontrar soluciones concretas a problemas de evaluación del IA en la Central Hidroeléctrica. A partir de estos resultados se tuvo igualmente la posibilidad de establecer cambios y recomendaciones que regulen y garanticen una apropiada comodidad evaluación del impacto ambiental en la Central Hidroeléctrica Chancay cuya capacidad instalada es de 20 MW.

### 1.4.3. Justificación metodológica

En el ámbito metodológico a fin de conseguir los objetivos de estudio, se acudieron al uso de técnicas de investigación (encuestas) e instrumentos de recolección (cuestionarios) de investigación y al procesamiento de estos mediante tabulaciones y métodos estadísticos. Con ello se pretendió identificar la influencia de la evaluación del deterioro ambiental de las actividades realizadas en la Estación Hidroeléctrica Chancay en la calidad ambiental de agua.

Cabe señalar que la investigación realizada permitió aplicar todas las técnicas que se encuentran vinculadas al desarrollo de las metodologías, así como estadísticas y de búsqueda de referencia, con lo que se fueron determinando la incidencia de la evaluación de impacto ambiental en la calidad ambiental de agua de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay.

### 1.4.4. Justificación ambiental

Esta investigación se justifica ambientalmente porque este río pertenece a la cuenca del Río Chancay, Provincia de Huaral, Región de Lima, a una altitud de aprox. de 2000 m.s.n.m. para la cual cuenta con la central Hidroeléctrica Chancay cuya capacidad instalada es de 20 MW, ubicada al norte de la ciudad de Lima. Y con los resultados se determinó la evaluación de deterioro ambiental de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad ambiental del agua y de esta manera se pudo hacer su mejora.

### 1.4.5. Justificación social

Por último, en esta presente investigación se analizó la medida de la evaluación del IA en la Central Hidroeléctrica en la calidad ambiental del agua ya sea para riego de plantaciones o bebida de animales, por ello al ser un problema ambiental pasa también a ser un problema social, y de interés para los pobladores y autoridades de Chancay.

## 1.5.Delimitación del estudio

### 1.5.1. Delimitación de lugar

La central tiene una capacidad de 20 MW, que se obtuvo mediante el aprovechamiento del río Chancay con caudal nominal de 3,4 m³/s. La C.H. Rucuy se interconecta con la C.H. Chancay, y traslada la energía generada a la S.E. Huaral a través de la L.T. 60 kV S.E. Chancay - S.E. Huaral, de simple terna de 60 km (ver Figura 1).

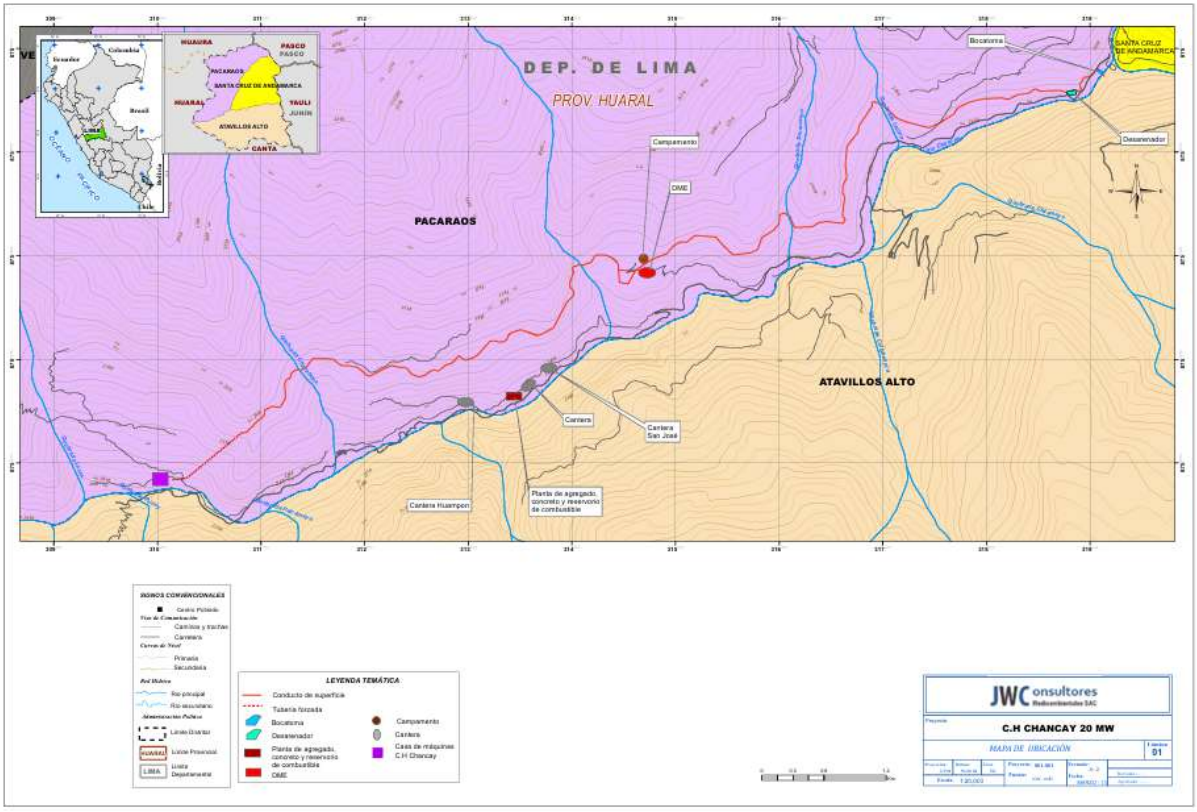



***Figura 1.*** *Mapa de ubicación de la Central Hidroeléctrica Chancay.*

### 1.5.2. Delimitación del tiempo

La investigación se llevó a cabo durante el año 2025, recopilando información de años anteriores (retrospectiva) y datos actuales (prospectiva).

## 1.6.Viabilidad del estudio

El estudio es viable, ya que fue financiado directamente por el investigador y cuenta con el respaldo de diversas fuentes teóricas que sustentan su desarrollo. Asimismo, se dispuso del apoyo de docentes especializados en la temática y en investigación, quienes brindaron orientación metodológica, asesoría temática y apoyo estadístico. Adicionalmente, se contó con la colaboración de una traductora de idioma extranjero y de un especialista en soporte informático, lo que permitió ejecutar la investigación de manera adecuada.

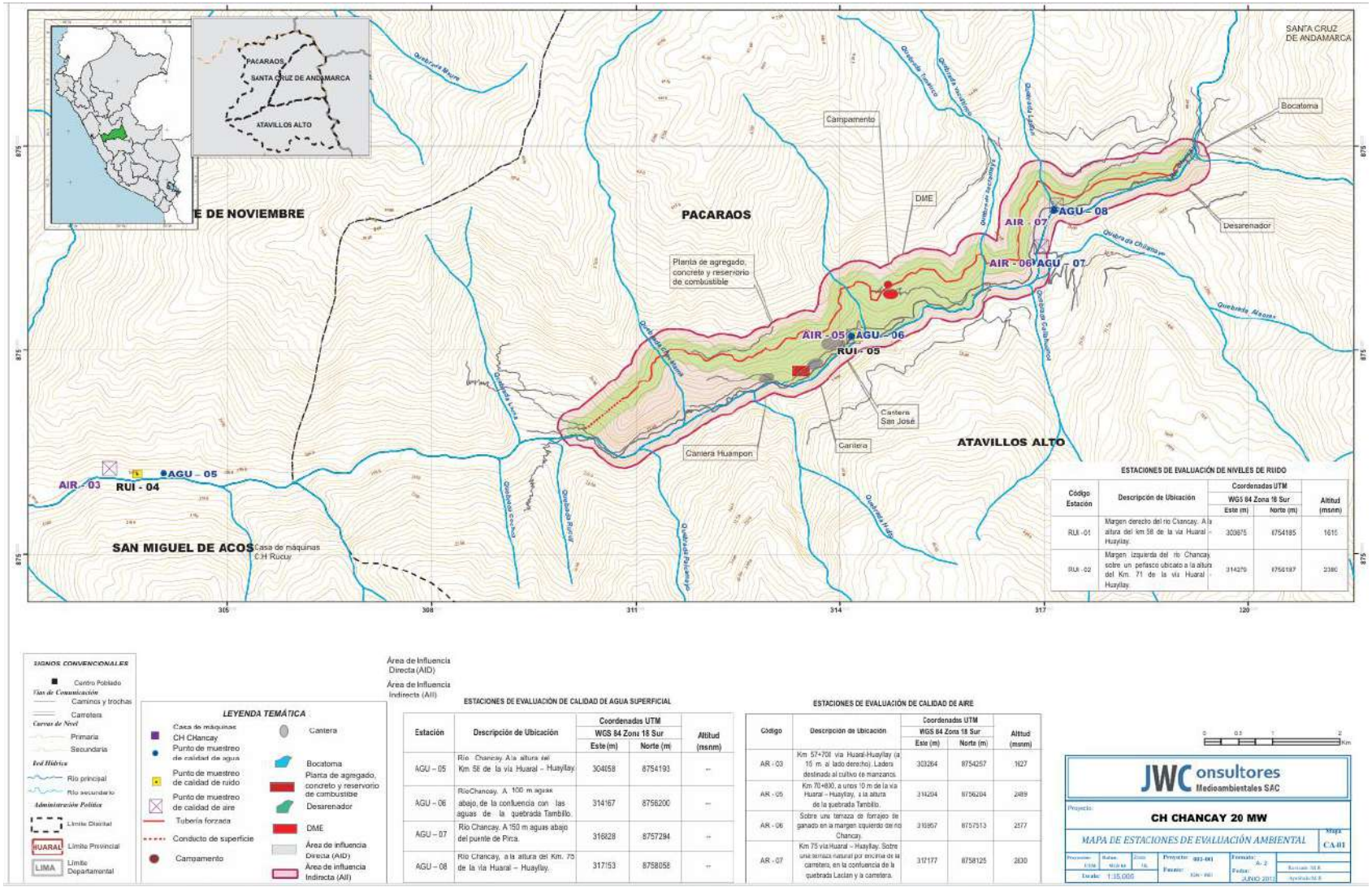



***Figura 2.*** Mapa de ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de agua de la Central Hidroeléctrica Chancay.

# 2. CAPITULO II. MARCO TEORICO

## 2.1.Antecedentes de la investigación

### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Guzmán (2024), evaluó los impactos o afectaciones de la Central Hidroeléctrica de Caldas – CHEC S.A. E.S.P sobre la calidad del agua del río Chinchiná. Persiguiendo este fin, realizó 5 monitoreos en 5 tramos del río (14 estaciones), el software Qual2Kw, la Guía nacional de modelación del recurso hídrico y el ICA, también empleó un modelo matemático para equiparar diversos escenarios de descarga de sedimentos provenientes del embalse Cameguadua. Los resultados evidenciaron que los modelos Otis, PC-Quasar y el WASP no obtuvieron puntaje superior al 70%, son el Otis, PC-Quasar y el WASP1; presenta una diferencia de 0.2207 m3/s entre el balance de flujo realizado monitoreos anteriores; el fósforo total y el fósforo soluble reactivo es de 1100 µg/L, para Coliformes es de 11900 UFC/100 mL, para el Oxígeno Disuelto fue menor a 5.2 mgO2/L, Concluyó que, el código del modelo que mejor se ajusta al presente estudio es el Qual2Kw, requiere adopción de acciones de manejo ambiental que permitan reducir y/o compensar impactos. La escasa efectividad del sistema de EIA puede darse por que los cuerpos de agua presentan diferentes características, abarcando los ríos de montaña, además, la calidad del agua es regular, pero se mantiene estable entre las estaciones previa y posterior a la descarga. Asimismo, los parámetros más sensibles, es decir, aquellos que inciden en gran medida en el resultado obtenido del R2, son la Velocidad de Sedimentación de los SSI (vi) y la Tasa de Nitrificación del NH4 (kna).

Quispe (2024), evaluó los parámetros físicos y químicos analizados del agua de la estacion hidroeléctrica de Chijisia, periodo 2016-2021 del distrito de Sandia en diferentes estaciones. Persiguiendo este fin, en la investigación tipo básica, de nivel descriptivo, no experimental empleó el análisis del comportamiento y tendencias de los parámetros químicos (pH, Oxígeno Disuelto y Aceites y Grasas), la determinación de valores de datos faltantes mediante imputación múltiple y una prueba de normalidad. Los resultados evidenciaron que, la estación (W-CHI-03) presentó tendencia no significativa decreciente TNSC, y las estaciones (W-CHI-01, W-CHI-04 y W-CHI-07) presentaron tendencias no significativas decrecientes, además turbidez en la calidad de agua de la central hidroeléctrica de chijisia- sandía, presentaron tendencia significativa decreciente las estaciones (W-CHI-04, W-CHI-05 y W-CHI-06). Las estaciones (W-CHI-01, W-CHI-02, W-CHI-03 y W-CHI-07) presentaron tendencia no significativa decreciente El autor concluyó que, al disminuir la conductividad eléctrica tiene relación con la presencia de iones dispersos en el agua, por tanto, cuando se

presenta una tendencia significativa de disminución indica una reducción en la concentración de iones en el agua, afectando la salinidad y la contaminación, esto puede ser beneficioso para la calidad de agua. Asimismo, los parámetros que presentaron tendencia a incrementar son Temperatura, STS, la Temperatura y Sólidos Suspendidos Totales presentaron Tendencia Creciente mientras que el Oxígeno Disuelto y Aceites y Grasas presentaron Tendencia Decreciente.

Soto (2022), evaluó las implicaciones de la resolución 110 del 2022 en la evaluación de IA del componente suelo asociada a la construcción de la Pequeña Central Hidroeléctrica Citabará sobre la reserva forestal nacional en el municipio de Mistrató. Persiguiendo este fin, en su investigación cualitativa empleó fichas, entrevistas, la Matriz ASPI, IPERC, de análisis de normatividad de Reserva Forestal y la Matriz comparativa de normatividad para la sustracción de las Reservas Forestales. Los resultados evidenciaron que, existen 10 tipos de actividades de las cuales la 7, 8 y 9 relacionadas con hidroeléctricas en la que no sólo eran los accesos y bocas de túneles o galería de exploración, sino también las áreas utilizadas para actividades asociadas a la construcción (líneas de transmisión eléctricas). Asimismo, evidenció (1) impacto ambiental moderado y tres (3) impactos ambientales severos. El autor concluyó que, se necesita en la evaluación de IA un estudio de mayor detalle y profundidad de la reserva forestal zona pacífico, para la toma de decisiones en cuanto a la factibilidad ambiental de otorgar o no la sustracción definitiva; además se evidenció la posible afectación por generación de procesos erosivos debido a la variedad de actividades que implican su construcción, siendo que los procesos erosivos que incluso se evidencian en el área de incidencia directa de manera frecuente debido a las altas precipitaciones, características del suelo como altas pendientes y tipos de suelo.

Castillo y Gamboa A (2021), identificaron y evaluaron el impacto ambiental de un sistema hidroenergético instalado en la comunidad rural del Juncal, Municipio de Simiti, Sur de Bolívar. Para lograr este fin, evaluaron del impacto ambiental y socioeconómico de las microturbinas Pelton mediante entrevistas, encuestas y monitoreos. Los resultados evidenciaron que, el tipo de fuente que capta más la comunidad es de quebrada con un 75% la cual es la más utilizada seguidamente del Río con un porcentaje del 15%, el 50% de la comunidad utiliza plaguicidas en sus actividades agrícolas y pecuarias, el 100% de la comunidad se siente satisfecho con el sistema de energía renovable, la energía del sistema es constante en un 71% para la población. Asimismo, Cambio en la concentración de gases en el aire, por quema de residuos presenta 4.3 de valor de significancia (aire), los Derrames de aceites y grasas al agua presenta 3.2 de valor de significancia (agua) y en referencia al cambio en la calidad paisajística,

redes de distribución, trasformadores presenta 3.5 de valor de significancia (visual). El auto concluyó que, el agua no se ha visto afectada por la instalación de esta microturbinas, sino que han dado un importante impacto ambiental positivo, puesto que la instalación de las mismas no ha traído consigo problemas de salud o disminución de recursos, principalmente en el recurso agua, ya que, según el caudal, además se recomienda un programa de seguimiento y monitoreo ambiental.

Cuesta y Peñaloza (2021), identificó y evaluó los aspectos ambientales para poder plantear medidas de control de procesos para cuantificar el impacto de las actividades realizadas por la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco. Persiguiendo este fin se empleó una matriz de IPERC, Mapa de procesos, inspección y un plan de control de aspectos que originan impactos de gran significancia. Los resultados evidenciaron que el envase tiene cota mínima de 78333 msnm y un máximo de 79286. Asimismo, mostró que se erigen 85 tareas, siendo: 9 ambiental, 5 de inventario, 31 mantenimiento, 05 operación, 27 servicios generales, 04 TIC y 04 de SST; estas a su vez, se subdividen en 46 críticas o significativas que abarcan: 88.9% de ambientales, 60% de inventario, 48.39% de mantenimiento, 60% de operación, 59.26% de servicios generales y 25% de SST. El autor concluyó que se requiere una participación responsable d ellos actores involucrados, concientizar al personal, llevar a cabo medidas de control de acuerdo con el formato de incidentes. Asimismo, se debe verificar constantemente que se lleven a cabo las actividades utilizando las herramientas adecuadas y siguiendo el protocolo de minimización de impactos sobre todo en los procesos considerados críticos debido a que generar mayor impacto.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Mamani (2021), evaluó los impactos que puede provocar la integración de una energía renovable como Generación Distribuida (GD) en la operación del sistema eléctrico de Sicuani para las centrales hidroeléctricas y su impacto ambiental en el Cusco, estableciendo la situación del primer trimestre y planteando mejoras. Persiguiendo este fin, empleó herramienta informática del sotfware DIgSILENT 15.1.2 Power Factory, IBM SPSS STATISTIC y la recolección de datos del monitoreo para la medición de parámetros como: aceites y grasas, SST, temperatura, caudal, y pH para 3 puntos. Los resultados evidenciaron que, la potencia SI T12-061 de 7 MVA de 66/10.5 kV y el T13 de 7/7/2 MVA de 66/22.9/10.5 kV; para el P1 enero el caudal fue de 1.87, el pH fue de 8.1, la temperatura 13.4, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2; para febrero el caudal fue de 1.72, el pH fue de 7.9, la temperatura 18.2, aceites y grasas <1.6, y SST fue de 11; para marzo el caudal fue de 1.73, el pH fue de 7.9, la temperatura 11.6, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2. Para el P2 en enero el caudal fue de 4.52, el pH fue de

8.3, la temperatura 13.7, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2; para febrero el caudal fue de 4.58, el pH fue de 8.2, la temperatura 17.9, aceites y grasas <1.6, y SST fue de 7; para marzo el caudal fue de 4.13, el pH fue de 8.1, la temperatura 11.1, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2. Para el P3 en enero el caudal fue de 6.58, el pH fue de 8.3, la temperatura 13.5, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2; para febrero el caudal fue de 7.24, el pH fue de 8.2, la temperatura 17.7, aceites y grasas <1.6, y SST fue de 8; para marzo el caudal fue de 5.94, el pH fue de 8, la temperatura 11.3, aceites y grasas <1.6, y SST fue de <2. El auto concluyó que pH, Aceites y Grasas y SST en la estación de monitoreo (Punto de Control N° , 2 y 3) se encontraron dentro de los niveles máximos permisibles para vertimientos líquidos, asimismo, la temperatura no ha sido influenciada por la descarga de agua turbinada.

Mendoza (2021), propuso diseñar indicadores para identificar aspectos e impactos ambientales en Centrales Hidroeléctricas en etapa de construcción y operación. Persiguiendo este fin, en tres centrales hidroeléctricas empleó indicadores de caracterización, el análisis prospectivo para sectores y la propuesta de medidas correctivas o preventivas (ruta estratégica) en base a la normativa en vigencia, así como de los Informes Anuales Ambientales (IAA). Los resultados evidenciaron que, respecto al cumplimiento del monitoreo (Planificado/ejecutado), se tiene que se cumple en un porcentaje cercano al 90%, considerando la emergencia sanitaria; por tanto, el valor cualitativo del indicador es bajo (no crítico), respecto al cumplimiento del monitoreo (Planificado/ejecutado), se tiene que se cumplen en un porcentaje superior al 60%. Adicionalmente en base a los efluentes para P1 Aceites y grasas presentaron valores de <0.5 hasta 1.8, para Sólidos Totales Suspendidos entre 16 y 1902; para P2 los aceites y grasas oscilaron entre <0.5 hasta 0.6, Sólidos Totales Suspendidos entre 8 y 1496, la turbidez entre 9.5 y 255.9 y para el caudal entre 12 y 98; para el P3 el pH oscila entre 6.9 y 8.47, en el caso de aceites y grasas entre 0.02 y 0.6 y en el caso de solidos suspendidos entre 12 y 181. El autor concluyó que se requiere indicadores que permitan identificar problemáticas y planificar las labores de supervisión de las unidades fiscalizables y sus componentes priorizados, elaborar diagnósticos a partir de indicadores que enfatizan en los principales problemas de cada una de las unidades fiscalizables, la implementación de escenarios mediante los “ejes de Schwartz”, constituye una herramienta de planificación, ya que permite establecer escenarios en una línea de tiempo; asimismo estableció que la mejora de las acciones de supervisión y la priorización de componentes, mediante el uso de herramientas de planificación, permitirá labores más eficientes.

Venturo (2021), analizó los impactos ambientales a la calidad físico-química del agua que genera la presencia de la central hidroeléctrica Yuncán en el río Paucartambo. Persiguiendo

este fin para su investigación descriptiva, correlacional aplicó la recolección de datos, observación y monitoreo (03 puntos) de la zona de influencia directa para los parámetros STD, DBO, DQO y aceites y grasas. Los resultados evidenciaron que, para el pH: P1 presenta un valor de 8.59, el punto P2 de 8.93 y en el punto P3, de 8.59; para la conductividad eléctrica fue de 51 uS/cm para el P1, 65 uS/cm para el P2 y 50 uS/cm para P3; para los Sólidos Disueltos Totales en el P1 fueron de 39 mg/L en el punto P2 de 36 mg/L y en el punto P3 de 34 mg/L; para el DBO el Punto P-1 fue de <2.00 mg/L, en el punto P-2 de 5.85 mg/L y en el Punto P-3 de <2.00 mg/L; para DQO el Punto P-1 el DQO fue de <10.00 mg/L, en el punto P-2 de 25.1 mg/L y en el Punto P-3 de 10.8 mg/L; finalmente, para Aceites y Grasas el Punto P-1 fue de <0.5 mg/lt, el punto P-2 de <0.5 mg/lt y el Punto P-3 de 186.0 mg/lt.. El autor concluyó que en referencia al pH tiende no excedieron los ECA, las Grasas y aceites en el P-3 sobrepasan ECA (categoría 3) con 186mg/L generando grandes daños a la fauna y flora mientras que para DBO, DQO, STD y Conductividad Eléctrica no se sobrepasa en ningún punto a los ECA.

## 2.2.Bases teóricas

### 2.2.1. Evolución de impacto ambiental

"Cualquier ajuste del clima, útil o hostil, que resulte absolutamente o en algo de la mejora de una acción o empresa" ((Nazer-Varela, *et. al*, 2009, p. 174)

Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana (2012) señaló que: "Modificación, positiva o negativa, de al menos una de las partes del clima, provocada por la actividad de una tarea. El efecto es la distinción entre lo que pudo haber ocurrido con la actividad y lo que podría haber ocurrido sin ella" (p. 80)

"Se expresa que hay efecto natural cuando una actividad o movimiento produce un ajuste en el clima o en una parte de las partes del clima" (Sánchez y Guiza, 1989, p. 60)

"La repercusión en el clima provocada por la actividad centrada en el ser humano o un componente externo ha dicho clima, lo que genera resultados notables en él" (Moreno, 2022).

El impacto ambiental es el cambio en la calidad ambiental causado por las actividades humanas.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2015), señaló que: Debe tenerse en cuenta que no todas las variedades cuantificables de un elemento natural pueden ser consideradas como efectos ecológicos, dada la apuesta de cambiar el significado de efecto por una idea absolutamente fuera de lugar para la valoración del efecto ecológico, ya que incluir las variedades en sí serían vitales. Variedades normales, creadas por las épocas del año o por unas pocas influencias perturbadoras repetitivas como llamas, temblores, etc. (p. 103)

#### *2.2.1.1.Caracterización y valoración de impactos ambientales*

Tipos de Impactos Ambientales

- Carácter del efecto (IC): “Alude al impacto valioso (+) o desfavorable (-) de las diversas actividades que influirán en las variables consideradas” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- Fuerza de influencia (I): "Aborda la suma o nivel de tasa de la actividad sobre el elemento" (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- Extensión de Influencia (EX): "Alude al área de impacto hipotético del efecto correspondiente al clima del emprendimiento"(Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- Energía cooperativa (SI): “Este modelo pondera el apoyo de al menos dos impactos directos, teniendo la opción de producir impactos progresivos y relacionados que complementen los resultados del efecto disecado” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).
- Diligencia (PE): "Refleja el tiempo que probablemente permanecería el impacto después de su aparición" (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- Impacto (EF): “Se descifra como el tipo de señal del impacto sobre un componente como resultado de una actividad, o lo que es algo similar, comunica la razón impacto relación” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- Instantánea de efecto (MO): “Alude al tiempo que transcurre entre la actividad y el inicio del impacto sobre el componente natural” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).
- Agregación (AC): "Esta medida o característica da la posibilidad de la expansión en constante evolución en el signo del impacto cuando la actividad que lo crea perdura persistentemente o una y otra vez" (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).
- Recuperabilidad (MC): "Alude a la posibilidad de una reconstrucción agregada o fraccionada de la variable afectada debido a la tarea". (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).
- Reversibilidad (RV): “Alude al impacto de que el cambio puede ser aclimatado por el clima (de forma cuantificable en el corto, mediano o largo plazo) por la actividad de los ciclos normales, es decir, la posibilidad de volver a las circunstancias subyacentes que

preceden a la actividad por medios regulares". (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).

- Periodicidad (PR): "Alude a la consistencia del signo del impacto. Luego, en ese momento, se determina la importancia del impacto (IM) utilizando una condición, para finalmente organizar la evaluación de los impactos como viable, moderado, extremo y básico" (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2019).

Duque (2021), señaló que: "los impactos negativos potenciales del mal manejo de los residuos en el medio ambiente son evidentes y bien conocidos. A continuación, se listan los principales:

- **Atmosféricos:** Calidad del aire por emanaciones de metano y dióxido de carbono, y su efecto como sustancias que agotan la capa de ozono; salida de dioxinas y furanos por consumo descontrolado en vertederos (principal fuente de vertidos de estas incansables mezclas naturales o COP´s) en América Latina, así como de sulfuro de hidrógeno y otros.
- **Suelos y geomorfología:** Alteración de propiedades físicas, compuestas y de riqueza; degradación por la presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos, entre diferentes depósitos; actuación de la interacción erosiva y cambio de geología, entre otros.
- **Aguas superficiales y subterráneas:** Incidencia de la calidad del agua y ajuste de los atributos impulsados por la presión.

**Bióticos:** Alteración de la cantidad de biomasa, del tipo de vegetación y fauna (p. 6)

***2.2.1.2.Procedimiento de análisis de impacto ambiental***

Soriano (2015), afirma que la investigación de los efectos ecológicos se ayudó utilizando tablas de asociación de impacto de razón metódica, partes del proyecto y partes naturales. Considerando las circunstancias problemáticas, circunstancias ideales, circunstancias inmediatas y aberrantes, condiciones de recaudación, colaboración y oportunidad del emprendimiento, se evaluó el efecto del emprendimiento. Examen y valoración con vistas al acuerdo de unión anticipado por especialistas.

Así, siguiendo la técnica y estrategias para reconocer y evaluar el efecto del emprendimiento sobre el clima en la Estacion Hidroeléctrica Chancay se dispuso de la siguiente manera:

- Estudio del proyecto.
- Evaluación de la situación ambiental del ámbito del proyecto.
- Identificación de los aspectos e IA potenciales.

- Descripción de los principales IA potenciales.

### *2.2.1.3.Metodologías del Estudio de Impacto Ambiental*

Para hacer estas etapas, es importante hacer concentrados de efectos naturales teniendo en cuenta algunas sospechas fundamentales y esenciales, entre las que se destacan la calidad y confiabilidad de la técnica utilizada. La filosofía a utilizar debe tener la opción de reflejar si hay un efecto (positivo o negativo) sobre las variables naturales (contando al hombre y su clima social) de las actividades de la tarea. Esta relación causa-impacto se puede mostrar suficientemente con un marco conspirado, es decir, con un plan de líneas y segmentos que en su convergencia reflejan matemáticamente si existe una tasa de la razón sobre la variable (primera etapa) y luego su evaluación, ponderado por una escala cercana inconsistente (segunda etapa). En consecuencia, los sistemas para un EIA reconocidos por los especialistas son aquellos que conceden capacidades de utilidad y se ejemplifican en una cuadrícula de efectos ecológicos. (Coria, 2016)

La retícula es el contorno del estudio del efecto natural y el motivo de la navegación futura. Utilizando marcos de interrelación, se realiza la investigación de la causalidad entre una actividad específica de una tarea y sus probables impactos. En este examen, los movimientos del proyecto que deben tenerse en cuenta para la red se relacionan con los datos de la etapa de trabajo fundamental proporcionados por las organizaciones o los responsables de las actividades. Estas actividades se sitúan en el marco continuamente en solicitud secuencial. Los elementos ecológicos que se recuerdan para el marco se relacionan con las partes del hábitat indígena y las centradas en el ser humano. (Coria, 2016)

El examen de causa-impacto se utiliza, con diferentes organizaciones, en áreas tan importantes como los gráficos analíticos en la afirmación de la calidad. La ventaja de utilizar cuadrículas en lugar de gráficos tipo espina de pescado en el efecto natural se concentra en la forma en que se toma una decisión doble de ocurrencia (Sí/No) y luego se puede completar una investigación subjetiva/ilustrativa de todos los puntos de cruce positivos, sin Priorizar por Pareto describe ese par de causas que producen la gran mayoría de los problemas, para esta situación ecológica (Coria, 2016).

Los temas ecológicos tienen serias áreas de fortaleza para un examen emocional, mientras que los de valor son absolutamente asimilables a los términos financieros. En consecuencia, en un enfoque de efecto natural es fundamental diseccionar cada frecuencia, ignorando su compromiso en términos absolutos, que presentan una

complejidad escandalosa en términos de homogeneización en una escala matemática. Los enfoques reticulares de causa-impacto de referencia son los de Leopold y Battelle-Columbus. Describiremos las características de cada uno de ellos a continuación (Coria, 2016).

***2.2.1.4.Matriz de Leopold***

Alvarado (2009), afirma que la Llamada "Matriz de interacción de Leopold", esta es una cuadrícula de colaboración sencilla que se utiliza para reconocer los diferentes efectos ecológicos esperados de una tarea determinada. La red de dos secciones registra los elementos ecológicos que pueden verse afectados por la forma de comportarse, así como las actividades que ocurrirán y pueden verse afectadas por ella por segmento. Cuando se ha reconocido la red de reconocimiento (primera etapa), se obtiene el marco de significado (segunda etapa). Cada cuadrado está aislado por líneas inclinadas. El tamaño en la parte superior es - M (grado de influencia) -, seguido de un signo "+" o "-", dependiendo de si el efecto es positivo o negativo. La escala utilizada incorpora valores del 1 al 10, donde 1 es el cambio más pequeño y 10 es el cambio más grande En el triángulo adjunto, el significado (poder) de I también se comunica en una escala del 1 al 10. La ponderación es abstracta, pero debe terminarse con el interés de todo el grupo de especialistas para lograr la mayor parte extrema objetividad. La cantidad de cada columna aborda la ocurrencia de un montón de tareas para cada elemento y, de esta manera, su debilidad. El monto de este segmento puede ser utilizado para evaluar el impacto de cada actividad, es decir, su contundencia. En este enfoque, se utilizan dos tipos de cuadrículas en fases progresivas de examen:

"Una cuadrícula que reconoce los impactos regulares en vista de la asociación entre los ejercicios de la misión y los componentes a evaluar. Estos componentes fueron recientemente instalados en el plan o control, extraídos del registro de referencia y analizados por cada uno de ellos, los especialistas que integran la mesa de trabajo, se pueden hacer algunos cambios para diferentes organizaciones."

La red de significación se completa como la principal valoración subjetiva del efecto ecológico distinguido por diferentes variables naturales. La red puede examinar la contundencia y los elementos naturales de una actividad, lo que influirá bastante en los resultados de la acción.

### 2.2.2. Calidad ambiental

#### *2.2.2.1.Calidad de agua superficial*

Se retrataron las circunstancias de referencia para la naturaleza del agua del río Chancay, para lo cual se realizaron estimaciones en campo y se realizaron pruebas para su posterior examen en el centro de investigación. Examinar y examinar considerando los límites establecidos en la norma de naturaleza natural del agua (ECA) dada por D.S. N° 002-2008-MINAM.

#### *2.2.2.2.Clasificación de cuerpos de agua superficiales*

A la luz del Anexo N° 01 del R.J. Nº 202-2010-ANA, que demuestra el orden de los cursos de agua primarios en el Perú, donde el río Chancay se denomina clasificación 3 y clase 3, las cuales se tomarán por razones de correlación con las alzas de la ECA.

Cabe señalar que la naturaleza normal del agua de los arroyos depende de algunas variables ecológicas, como la construcción geográfica del lecho del río, el medio ambiente y la biodiversidad, y también se ve afectada por actividades humanas como la minería, la horticultura, la industria o actividades familiares, además, ejecutar medidas para salvaguardarlo por completo.

#### *2.2.2.3.Parámetros de calidad de agua*

Trujillo (2016) afirma que la motivación detrás de la evaluación es dar una evaluación sobre la naturaleza de flujo y reflujo de la vía fluvial elegida, a través de la representación de los límites esenciales que muestran la calidad ecológica, que también se establecen en la regulación pública y mundial como pautas de calidad. Se evaluará una suma de dieciocho (18) límites entre fisicoquímicos y bacteriológicos.

Los parámetros in situ representativos de la calidad de agua superficial son:

- pH
- Oxígeno disuelto
- Conductividad específica

Los parámetros orgánicos representativos de la calidad de agua superficial son:

- Aceites y grasas
- PCB total
- Pesticidas organoclorados
- Aldrín
- Clordano
- Dicloro Difnil Tricloroetano (DDT)

- Dieldrín
- Endosufrán
- Endrín
- Heptacloro y heptacloro epóxico
- Lindano
- Metales totales ICP - MS
- Cianuro wad
- Fenoles
- Sustancias Activas Azul Metileno (SAAM)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Los parámetros inorgánicos representativos de la calidad de agua superficial son:

- Alcalinidad de Bicarbonatos
- Determinación de Aniones (IC)
- Cloruro
- Fluoruro
- Nitrito
- Nitrato+Nitrito
- Sulfato

Los parámetros microbiológicos relevantes de la calidad de agua superficial son:

- Coliformes fecales o temotolerantes
- *Escherichia coli*
- Huevos de Helmintos

***2.2.2.4.Estaciones de evaluación***

Se resolvieron considerando los órganos de captación que se encuentran próximos o donde se implantará la fundación del emprendimiento o aquellos que puedan ser influenciados directa o indirectamente por los diferentes ejercicios de las etapas de desarrollo y actividad del emprendimiento.

El sistema que se utilizó para obtener pruebas de agua depende de la todavía en el aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1992) y el Método Estándar-SM (APHA, 1992), que dan pautas para la preservación de las pruebas, técnicas, materiales y compartimentos para asegurar la naturaleza del agua descompuesta.

#### *2.2.2.5.Estándares Nacionales de Calidad ambiental de Agua*

La correlación de resultados se realizó con las alturas de corte de los límites de la ECA (D.S. Nº004-2017-MINAM) para la clase relativa según lo indica el orden de los cuerpos de agua (Categoría 3).

#### *2.2.2.6.Impactos de la Central Hidroeléctrica en la calidad de agua*

"El proyecto Central Hidroeléctrica se encuentra en la cuenca central del río Chancay-Huaral. La cuenca hidrográfica Chancay esconde aproximadamente 3.382 km² hasta su desembocadura en el océano. Se encuentra en pieza norte del brazo de Lima, entre partidos 11 °01' y 11°38' alcance sur y meridianos 76°29' y 77°16' longitud oeste".

La zona de descarga del arroyo se registra en la Estación Santo Domingo, la cual está situada en la finca de igual nombre a una cota de 650 msnm, cubriendo una cuenca de 1.832 km². En cuanto a los puntos de corte del cuenco, está bordeado por la cuenca del Huaura hacia el norte, los tramos superiores del río Mantaro hacia el este, el río Chilong hacia el sur y el océano Pacífico hacia el oeste.

#### *2.2.2.7.Atributos de cuenca hidrográfica*

La cuenca utilizada para el estudio cubre la mayor parte de la cuenca húmeda del río Chancay-Huaral, lo cual se afirma con el nivel normal. El archivo de compactación demuestra que las inundaciones generalmente tendrán un tiempo de fijación más limitado. El factor tamaño muestra un patrón de desarrollo más notable. La inclinación del lecho de la vía fluvial es otro indicador, que muestra un patrón de desarrollo inesperado y movido en un breve período de tiempo.

#### *2.2.2.8.Descargas*

Para el examen de liberación se utilizan los registros de corrientes de la estación Santo Domingo situada en la parte baja de la cuenca a 625 metros sobre el nivel del mar. Asimismo, se utilizó información de 3 estaciones hidrométricas (Baños, Vichaycochay y Chancay) ubicadas cerca de la zona de captación de la tarea a unos 2750 msnm; Se contabilizan 3 registros diarios de niveles para cada estación.

#### *2.2.2.9.Uso y demandas de agua*

En el tramo Lacsa/Tingo del arroyo Chancay de interés para el avance de la C.H. Chancay, se han distinguido las oficinas de acompañamiento, las cuales se abastecen de agua del arroyo antes mencionado y que deben ser vistas como dentro del sistema de accesos correspondientes:

- Dos (02) ranchos de pesca

- Las dos (02) piscigranjas comprenden clientes menores no desmedidos de agua, que en conjunto requieren una progresión de hasta 20 l/s, por lo cual no se verán impactados ya que sus necesidades hídricas serán cubiertas con las progresiones del agua, compromisos de la Intercuenca. Según la información recibida, no existen planes de desarrollo de nuevos ingresos ni de nuevas oficinas para el aprovechamiento del agua en esta parte del río Chancay.

#### *2.2.2.10. Balance hídrico*

Incluye el mantenimiento de la descarga biológica del río Chancay aguas abajo del área de captación de la UHE Chancay y la cantidad de agua que se puede utilizar para la generación de energía, el equilibrio hídrico del río Chancay en Tingo.

Para los efectos correspondientes, se han considerado para el marco temporal delegado de la actividad, las progresiones normales mes a mes del río Chancay en Tingo, desde el año hidrológico 1999/00 hasta el 2009/10, según los respectivos diagnósticos de accesibilidad al agua. en el ingreso del CH Chancay en Tingo. Las consecuencias de la evaluación del equilibrio hídrico del río Chancay a la entrada del CH Chancay en Tingo, teniendo en cuenta las progresiones introducidas del CH Chancay de 6,80$m^3$/s.

## 2.3. Bases filosóficas

### 2.3.1. Enfoque ontológico

La ontología de la presente investigación se encuentra estrechamente vinculada a la interacción del ser humano con la naturaleza en su entorno, así como la transformación que ha tenido la misma a lo largo de las décadas. Siendo que el espacio natural se erige con el inherente derecho al equilibrio, la existencia y restauración, no solo como como el objeto de estudio, sino como el punto de partida para la subsistencia de la vida misma, estructurándose como la respuesta más adecuada para enfrentar la crisis ambiental ante el paradigma de que la unión de ambos conforma la unidad ecológica. Este enfoque abarca la evaluación de impactos o afectaciones provocadas a la naturaleza desde la epistemología y las alternativas que permitan identificar los aspectos medulares y jerarquizar los impactos críticos derivados de las centrales hidroeléctricas en la zona Fajardo y Chuquisengo (2022)

### 2.3.2. Enfoque axiológico

La investigación toma en cuenta una base de valores y moralidad que desarrolla la capacidad conductual y formación de hábitos del ser humano para actuar de forma consciente sobre el conocimiento actual de la peligrosidad del impacto ambiental de las centrales hidroeléctricas estructurándose en los daños irreversibles que conlleva su accionar con la naturaleza. Por ello, se relaciona a multinivel con la enseñanza con el fin de reforzar el aspecto

valorativo del hombre y el impacto originado a partir de las actividades realizadas con el fin de subsistir pero que afectan de forma directa e indirecta con el líquido vital existente en la naturaleza: el recurso hídrico Laverde-Salazar, *et. al.* (2023).

Este enfoque presenta aportes significativos debido a que fomenta la protección y conservación de la naturaleza, poniéndola sobre la explotación del entorno para el desarrollo regular de las actividades socioeconómicas de la zona; siendo que con ello se busca educar a los actores involucrados con datos estadísticos de los daños específicos generados por la central hidroeléctrica para modificar su conducta y optimizar los hábitos para encontrar la ecosustentabilidad Clavijo-Bernal (2020).

**2.4.Definición de términos básicos**

- **Calidad ambiental.** La calidad del agua es una factor focal e incuestionable del medio acuático, tanto desde el punto de la perspectiva de su representación natural como desde la perspectiva del ordenamiento hidrológico y del tablero, ya que describe la capacidad del agua para adaptarse a las condiciones y satisfacer distintas necesidades. Debe seguir los puntos de cortes físicos, compuestos y normales. (Ley General del Ambiente, 2005).
- **Certificación ambiental.** La meta dada por la mejor situación para ayudar a los instrumentos de gestión ambiental (DIA, EIA-sd o EIA-d) garantiza que el proyecto propuesto sigue el arreglo formal y poco firme del SEIA. En este sentido, la afirmación ambiental determina las responsabilidades que debe esperar el titular para prevenir, aligerar, enderezar, reparar y cribar los impactos ordinarios negativos.”
- **Estudio de impacto ambiental.** Ley General del Ambiente (2005) mencionó: “Estudios de Impacto Ecológico - EIA son los instrumentos ejecutivos que incluyen 'una descripción del movimiento propuesto y los impactos indirectos o inmediatos predecibles de la acción expresada en el clima físico y social, a corto y largo plazo, de igual manera el método de evaluación de Deben mostrar las medidas importantes para prevenir o disminuir el daño a valores aceptables e incorporar una breve sinopsis de la revisión para el objetivo final de publicidad. La ley de la materia muestra diferentes exigencias que deben cumplir los estudios de efectos ecológicos (EIA).”
- **Impacto ambiental.** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2015), mencionó que: “Es el ajuste de la naturaleza del clima entregado por la acción humana. Debe considerarse que no todas las variedades cuantificables de un

componente natural pueden ser consideradas como efectos ecológicos, dada la apuesta de cambiar el significado de efecto en una idea absolutamente rota para la valoración del efecto natural, ya que sería imprescindible incluir las propias variedades, variedades regulares, entregadas por las épocas del año o por unas influencias perturbadoras repetitivas como llamas, terremotos, etcétera." (p. 103)

- **Impacto ambiental negativo significativo.** Aquellos efectos o cambios naturales que se producen en por lo menos uno o cada uno de los elementos que componen el clima a causa de la ejecución de emprendimientos o ejercicios con cualidades, escala o área explícitas. La prueba y valoración reconocible de estos efectos ecológicos negativos requiere un alto a fondo la investigación subjetiva y cuantitativa, así como los procedimientos de administración natural que incorporen medidas de corrección, revisión, alivio y remuneración."
- **Impactos directos.** Los impactos provocados por el efecto de la conducta humana sobre las partes del clima, y directamente las influye, caracterizan su causalidad.
- **Impactos indirectos.** Los impactos provocados por el efecto de los ejercicios humanos en las partes ecológicas se obtienen del evento de diferentes cosas que están conectadas con ellas o parecen consistentes.
- **Impactos sinérgicos.** Efecto natural o cambios por actividades diferentes, cuya tasa posible es más prominente que el monto de los efectos fraccionarios del ajuste producido por cada actividad que creó la forma de comportarse.
- **Instrumentos de gestión ambiental.** El Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana (2012) confirmó que:
- "Son componentes dispuestos a la ejecución del enfoque ecológico, en atención a las normas establecidas en la Ley General del Medio Ambiente, y en lo que se demuestra en sus normas recíprocas y administrativas. Comprenden implícitos funcionales que son planificados, dirigidos y aplicada con carácter utilitario o integral, para propiciar una coherencia viable con la Política Ambiental Nacional y los lineamientos ecológicos que debe regir la nación" (p. 82)
- **Plan de Manejo Ambiental.** Dispositivos de administración ecológica, cuya capacidad es restablecer las proporciones de evitación, control, minimización, ajuste y recuperación del efecto natural esperado del emprendimiento.
- **Riesgo Ambiental.** La posibilidad de daño o efecto sobre el sistema biológico o el clima provocado por peculiaridades normales, artificiales o mecánicas.

## 2.5.Formulación de hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

Las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay generan impactos significativos en la calidad ambiental del agua, los cuales se evidencian mediante la evaluación de impacto ambiental.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- El análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay permitieron evidenciar niveles por debajo de los estándares de la calidad del agua.
- Las matrices de evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculados a la calidad del agua superficial permitieron identificar los impactos significativos a priorizar.
- La situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial demuestra que los impactos significativos están siendo mitigados a través de la adopción de medidas preventivas.

## 2.6. Operacionalización de variables

## Tabla 1

*Operacionalización de variables*

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | MÉTODO / ÍTEM |
|---|---|---|---|---|
| **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA (V.I.)** | Se entiende por impactos o modificaciones ambientales a los cambios que afectan a uno o varios componentes del entorno, o incluso a su conjunto, como consecuencia del desarrollo de proyectos o actividades cuya magnitud, características o ubicación presentan determinadas particularidades. La identificación y valoración de estos IA negativos requieren de un análisis cualitativo y cuantitativo profundo, así como de una Estrategia de Manejo Ambiental que incluya medidas preventivas, correctivas, de reducción y compensatorias. | Análisis de la línea base del proyecto<br><br>Matrices de evaluación de impactos ambientales potenciales. | • Parámetros de campo.<br>• Parámetros Orgánicos.<br>• Parámetros Inorgánicos<br>• Parámetros Microbiológicos<br>• Atributos de los impactos<br>• Matriz de identificación de impactos<br>• Matriz de importancia de IA<br>• Valor del impacto ambiental | **Técnicas:** Entrevista y Análisis Documental<br><br>**Instrumento:** Matriz de Evaluación y Análisis de Impacto Ambiental |
| **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA (V.D.)** | **Definición conceptual:** La calidad del agua constituye un indicador clave para la caracterización del medio hídrico, tanto por sus condiciones ambientales como por su relevancia en los procesos de planificación y gestión de los recursos hídricos, ya que determina la capacidad del sistema para sostener los ecosistemas y atender diversas demandas de uso. Las variaciones en esta calidad pueden manifestarse a través de parámetros de naturaleza física, química y biológica.<br>**Definición operacional:** Analizar los resultados obtenidos con los monitoreos ambientales realizados al componente agua y su comparación con la normativa (ECA – Agua) | Parámetros de campo<br><br>Parámetros orgánicos<br><br>Parámetros inorgánicos<br><br>Parámetros microbiológicos | • pH<br>• Oxígeno disuelto<br>• Conductividad específica<br>• Aceites y grasas<br>• PCB total<br>• Pesticidas organoclorados<br>• Aldrín<br>• Clordano<br>• Dicloro Difnil Tricloroetano (DDT)<br>• Dieldrín<br>• Endosufrán<br>• Endrín<br>• Heptacloro y heptacloro epóxico<br>• Lindano<br>• Metales totales ICP - MS<br>• Cianuro wad<br>• Fenoles<br>• Sustancias Activas Azul Metileno (SAAM)<br>• Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<br>• Demanda Química de Oxígeno (DQO)<br>• Alcalinidad de Bicarbonatos<br>• Determinación de Aniones (IC)<br>• Cloruro<br>• Fluoruro<br>• Nitrito<br>• Nitrato+Nitrito<br>• Sulfato<br>• Coliformes fecales o temotolerantes<br>• Escherichia coli<br>• Huevos de Helmintos | **Técnicas:** Entrevista y Análisis Documental<br><br>**Instrumento:** Informe de monitoreo ambiental Formatos de monitoreo |

# 3. CAPITULO III. METODOLOGÍA

## 3.1.Diseño metodológico

La investigación es aplicada ya que evaluó los IA productos de la actividad en la Central Hidroeléctrica Chancay. Asimismo, el trabajo es transversal, ya que se realizará la evaluación de los resultados alcanzados con los controles ambientales desarrollados periódicamente. El nivel de investigación del proyecto es aplicativo, el cual busca determinar la influencia que tiene la evaluación de los impactos de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay con la calidad de agua. La investigación tuvo un diseño no experimental ya que se realizó sin manipular deliberadamente las variables, y se analizó cómo se relacionan entre sí (Evaluación del IA y calidad de agua). El método de la investigación es mixto, ya que utilizó el enfoque cuantitativo (a través de la matriz de evaluación de IA) y cualitativo (a través de la observación y la entrevista) en el desarrollo de las técnicas e instrumentos. Se utilizaron datos de fuentes primarias y secundarias.

## 3.2.Población y muestra

### 3.2.1. Población

La presente investigación influye en el agua superficial de la Cuenca de río Chancay, ubicada dentro de la concesión de la Central Hidroeléctrica Chancay cuya capacidad instalada es de 20 MW, ubicada al norte de la ciudad de Lima, en la cuenca del Río Chancay, provincia de Huaral, región de Lima, a una altitud de aprox. de 2000 m.s.n.m. Dentro del área de influencia existen 2 Comunidades campesinas: Ravira y Viscas.

### 3.2.2. Muestra

No se tiene muestra poblacional debido a que no se aplicaron técnicas de recolección dirigidas a la población.

Se empleó muestreo no probabilístico para la selección de las 3 estaciones de monitoreos de calidad de agua y matriz de evaluación de impactos ambientales. Los datos (código, descripción y situación geografica mediante coordenadas UTM WGS 84) se visualizan en la.

**Tabla 2**

*Estaciones de evaluación de la calidad de agua superficial*

| ESTACIÓN | DESCRIPCIÓN | COORDENADAS | |
|---|---|---|---|
| | | ESTE | NORTE |
| AGU-01 | En el río Chancay, a unos 300 m agua debajo de la casa de máquinas. | 309 716 | 8754 713 |
| AGU-02 | En el Río Chancay. A 100 m aguas abajo, de la Qda. Tambillo. | 314 167 | 8756 200 |
| AGU-03 | En el Río Chancay, agua arriba de la bocatoma. | 319 215 | 8758 819 |

***Fuente:*** JWC, 2012.

El lineamiento de determinación de las estaciones de monitoreo se basó en lo declarado en el IGA aprobado en julio del 2013 (Estudio de Impacto Ambiental) y los informes de monitoreo que se vienen desarrollando a la fecha.

En cuanto a los parámetros in situ considerados fueron:

- pH
- Oxígeno disuelto
- Conductividad específica

Los parámetros orgánicos considerados son:

- Aceites y grasas
- PCB total
- Pesticidas organoclorados
- Aldrín
- Clordano
- Dicloro Difnil Tricloroetano (DDT)
- Dieldrín
- Endosufrán
- Endrín
- Heptacloro y heptacloro epóxico
- Lindano
- Metales totales ICP - MS
- Cianuro wad
- Fenoles
- Sustancias Activas Azul Metileno (SAAM)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Además, los parámetros inorgánicos considerados son:

- Alcalinidad de Bicarbonatos
- Determinación de Aniones (IC)
- Cloruro
- Fluoruro
- Nitrito
- Nitrato+Nitrito
- Sulfato

Por último, los parámetros microbiológicos:

- Coliformes fecales o temotolerantes
- Escherichia coli
- Huevos de Helmintos

## 3.3.Técnicas para la recolección de datos

### 3.3.1. Observación

Este proceso consistió en la adquisición, recopilación y registro sistemático de datos empíricos sobre objetos, eventos y documentos, en los cuales se detalló información relacionada con el Programa de Monitoreos Ambientales y el cumplimiento en materia ambiental. Dichas acciones estuvieron dirigidas al área de SSOMA de la Central Hidroeléctrica Chancay. Asimismo, se realizaron recorridos por todas las infraestructuras y el área de influencia del proyecto (ver Anexo 1).

### 3.3.2. Matrices de evaluación de impacto ambiental

Se empleó una matriz de evaluación como instrumento que permitió registrar el grado de cumplimiento de las acciones específicas relacionadas con el Programa de Monitoreos Ambientales y el cumplimiento en materia ambiental, dirigida al área de SSOMA de la Estación Hidroeléctrica Chancay.

La metodología aplicada utilizado para la determinación y evaluación de los IA del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay se presentó en el Anexo 1:

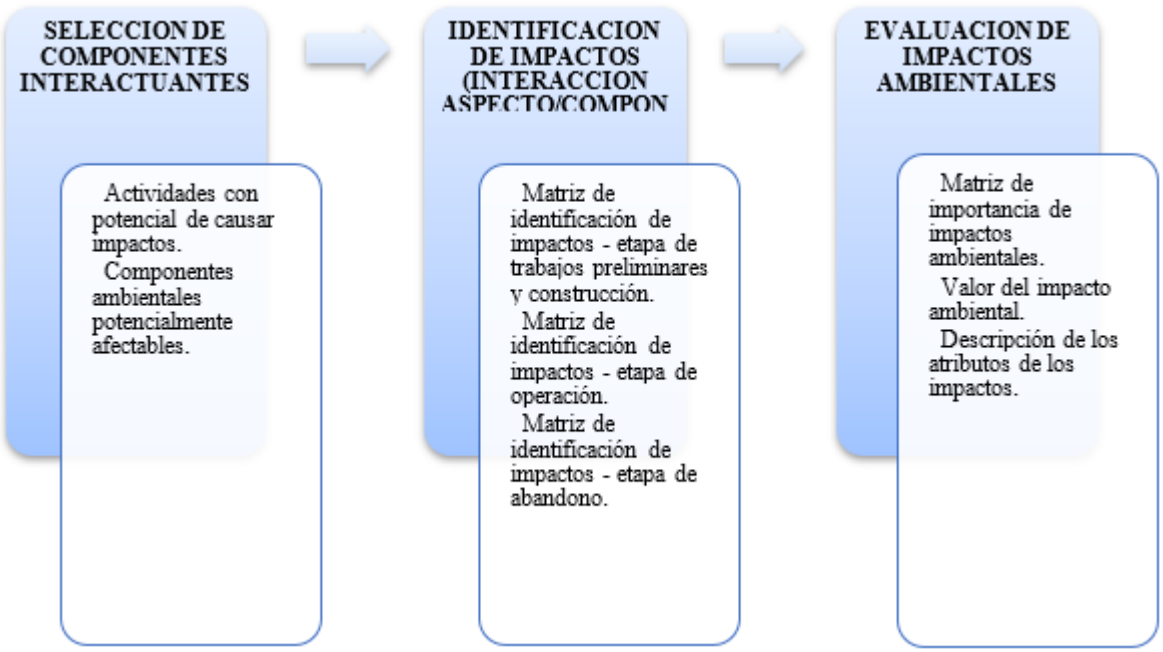
- Matriz de identificación de aspectos de IA.
- Matriz de evaluación de IA.
- Hallazgos

Para comprobar la validez de los instrumentos, se empleó la validación mediante juicio de expertos, conformado por tres ingenieros ambientales colegiados y habilitados, quienes aplicaron los siguientes criterios de evaluación: claridad, coherencia, relevancia, lenguaje, asertividad y nivel de orientación al tema (ver Anexo 2).

En la Figura 3 se visualizaron las etapas empleadas para la evaluación de los IA, que comprendieron la selección de los elementos interactuantes, la identificación de los impactos y su respectiva evaluación.

***Figura 3***. Identificación y evaluación de los impactos ambientales.

*Fuente:* Evaluación Ambiental Preliminar – Central Hidroeléctrica Chancay (2013).




### 3.3.3. Análisis de la calidad de agua superficial

Se realizó la toma y análisis de las muestras empleando como referencia metodologías estándar y oficiales, tales como las establecidas por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) y la *Environmental Protection Agency* (EPA), además de lo señalado en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aguas del Ministerio de Energía y Minas, Subsector Minería, donde se establecen los lineamientos fundamentales para la correcta ejecución de este procedimiento.

El monitoreo de la calidad del agua fue ejecutado por la empresa Inspectorate Services Perú S.A.C., detallándose en la tabla correspondiente las características técnicas de los equipos que fueron utilizados durante el desarrollo de las actividades de muestreo y análisis.

**Tabla 3**

*Instrumentos de medición para monitoreo de calidad de agua*

| Trimestre | Equipo | Modelo / N° de Serie | Certificado de verificación/ calibración |
|---|---|---|---|
| I | Multiparámetro WTW | Multi 350i / 14232031 | Sí |
| II | Multiparámetro HACH | HQ40d / 171200005038 | Sí |
| III | Multiparámetro WTW | Multi 3430 / 15191783 | Sí |
| IV | Multiparámetro WTW | Multi 3430 / 15191817 | Sí |

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

Para la codificación y tabulación de los datos, se emplearon las siguientes técnicas:

#### 3.4.1. Análisis documental

Se revisaron fuentes bibliográficas, publicaciones especializadas y portales en línea mediante el análisis de documentos y sus respectivos medios, los cuales estaban directamente vinculados con los temas de investigación.

Posteriormente, se llevó a cabo la recopilación de información con el apoyo del área de SSOMA de la Central Hidroeléctrica Chancay.

- Documentos escritos
- Documentos gráficos
- Documentos estadísticos

#### 3.4.2. Análisis cualitativo

Teniendo en consideración la información que fue recopilada mediante los instrumentos ambientales de la Central Hidroeléctrica Chancay.

#### 3.4.3. Análisis cuantitativo

Teniendo en cuenta la información recopilada mediante los instrumentos aplicados en la Central Hidroeléctrica Chancay, esta fue procesada para su posterior interpretación.

### 3.5. Matriz de consistencia

La matriz de consistencia que resume el analisis se visualiza en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Matriz de consistencia*

| *TITULO: "Evaluación De Los Impactos Ambientales Y Calidad De Agua En La Central Hidroeléctrica Chancay, Huaral"* | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Problema general | **Objetivo general** | **Hipótesis general** | **V. I.** | - Impacto en la Cuenca hidrográfica<br>- Poblaciones dentro del área de influencia<br>- Actividades económicas<br>- Conflictos socioambientales<br>- Actividades con potencial de causar impactos<br>- Componentes ambientales potencialmente afectables<br>- Atributos de los impactos<br>- Matriz de identificación de impactos<br>- Matriz de importancia de impactos ambientales<br>- Valor del impacto ambiental<br>- Medidas de manejo de impactos potenciales<br>- Manejo de efluentes<br>- Programa de relaciones comunitarias<br>- Programa de monitoreo<br>- Plan de contingencia |
| ¿Cómo influye la evaluación de impacto ambiental de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad ambiental del agua? | Determinar la influencia de la evaluación de impacto ambiental de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad ambiental de agua. | La evaluación de impacto ambiental de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay influye significativamente en la calidad ambiental del agua. | Evaluación del impacto ambiental | |
| Problemas específicos | **Objetivos específicos** | **Hipótesis específicas** | **V.D.** | - pH<br>- Oxígeno disuelto<br>- Conductividad específica<br>- Aceites y grasas<br>- PCB total<br>- Pesticidas organoclorados<br>- Aldrín<br>- Clordano<br>- Dicloro Difnil Tricloroetano (DDT)<br>- Dieldrín<br>- Endosufrán<br>- Endrín<br>- Heptacloro y heptacloro epóxico<br>- Lindano<br>- Metales totales ICP - MS<br>- Cianuro wad<br>- Fenoles<br>- Sustancias Activas Azul Metileno (SAAM)<br>- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) |
| - ¿En qué medida el análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye en la calidad del agua?<br>- ¿En qué medida el análisis de la situación ambiental del ámbito del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye en la calidad del agua?<br>- ¿En qué medida las matrices de evaluación de | - Analizar la influencia del análisis de la línea base del proyecto Estacion Hidroeléctrica Chancay en la calidad del agua.<br>- Analizar la influencia del análisis de la situación ambiental del ámbito del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad del agua.<br>- Analizar la influencia de las matrices de evaluación de impactos ambientales Central Hidroeléctrica | - El análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye directamente en la calidad del agua.<br>- El análisis de la situación ambiental del ámbito del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad del agua.<br>- Las matrices de evaluación de impactos ambientales Central Hidroeléctrica Chancay | Calidad ambiental | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye en la calidad del agua?<br>- ¿En qué medida el plan de manejo ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye en la calidad del agua? | Chancay en la calidad del agua.<br>- Analizar la influencia del plan de manejo ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay en la calidad del agua. | influye directamente en la calidad del agua.<br>- El plan de manejo ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay influye directamente en la calidad del agua. | - Demanda Química de Oxígeno (DQO)<br>- Alcalinidad de Bicarbonatos<br>- Determinación de Aniones (IC)<br>- Cloruro<br>- Fluoruro<br>- Nitrito<br>- Nitrato+Nitrito<br>- Sulfato<br>- Coliformes fecales o temotolerantes<br>- Escherichia coli<br>- Huevos de Helmintos |

# 4. CAPITULO IV. RESULTADOS

## 4.1. Análisis de resultados

### 4.1.1. Análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial

En 2013 se elaboró la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP) de la Estación Hidroeléctrica Chancay 20 MW, donde se estableció la línea base ambiental para identificar las condiciones iniciales del entorno y los posibles impactos del proyecto. La toma de muestras de agua se efectuó bajo metodologías oficiales de la EPA (1992) y la APHA (1992), asegurando la validez técnica de los resultados. El estudio caracterizó el área como de topografía accidentada, con suelos rocosos, clima templado y régimen hidrológico estable, destacando una calidad de agua dentro de los parámetros permisibles y apta para uso hidroenergético.

Asimismo, el componente biótico registró una diversidad moderada de flora andina y ribereña, junto con fauna típica de zonas altoandinas, principalmente aves y pequeños mamíferos. No se identificaron especies endémicas ni en peligro crítico al interior del área de influencia, lo que evidenció una baja sensibilidad ecológica y un entorno ambiental compatible con el desarrollo de las actividades hidroeléctricas del proyecto.

En el marco del Informe Técnico Sustentatorio ITS (2015) del proyecto Estación Hidroeléctrica Chancay 20 MW, se identificaron actividades con potencial de afectar la calidad del agua superficial, principalmente en el transcurso de la fase constructiva. Entre ellas destacan la remoción de tierras, adecuación de vías de acceso, construcción de túneles y manejo de materiales excedentes (DME). Estas acciones, si bien temporales, pueden generar incrementos en la carga de sedimentos, turbidez y arrastre de sólidos suspendidos hacia el cauce del río Chancay, lo que representa un impacto directo sobre su calidad físico-química.

Asimismo, se reconocen aspectos ambientales asociados al uso de maquinaria pesada y almacenamiento de combustibles, que pueden originar descargas accidentales de aceites y lubricantes, afectando la composición química del agua y su oxigenación. Para prevenir estos riesgos, el titular del proyecto implementó medidas de manejo ambiental, tales como la instalación de barreras de retención de sedimentos, canales de drenaje controlado, almacenamiento en zonas impermeabilizadas, y mantenimiento periódico de equipos, evitando así la infiltración de contaminantes al suelo o cuerpos de agua cercanos.

Durante la operación, los impactos potenciales se asocian principalmente a la variación del régimen hídrico por la derivación temporal del caudal en el tramo de captación. No obstante, el diseño hidráulico de la central garantiza la restitución del flujo aguas abajo, asegurando la continuidad ecológica del río y manteniendo niveles adecuados de oxígeno disuelto, indispensables para la biota acuática. Además, el ITS plantea la ejecución de un programa de control de calidad de agua superficial en puntos estratégicos de la cuenca, con el fin de verificar el cumplimiento permanente de los ECA para Agua (D.S. N.º 002-2008-MINAM) y detectar oportunamente cualquier desviación atribuible a las operaciones.

En conjunto, la información actualizada del ITS refuerza la línea base ambiental establecida en la EVAP, evidenciando que el río Chancay mantiene una calidad de agua estable y controlada, con impactos localizados, temporales y mitigables, gracias a las estrategias de manejo ambiental implementadas. Esto confirma que el proyecto es ambientalmente viable en términos de la protección y preservación del recurso hídrico superficial.

La modificación de la tubería forzada contemplada en el Segundo Informe Técnico Sustentatorio ITS del año (2018) no introdujo modificaciones significativas en la calidad del agua superficial del río Chancay, debido a que las obras se desarrollaron dentro del mismo corredor hidráulico autorizado y mantuvieron la descarga en el punto original. No obstante, el informe actualizó la caracterización del entorno físico, señalando que el cauce del río conservaba su estabilidad morfológica y que los niveles de turbidez se mantenían bajos, sin presencia de contaminantes orgánicos o metálicos relevantes.

Asimismo, el ITS identifica como aspecto ambiental relevante el riesgo de incremento temporal de sólidos suspendidos durante las maniobras de instalación y anclaje de la nueva tubería, recomendando la implementación de barreras de contención, limpieza programada de áreas de trabajo y confinamiento del material excedente para evitar arrastre hacia el cauce. También se refuerzan las medidas de control de escorrentías superficiales mediante zanjas de coronación y sistemas de drenaje perimetral, que reducen el riesgo de erosión o sedimentación en los puntos de captación.

De acuerdo con la actualización ambiental del ITS del año (2021), la calidad del agua superficial se mantuvo dentro de los límites establecidos por el D.S. N.° 004-2017-MINAM, sin evidenciarse impactos permanentes ni acumulativos sobre el recurso hídrico. Las acciones de manejo implementadas aseguraron la protección del cauce y la preservación de las condiciones naturales del río, garantizando que el proyecto conserve su compatibilidad

con los lineamientos de sostenibilidad ambiental definidos para la cuenca del río Chancay SINERSA (2021).

La información presentada en el Cuarto Informe Técnico Sustentatorio evidenció que la línea base ambiental del proyecto Estaciones Hidroeléctrica Chancay se mantuvo dentro de los parámetros físico-químicos aceptables para la calidad del agua superficial. Se reforzó la ejecución de programas de monitoreo ambiental orientados al control de turbidez, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos, garantizando la continuidad ecológica del cauce del río Chancay. Asimismo, se implementaron medidas específicas de prevención y mitigación vinculadas a las modificaciones en las obras de captación y transporte de agua, tales como el control de sedimentación, la gestión adecuada de residuos líquidos y la habilitación de drenajes temporales, contribuyendo a minimizar los impactos potenciales sobre la calidad del recurso hídrico durante la etapa constructiva modificada. Estas acciones fortalecieron la línea base ambiental, consolidándola como una referencia técnica confiable para el estudio de impactos futuros del proyecto.

En la Tabla 5 se visualizan los resultados de la caracterización base de la calidad de agua superficial, en el que se aprecia que la normativa de comparación es el D.S. N°002.2008-MINAM Estándar de Calidad Ambiental de agua vigente en el 2013.

De todos los parámetros físico-químicos evaluados, sólo el pH no cumple con el rango establecido como estándar, estando en la mayoría de casos por encima de éste, presentando una tendencia alcalina (todos los pH por encima de 8), la razón probable de ésta es la naturaleza del basamento aguas arriba de los puntos de muestreo, donde las aguas en su descenso arrancan los minerales alcalinos de la rocas y suelos.

Los parámetros fisicoquímicos, conductividad, oxígeno disuelto, $DBO_5$, DQO, nitratos, nitritos, sulfatos, sulfuros y cloruros, están debajo o en el rango de los valores establecidos por el ECA. Los valores de los parámetros aceites y grasas y detergentes (S.A.A.M), están inferiores a los límites de detección de los ensayos de laboratorio < 1.0 mg/L y < 0.025 mg/L según corresponda, los que a su vez están muy por debajo de los ECA.

**Tabla 5**

*Caracterización de la calidad de agua superficial*

| Parámetro | Límite de Detección | Unidad | Estaciones de Evaluación | | | VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AGU-01 | AGU-02 | AGU-03 | A[1] | B[2] |
| **Físico-químicos** | | | | | | | |
| pH | | Unid. pH | 8.61 | 8.27 | 8.63 | 6.5-8.5 | 6.5-8.4 |
| Temperatura | | °C | 15 | 13.4 | 14.1 | - | - |
| Oxígeno Disuelto | | mg/L | 1123 | 1105 | 1110 | <2000 | <=5000 |
| Turbidez | | mg/L | 8.36 | 8.00 | 7.6 | >=4 | >5 |
| Conductividad | | uS/cm | <0.4 | <0.4 | <0.4 | - | - |
| DBO5 | | mg/L | <2.00 | <2.00 | <2.00 | 15 | - |
| DQO | | mg/L | <5.0 | <5.0 | <5.0 | 40 | <=15 |
| Nitratos | | mg/L | 0.3 | 0.27 | 0.23 | 10 | 50 |
| Nitritos | | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.06 | 1 |
| Sulfatos | | mg/L | 71.17 | 68.05 | 75.08 | 300 | 1 |
| Sulfuros | | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.05 | 500 |
| STD | | mg/L | 235 | 239.5 | 239.5 | - | 0.05 |
| Cloruros | | mg/L | 12.4 | 11.65 | 11.35 | 100-700 | - |
| Orgánicos | | | | | | | |
| Aceites y Grasas | | mg/L | <1.00 | <1.00 | <1.00 | 1 | 1 |
| S.A.A.M. | | mg/L | <0.025 | <0.025 | <0.025 | 1 | 1 |
| **Microbiológicos** | | | | | | | |
| Colif. Totales | | NMP/100 | $70x10^1$ | $17x10^1$ | $28x10^1$ | 5000 | 5000 |
| Colif. Termotolerantes | | NMP/100 | 6.8 | 6.8 | <1.8 | 2000 | 1000 |

| Parámetro | Límite de Detección | Unidad | Estaciones de Evaluación | | | VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | AGU-01 | AGU-02 | AGU-03 | A[1] | B[2] |
| | | | Metales | | | | |
| Aluminio | | mg/L | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 5 | 5 |
| Antimonio | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | - | - |
| Arsénico | | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.1 |
| Bario Total | | mg/L | 0.041 | 0.043 | 0.044 | 0.7 | - |
| Berilio | | mg/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | - | 0.1 |
| Boro | | mg/L | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5-6 | 5 |
| Bismuto | | mg/L | <0.03 | <0.03 | <0.03 | - | - |
| Calcio | | mg/L | 55.58 | 59.25 | 63 | - | - |
| Cadmio | | mg/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.005 | 0.01 |
| Cobalto | | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.05 | 1 |
| Cobre | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.2 | 0.5 |
| Cromo VI | | mg/L | <0.004 | <0.004 | <0.004 | 0.1 | 1 |
| Estaño | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | - | - |
| Estroncio | | mg/L | 0.596 | 0.638 | 0.674 | -- | |
| Hierro | | mg/L | 0.02 | 0.06 | 0.09 | 1 | 1 |
| Indio | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | - | - |
| Litio | | mg/L | <0.025 | <0.025 | <0.025 | 2.5 | 2.5 |
| Magnesio | | mg/L | 8.96 | 9.54 | 10.17 | 150 | 150 |
| Manganeso | | mg/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.2 | 0.2 |
| Mercurio | | mg/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Molibdeno | | mg/L | <0.003 | <0.003 | <0.003 | | |
| Níquel | | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.2 | 0.2 |
| Plata | | mg/L | <0.008 | <0.008 | <0.008 | 0.05 | 0.05 |
| Plomo | | mg/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.05 | 0.05 |
| Potasio | | mg/L | 1.603 | 1.698 | 1.694 | -- | - |
| Sodio | | mg/L | 9.9 | 9.7 | 9.8 | - | - |
| Selenio | | mg/L | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.05 |
| Talio | | mg/L | <0.02 | <0.02 | <0.02 | - | - |
| Titanio | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | - | - |
| Teluro | | mg/L | <0.005 | <0.005 | <0.005 | - | - |

Fuente: Informes de Ensayo Nº 04412-2010 - Servicios Analíticos Generales S.A.C.
* ECA, Categoría 3: agua para riego de vegetales y bebida de animales.
1 A: Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto
2 B: Parámetros para bebidas de animales
Elaboración: JWC, 2012.

En los parámetros microbiológicos, específicamente en el de coliformes totales, solo en un punto ha sobrepasado el nivel del estándar correspondiente a 5000 NMP/100 ml de agua. Este corresponde a la estación AGU-07, con aproximadamente 8 veces el valor del estándar, la razón es debida muy probablemente a que es el punto más próximo aguas abajo de la descarga de los colectores del poblado de Acos, para este mismo parámetro el punto AGU-07, tiene un valor próximo, pero por debajo del estándar, al igual que el caso anterior su alto valor puede deberse a las descargas del campamento de trabajadores que construían en la época del monitoreo el puente de Pirca.

En el caso de los parámetros inorgánicos casi todos están por debajo de los estándares correspondientes, tanto en su uso para riego como para bebida de animales, a excepción del boro que para todos los puntos esta fuera del rango del estándar de riego de vegetales que está entre 0.5-6, registrándose para todos los puntos valores por debajo de 0.5 mg/L, en este caso es difícil hacer conjeturas sobre el comportamiento de este parámetro.

### 4.1.2. Evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua

Los impactos o efectos potenciales generados a lo largo de la fase de construcción, operación y cierre del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay fueron analizados mediante la aplicación de tablas de interacción sistemática tipo causa-efecto, considerando la relación entre los elementos del proyecto y los elementos del medio ambiente. La evaluación contempló la naturaleza de los impactos adversos o favorables, su carácter directo o indirecto, así como su acumulación, sinergia y temporalidad. Los estudios se fundamentaron en la convergencia de criterios técnicos de especialistas en evaluación ambiental. En síntesis, el proceso metodológico empleado para la identificación y valoración de los IA del proyecto fue estructurado de manera planificada y técnica, garantizando la consistencia y objetividad en la determinación de los efectos sobre el entorno:

- Estudio del proyecto.
- Evaluación del estado ambiental del ámbito del proyecto.
- Identificación de los aspectos e IA potenciales.
- Descripción de los principales IA potenciales

Durante la evaluación ambiental de la Estación Hidroeléctrica Chancay 20 MW se aplicaron criterios técnicos para identificar, valorar y jerarquizar los IA relacionados con la calidad del agua superficial, permitiendo determinar las interacciones causa–efecto entre las actividades del proyecto y las posibles variaciones en los componentes físico-químicos e hidrobiológicos del río Chancay.

Las matrices de evaluación del IA permitieron calificar los efectos como de significancia baja a media, dependiendo del componente afectado y la etapa del proyecto. Entre los impactos más relevantes identificados destacan:

- Incremento temporal de la turbidez en el tramo de captación.
- Riesgo de contaminación puntual por hidrocarburos.
- Alteración mínima del flujo hídrico en sectores intervenidos.

A lo largo de la etapa de construcción, las actividades con mayor potencial de impacto correspondieron al desbroce, remoción de tierras, excavación de túneles y almacenamiento temporal de materiales. Estas acciones ocasionaron aumentos momentáneos de sólidos suspendidos y turbidez, además del riesgo de derrames de combustibles o aceites que podrían modificar la calidad química del agua. La magnitud de estos impactos se calificó como moderada, de corta duración y reversible, siempre que se cumplieran las medidas de prevención establecidas.

Durante la fase de operación, los impactos se relacionaron principalmente con la modificación del régimen de caudales y la variación de los niveles de oxígeno disuelto ocasionada por la derivación del flujo natural. No obstante, la magnitud de estos efectos fue baja, debido al diseño técnico del sistema que permitió restituir el caudal captado aguas abajo, asegurando la continuidad ecológica del río y evitando la degradación de la calidad del recurso hídrico.

Para cada impacto identificado se definieron medidas de control y programas de seguimiento ambiental, que incluyeron la instalación de sistemas de drenaje y sedimentación, el manejo correcto de lubricantes y combustibles, y la revegetación progresiva de las zonas intervenidas. Asimismo, se estableció la ejecución de controles trimestrales de la calidad del agua, con el propósito de verificar el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM.

En la actualización del Segundo Informe Técnico Sustentatorio se identificaron los IA potenciales asociados a las actividades de modificación de la tubería forzada, considerando tanto la fase constructiva como la operativa. El análisis destacó que las labores se desarrollaron en zonas previamente intervenidas por la infraestructura original, lo que minimizó significativamente la posibilidad de generar nuevos impactos sobre los componentes hídricos del entorno.

El principal aspecto ambiental identificado estuvo vinculado a las actividades de remoción de tierras y manejo de materiales a lo largo de la sustitución de la tubería. Dichas

acciones generaron incrementos temporales en la turbidez y en los sólidos suspendidos del río Chancay, especialmente en los sectores cercanos a la captación. No obstante, el ITS estableció que estos impactos fueron de baja magnitud, reversibles y de corta duración, siempre que se aplicaran adecuadamente las medidas de control y confinamiento del material excedente.

Asimismo, se identificó el riesgo potencial de filtraciones o derrames menores de combustibles y aceites provenientes de la maquinaria utilizada. Para mitigar este riesgo, el proyecto contempló la implementación de áreas de mantenimiento con pisos impermeabilizados y sistemas de contención, además de la disposición segura de desechos peligrosos a través de empresas autorizadas, lo que permitió prevenir episodios de contaminación puntual en el agua superficial.

Entre las acciones de prevención y mitigación consideradas, se incluyó la instalación de barreras físicas temporales, el uso de sedimentadores naturales, la limpieza controlada de las zonas de excavación y la ejecución de monitoreos frecuentes de parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto y aceites y grasas. Estas acciones permitieron mantener la calidad del agua dentro de los valores establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM y garantizar la estabilidad ecológica del cauce del río Chancay.

El ITS de (2021) concluye que los impactos asociados a las obras de modificación no generan afectaciones significativas ni permanentes sobre el recurso hídrico, dado que el diseño actualizado garantiza la restitución del caudal derivado y la continuidad ecológica del río. De esta forma, el proyecto reafirma su compatibilidad ambiental y su compromiso con la gestión sostenible de los recursos naturales de la cuenca del Chancay (SINERSA, 2021).

Las obras de adecuación de la tubería forzada y la mejora de las vías de ingreso pueden generar procesos temporales de erosión, aumento de turbidez y arrastre de sedimentos hacia el río Chancay. Durante la fase de construcción, estos impactos se clasifican como de intensidad moderada, corta duración y reversibles, siempre que se implementen las medidas de control establecidas.

Se identifican impactos puntuales vinculados a ligeras variaciones en los parámetros físico-químicos del agua, como pH, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto, ocasionados principalmente por el movimiento de suelos y posibles fugas de aceites o lubricantes. Para prevenir y controlar estos efectos, se plantea la instalación de sistemas de drenaje y sedimentación en las áreas afectadas, la revegetación progresiva de taludes, el manejo correcto de combustibles y lubricantes, así como la ejecución de un programa de control trimestral que garantice el cumplimiento de los ECA Agua.

Según la evaluación realizada, el proyecto no produce impactos significativos ni irreversibles sobre la calidad del agua, siempre que las estrategias de mitigación sean implementadas y monitoreadas adecuadamente. Este resultado confirma la sostenibilidad ambiental de la Estación Hidroeléctrica Chancay y su coherencia con los objetivos de conservación y protección del hídrico en la cuenca del río Chancay (ver Tabla 6).

Dentro de los componentes ambientales potencialmente afectables en el medio físico, tenemos al componente agua.

**Tabla 6**

*Matriz de identificación de impactos (etapa de trabajos preliminares y construcción)*

| | | | Impactos Ambientales | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Actividades** | **Aspectos Ambientales** | **Medio Físico** | **Medio Biológico** | **Medio Socioeconómico y Cultural** |
| **TRABAJOS PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN** | Coordinaciones técnicas preliminares | Interrelación social | --- | --- | Riesgo de sobre expectativas de la población |
| | Empleo de equipos de topografía y sondaje | Emisión de ruido | Incremento de los niveles sonoros | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre | -- |
| | | Acondicionamiento del terreno | Compactación del suelo | Pérdida y/o remoción de vegetación | -- |
| | Demanda de mano de obra y requerimiento logístico | Contratación de personal | --- | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre Pérdida y/o remoción de vegetación | Generación de empleos Mejora de la actividad comercial local Inmigración de población con fines de empleo y/o comercio Potenciales conflictos |
| | | Contratación de servicios locales | --- | --- | Generación de empleos indirectos Mejora de la actividad comercial Local. |
| | Saneamiento de servidumbre | Contratación con propietarios, posesionarios y/o comunidades campesinas | Cambio de uso de suelos | --- | Riesgo de sobre expectativas de propietarios y/o posesionarios |

| | Actividades | Aspectos Ambientales | Impactos Ambientales | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Medio Físico | Medio Biológico | Medio Socioeconómico y Cultural |
| TRABAJOS PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN | Roce y limpieza de terrenos | Acondicionamiento del terreno | Compactación del suelo<br>Cambio de uso de suelos<br>Alteración del paisaje loca | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre<br>Pérdida y/o remoción de vegetación | --- |
| | | Emisión de material particulado | Alteración de la calidad del aire | --- | --- |
| | | Emisión de ruido | Incremento de los niveles sonoros | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre | --- |
| | Implementación y uso de estructuras temporales | Uso y ocupación de suelo | Compactación del suelo<br>Cambio de uso de suelos<br>Riesgo de contaminación de suelos<br>Alteración del paisaje local | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre<br>Pérdida y/o remoción de vegetación | --- |
| | | Generación de Efluentes Líquidos | Riesgo de contaminación de suelos | --- | --- |

Nota: En las Tablas 4 y 5 se visualizan la identificación de impactos según actividad.

**Tabla 7**

*Matriz de identificación de impactos (etapa de operación)*

| | Actividades | Aspectos Ambientales | Impactos Ambientales | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Medio Físico | Medio Biológico | Medio Socioeconómico y Cultural |
| OPERACIÓN | | Contratación de personal | --- | --- | Generación de empleos<br>Riesgo de accidente laboral |
| | Mantenimiento y limpieza | Generación de Residuos | Riesgo de contaminación de suelos | --- | Riesgo de afectación a la salud del trabajador y de la población |
| | | Emisión de gases y/o material particulado | Alteración de la calidad del aire | --- | Riesgo de afectación a la salud del trabajador y de la población |
| | Desplazamiento de personal, maquinarias y equipos | Emisión de ruido | Incremento de los niveles sonoros | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre | Riesgo de afectación a la salud del trabajador |
| | | Velocidad de desplazamiento | --- | --- | Riesgo de accidente laboral<br>Riesgo a la seguridad de la población |
| | | Fugas y derrames de aceites, lubricantes e hidrocarburos | Riesgo de contaminación de suelos | Afectación a la flora y fauna | Riesgo de afectación a la salud del trabajador y de la población |

| | Actividades | Aspectos Ambientales | Impactos Ambientales | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Medio Físico | Medio Biológico | Medio Socioeconómico y Cultural |
| **OPERACIÓN** | Operación de equipamiento (turbina, transformador, etc.) | Generación de electricidad | Contribución a reducción de emisiones de gases de efecto invernadero | Alteración local del hábitat acuático | Incremento de energía eléctrica al SEIN<br>Incremento en la generación de ingresos fiscales y de canon |
| | | Emisión de ruido | Incremento de los niveles sonoros | --- | Riesgo de afectación a la salud del trabajador |
| | Tomas y descargas de los niveles de agua | Vertimiento de aguas residuales domésticas y/o industriales | Alteración de la calidad del agua superficial | Alteración local del hábitat acuático | Riesgo de afectación a la salud de los pobladores |
| | | Toma de agua mayor a lo permitido | --- | Alteración local del hábitat acuático | Riesgo de divergencias por la disminución del recurso hídrico para otros fines<br>Riesgo de afectación a la salud de la población |
| | | Disminución de caudal en sección de río (caudal ecológico) | Alteración de la calidad del agua superficial | Alteración local del hábitat acuático | Riesgo de divergencias por la disminución del recurso hídrico para otros fines<br>Riesgo de afectación a la salud de la población |

Una vez identificados los impactos ambientales del proyecto, se elabora una matriz de importancia (ver Figura 2, 3 y 4), la cual permite obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales, utilizando la metodología de la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales.

**Figura 2**

*Matriz de importancia de impactos ambientales (etapa de construcción)*

Significancia (IM) :
≥ 75 Muy alta
50 ≤ IM < 75 Alta
25 ≤ IM < 50 Moderada
IM < 25 Baja

| Nº | | Impactos Ambientales | Natura-leza (N) | Area de influencia (AI) | | | | Relación causa-efecto (RCE) | | Intensidad (I) | | | | Permanencia del efecto (PE) | | | Acumu-lación (AC) | | Sinergia (S) | | | Plazo de manifestación (PZ) | | | Reversibilidad (R) | | | Recupera-bilidad (RE) | | | Regularidad de manifestación (RM) | | | IMPORTANCIA O SIGNIFICANCIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Atributos | Positivo (+1) Negativo (-1) | Puntual (1) | Local (2) | Regional (4) | Extra-regional (8) | Indirecto (1) | Directo (4) | Baja (1) | Media (2) | Alta (4) | Muy alta (8) | Fugaz (1) | Temporal (2) | Permanente (4) | Simple (1) | Acumulativo (4) | Sin sinergismo (1) | Sinérgico (2) | Muy sinérgico (4) | Largo plazo (1) | Mediano plazo (2) | Inmediato (4) | Corto plazo (1) | Medio plazo (2) | Irreversible (4) | Inmediata (1) | Mitigable (4) | Irrecuperable (8) | Irregular (1) | Periódico (2) | Continuo (4) | Indice de Impor-tancia (IM) | Nivel de Importancia ó Significancia |
| 1 | FÍSICO | Alteración de la calidad del aire | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -18 | Signif. baja |
| 2 | | Incremento de los niveles sonoros | -1 | 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -22 | Signif. baja |
| 3 | | Cambio de uso de suelos | -1 | 1 | | | | | 4 | 1 | | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | 2 | | 1 | | | 1 | | | | | 4 | -23 | Signif. baja |
| 4 | | Erosión de suelos ribereños | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | 1 | | | | 2 | | | | 4 | | 4 | | 1 | | | -24 | Signif. baja |
| 5 | | Riesgo de contaminación de suelos | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 6 | | Compactación del suelo | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | 2 | | | | 4 | | 4 | | | 2 | | -24 | Signif. baja |
| 7 | | Alteración de calidad de agua superficial | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -21 | Signif. baja |
| 8 | | Alteración del paisaje local | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | | 3 | | 2 | | 1 | | | | | 4 | | 4 | | | 2 | | -24 | Signif. baja |
| 9 | BIOLÓGICO | Pérdida y/o remoción de vegetación | -1 | 1 | | | | 2 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | | 4 | | 2 | | | 4 | | 1 | | | -23 | Signif. baja |
| 10 | | Alteración del hábitat | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -20 | Signif. baja |
| 11 | | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | | 4 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -22 | Signif. baja |
| 12 | | Alteración local del hábitat acuático (macrobentos, plancton y peces) | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 4 | | | 2 | | -24 | Signif. baja |
| 13 | SOCIO ECONÓMICO | Alteración del normal tránsito peatonal | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -17 | Signif. baja |
| 14 | | Riesgo de afectación a la salud del trabajador | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | 1 | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 15 | | Riesgo de afectación a la salud de la población | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | 1 | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 16 | | Riesgo de accidente laboral | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | | -19 | Signif. baja |
| 17 | | Riesgo de sobre expectativas de la población | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -21 | Signif. baja |
| 18 | | Riesgo de divergencias con propietarios , posesionarios y/o Com. Camp. | -1 | 1 | | | | 2 | | 1 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | | -21 | Signif. baja |
| 19 | | Inmigración de población con fines de empleo y/o comercio | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | 2 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | | -20 | Signif. baja |
| 20 | | Riesgo de alteración del orden público | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | | -21 | Signif. baja |
| 21 | | Generación de empleos | 1 | | 2 | | | | 4 | | 2 | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | 24 | Signif. baja |
| 22 | | Generación de empleos indirectos | 1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | 18 | Signif. baja |
| 23 | | Mejora de la actividad comercial local | 1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | 19 | Signif. baja |
| 24 | | Mejora de vías de accesos | 1 | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | 2 | | | 2 | | 2 | | | | | 4 | 25 | Signif. moderada |

**Figura 3**

*Matriz de importancia de impactos ambientales (etapa de operación)*

Significancia (IM) :

| | |
|---|---|
| ≥ 75 | Muy alta |
| 50 ≤ IM < 75 | Alta |
| 25 ≤ IM < 50 | Moderada |
| IM < 25 | Baja |

| Nº | Impactos Ambientales y Sociales | Atributos | Natura-leza (N) | Area de influencia (AI) | | | | Relación causa-efecto (RCE) | | Intensidad (I) | | | | Permanencia del efecto (PE) | | | Acumu-lación (AC) | | Sinergia (S) | | | Plazo de manifestación (PZ) | | | Reversibilidad (R) | | | Recupera-bilidad (RE) | | | Regularidad de manifestación (RM) | | | IMPORTANCIA O SIGNIFICANCIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Positivo (+1) Negativo (-1) | Puntual (1) | Local (2) | Regional (4) | Extra-regional (8) | Indirecto (1) | Directo (4) | Baja (1) | Media (2) | Alta (4) | Muy alta (8) | Fugaz (1) | Temporal (2) | Permanente (4) | Simple (1) | Acumulativo (4) | Sin sinergismo (1) | Sinérgico (2) | Muy sinérgico (4) | Largo plazo (1) | Mediano plazo (2) | Inmediato (4) | Corto plazo (1) | Medio plazo (2) | Irreversible (4) | Inmediata (1) | Mitigable (4) | Irrecuperable (8) | Irregular (1) | Periódico (2) | Continuo (4) | Indice de Impor-tancia (IM) | Nivel de Importancia ó Significancia |
| 1 | FÍSICO | Incremento de los niveles sonoros | -1 | 1 | | | | 2 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -17 | Signif. baja |
| 2 | | Contribución a reducción de emisiones de gases de efecto invernadero | 1 | | | | 8 | 2 | | | 2 | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | 46 | Signif. moderada |
| 3 | | Riesgo de contaminación de suelos | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | | | 4 | -19 | Signif. baja |
| 4 | | Erosión de suelos ribereños | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 4 | | 1 | | | -20 | Signif. baja |
| 5 | | Alteración de la calidad del agua | -1 | | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | | 3 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -24 | Signif. baja |
| 6 | | Afectación en el uso de recursos hídricos para otros usos | -1 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -23 | Signif. baja |
| 7 | | Disminución del caudal ecológico | -1 | 1 | | | | | 4 | | 2 | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | 2 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -23 | Signif. baja |
| 12 | BIÓ-TICO | Afectación de flora y fauna | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -18 | Signif. baja |
| 13 | | Alteración de Avifauna | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 14 | | Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre terrestre | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 15 | | Alteración local del hábitat acuático (macrobentos, plancton y peces) | -1 | | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -24 | Signif. baja |
| 16 | SOCIO-ECONO-MICO | Generación de empleos | 1 | 1 | | | | 2 | | 1 | | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | 4 | | | 4 | 2 | | | | | 4 | 27 | Signif. moderada |
| 18 | | Riesgo de afectación a la salud de trabajadores ó pobladores | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 4 | | | | 4 | -22 | Signif. baja |
| 19 | | Incremento de energía eléctrica al SEIN | 1 | | | | 8 | | 4 | | 2 | | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | 4 | | | 4 | | | 8 | | | 4 | 52 | Signif. alta |
| 20 | | Incremento en la generación de ingresos fiscales y de canon | 1 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | 3 | | | 4 | | | 8 | | | 4 | 49 | Signif. moderada |

**Figura 4**

*Matriz de importancia de impactos ambientales (etapa de cierre)*

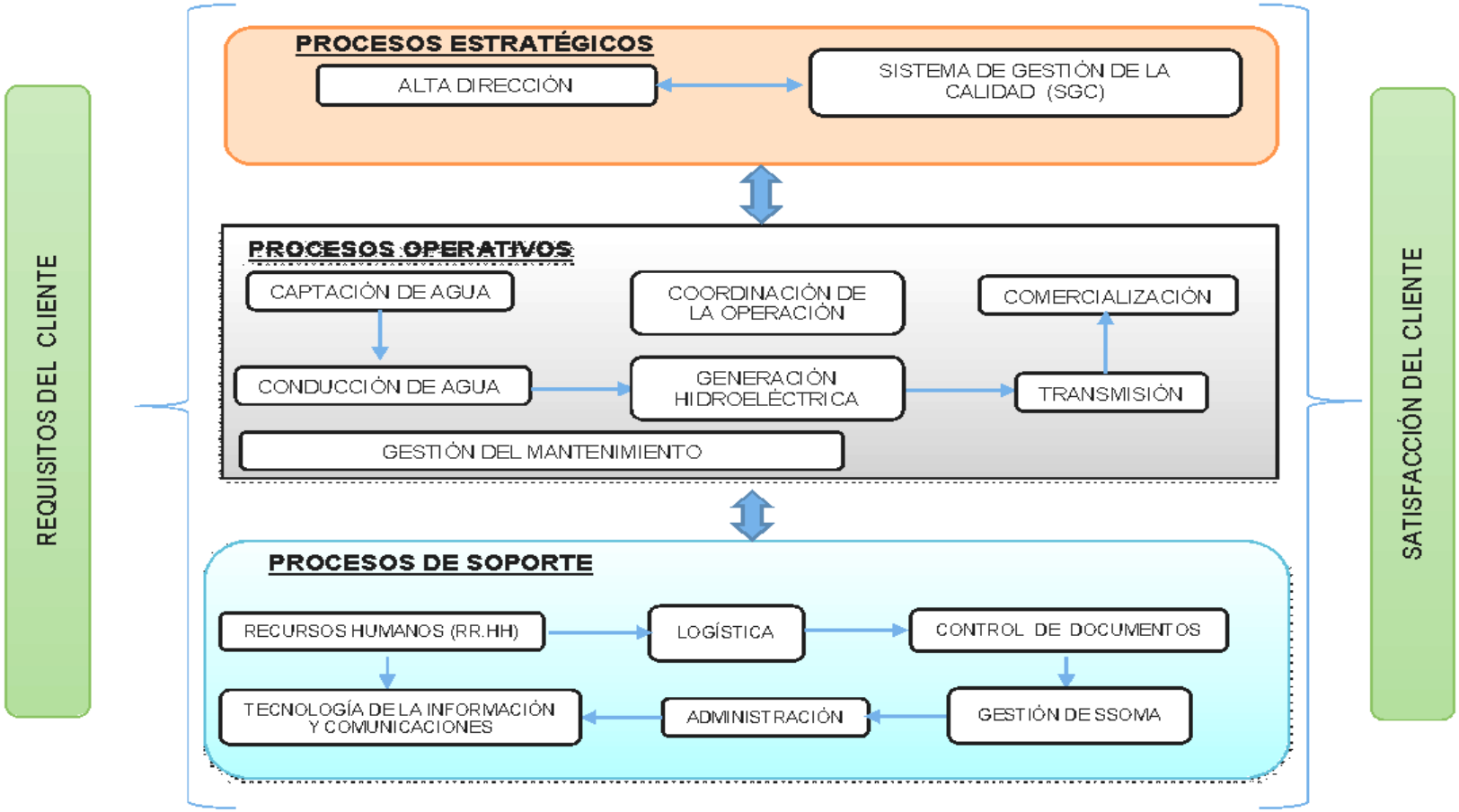
Significancia (IM) :

| | |
|---|---|
| ≥ 75 | Muy alta |
| 50 ≤ IM < 75 | Alta |
| 25 ≤ IM < 50 | Moderada |
| IM < 25 | Baja |

| Nº | Impactos Ambientales y Sociales | Atributos | Naturaleza (N) | Area de influencia (AI) | | | | Relación causa-efecto (RCE) | | Intensidad (I) | | | | Permanencia del efecto (PE) | | | Acumulación (AC) | | Sinergia (S) | | | Plazo de manifestación (PZ) | | | Reversibilidad (R) | | | Recuperabilidad (RE) | | | Regularidad de manifestación (RM) | | | IMPORTANCIA O SIGNIFICANCIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Positivo (+1) Negativo (-1) | Puntual (1) | Local (2) | Regional (4) | Extra-regional (8) | Indirecto (1) | Directo (4) | Baja (1) | Media (2) | Alta (4) | Muy alta (8) | Fugaz (1) | Temporal (2) | Permanente (4) | Simple (1) | Acumulativo (4) | Sin sinergismo (1) | Sinérgico (2) | Muy sinérgico (4) | Largo plazo (1) | Mediano plazo (2) | Inmediato (4) | Corto plazo (1) | Medio plazo (2) | Irreversible (4) | Inmediata (1) | Mitigable (4) | Irrecuperable (8) | Irregular (1) | Periódico (2) | Continuo (4) | Indice de Importancia (IM) | Nivel de Importancia ó Significancia |
| 1 | FÍSICO | Incremento de los niveles sonoros | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 16 | Signif. baja |
| 2 | | Alteración de la calidad del aire | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 3 | | Riesgo de contaminación de suelos | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | | 4 | | 1 | | | -19 | Signif. baja |
| 4 | | Riesgo de contaminación del agua | -1 | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -22 | Signif. baja |
| 5 | | Reconformación del escenario paisajístico | 1 | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | | | 4 | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | | 2 | | | | | 4 | 31 | Signif. baja |
| 6 | BIÓTICO | Ahuyentamiento temporal de individuos de fauna silvestre | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | -16 | Signif. baja |
| 7 | | Alteración local del hábitat acuático (macrobentos, plancton y peces) | -1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | -19 | Signif. baja |
| 8 | SOCIO-ECONÓ-MICO | Riesgo de accidente laboral | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 2 | | 1 | | | | | 4 | | 2 | | | 4 | | 1 | | | -21 | Signif. baja |
| 9 | | Disminución de la oferta energía eléctrica al SEIN | -1 | | 2 | | | | 4 | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 4 | | -22 | Signif. baja |
| 10 | | Disminución de ingresos fiscales | -1 | | 2 | | | | 4 | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | 4 | -22 | Signif. baja |
| 11 | | Pérdida de canon | -1 | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 2 | | -22 | Signif. baja |
| 12 | | Riesgo de afectación a la salud del trabajador | -1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | | 4 | | 2 | | 2 | | | 1 | | | -19 | Signif. baja |
| 13 | | Generación de empleos | 1 | 1 | | | | | 4 | | | 4 | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | | 4 | | | 4 | | | 8 | | | 4 | 42 | Signif. moderada |

**Figura 5**

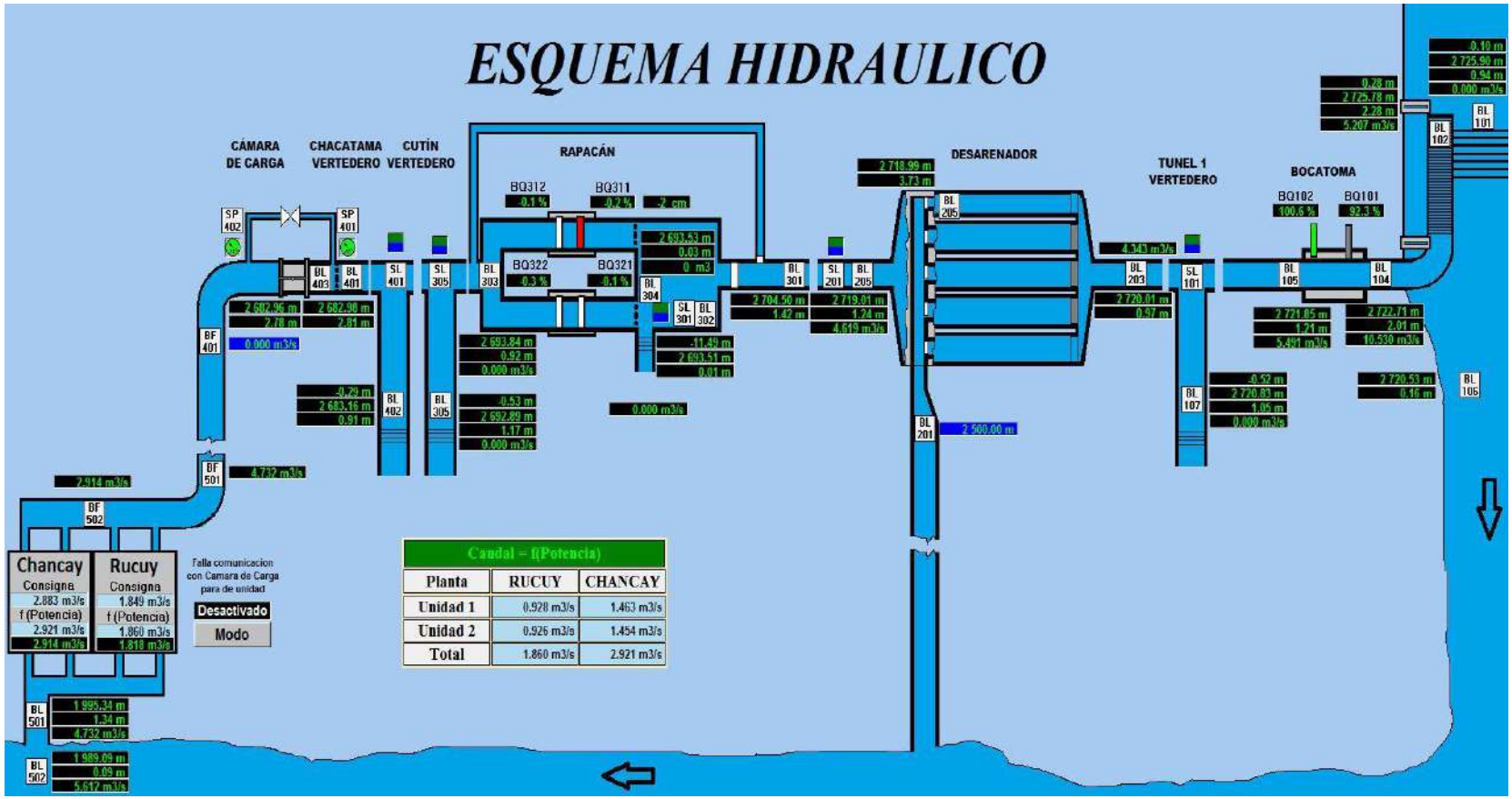
*Mapa de procesos de la Central Hidroeléctrica Chancay*



En la Figura 5 se observa que el mapa de procesos de la Central Hidroeléctrica Chancay representa la estructura integral de gestión que permite garantizar la eficiencia técnica y el cumplimiento ambiental del proyecto. En el nivel estratégico, la alta dirección y el Sistema de Gestión de la Calidad establecen las directrices para la planificación, control y mejora continua de las operaciones, asegurando la sostenibilidad del aprovechamiento hídrico. Los procesos operativos comprenden la captación, conducción y generación de energía, etapas fundamentales para transformar el caudal del río Chancay en energía limpia, minimizando impactos sobre el entorno. Finalmente, los procesos de soporte como la gestión de SSOMA, logística, recursos humanos y administración brindan el sustento técnico y organizacional necesario para mantener la operatividad y la seguridad ambiental. Este enfoque integrado permite optimizar el desempeño del proyecto, fortalecer la gestión de riesgos y consolidar su contribución al desarrollo energético sostenible de la cuenca del río Chancay.

**Figura 6**

*Esquema Hidráulico de la Central Hidroeléctrica Chancay*



En la Figura 6 se presenta el esquema hidráulico integral de la Estación Hidroeléctrica Chancay, el cual detalla el flujo operativo desde la captación hasta la restitución del caudal al río. El sistema inicia en la bocatoma principal, equipada con compuertas de control y estructuras de protección contra sólidos gruesos. Desde allí, el agua es derivada hacia el desarenador, donde se separan partículas sedimentables mediante cámaras de decantación dispuestas en paralelo. Posteriormente, el flujo pasa hacia la cámara de carga, que estabiliza el régimen hidráulico antes de ingresar a la conducción principal. La infraestructura contempla la operación de dos unidades de generación: la planta Chancay, con un caudal de diseño de 2.587 $m^3/s$, y la planta Rucuy, con 1.585 $m^3/s$, garantizando una gestión eficiente del recurso hídrico en función de la disponibilidad natural del cauce.

El sistema de conducción está compuesto por túneles, tuberías forzadas y válvulas de compuerta que permiten regular presiones y caudales de forma controlada. En este tramo se incluyen los puntos de contro, que operan como nodos de monitoreo hidráulico, permitiendo registrar pérdidas de carga, presiones internas y caudales instantáneos. Asimismo, el esquema incorpora vertederos de seguridad (Cutín, Chacatama y Rapicán), diseñados para evacuar excedentes durante crecidas, manteniendo la integridad estructural del sistema. La disposición secuencial y la redundancia hidráulica reducen riesgos de sobrepresión y optimizan la eficiencia energética del conjunto.

Finalmente, el esquema muestra la restitución del agua hacia el cauce del río Chancay mediante canales de descarga controlados, asegurando la continuidad ecológica y cumpliendo con los ECA para agua. La disposición hidráulica evidenciada en el plano refleja un diseño orientado a la sostenibilidad operativa, integrando control automatizado, medición continua y sistemas de disipación de energía. Este conjunto de elementos permite a la Central Hidroeléctrica Chancay mantener una operación estable, eficiente y ambientalmente compatible con las condiciones naturales de la cuenca, consolidando su rol como infraestructura clave dentro del sistema hidroenergético nacional.

### 4.1.3. Análisis de la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial en *el periodo 2018-2024*

#### *4.1.3.1. Resultados del monitoreo ambiental de la calidad de agua superficial en el periodo 2018-2024*

La Central Hidroeléctrica Chancay dispone de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) diseñado para su implementación durante las fases de construcción, operación y cierre del proyecto. Dicho plan ha sido elaborado considerando los posibles impactos ambientales previamente identificados, así como la observancia del marco normativo vigente.

La empresa Sindicato Energético S.A – SINERSA, en cumplimiento con el Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, D.S. N° 29-94-EM, que establece que los titulares de las Concesiones y/o Autorizaciones tendrán que presentar anualmente un informe del ejercicio anterior, antes del 31 de marzo del año siguiente; Suscrito por un Auditor Ambiental registrado en el Ministerio de Energía y Minas, dando cuenta sobre el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, recomendaciones del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) si lo hubiera y de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) aprobados previamente, así como un informe consolidado de los controles efectuados a sus emisiones y/o vertimientos de residuos.

Asimismo, el Artículo N° 9 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, señala que el Estado velará por la conservación del Medio Ambiente y el Patrimonio Cultural de la Nación, de igual manera el uso racional de los recursos naturales en la evolución de las actividades asociadas con la generación, transmisión y repartición de energía eléctrica.

Sobre la base de esta normatividad, SINERSA ha elaborado el presente informe anual incluyendo las actividades desarrolladas en el periodo 2018, enmarcado en su política de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente.

Es preciso indicar que en el periodo 2018 se realizaron diversas actividades de conservación ambiental, entre las cuales destacan; capacitación ambiental, forestación y reforestación, monitoreos ambientales de nivel de ruido, calidad de aire, calidad de agua, campos electromagnéticos, hidrobiológico y biológico (flora y fauna), monitoreo de producción de desechos sólidos peligrosos y no peligrosos.

En las Tablas 8 y 9 se presentan los resultados de la evaluación de la calidad del agua correspondiente al año 2018 en la Central Hidroeléctrica Chancay, evaluado en las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 durante los cuatro trimestres. Los análisis evidenciaron que algunos parámetros físico-químicos superaron los ECA para agua, establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM. En particular, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) alcanzaron concentraciones de hasta 1902 mg/L en la estación AGU-02 durante el primer trimestre, superando ampliamente el valor referencial de 1000 mg/L. Asimismo, se registraron valores elevados de turbidez, con un máximo de 21.2 NTU en la estación AGU-01, y ligeros incrementos en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), llegando a 2.25 mg/L en la estación AGU-03

Estos resultados indican que, si bien la mayoría de los parámetros se mantuvieron dentro de los límites permisibles, las variaciones observadas en turbidez y SST responden principalmente a procesos naturales de escorrentía y remoción de sedimentos aguas arriba, acentuados por la operación hidráulica de la central. Desde el punto de vista técnico, estas fluctuaciones no representan una alteración permanente del recurso, pero sí justifican la continuidad del monitoreo trimestral y la aplicación de medidas de monitoreo en zonas críticas de captación

En conjunto, el comportamiento de los parámetros analizados permite concluir que la calidad del agua del río Chancay en 2018 presentó un estado aceptable, con ligeras alteraciones temporales controladas mediante el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de SINERSA. Estas acciones preventivas garantizan la estabilidad del ecosistema acuático y el cumplimiento de los estándares normativos, confirmando la compatibilidad operativa de la Estación Hidroeléctrica Chancay con la sostenibilidad del recurso hídrico superficial

En las Tablas 10 y 11 se muestran los resultados del monitoreo de la calidad del agua correspondiente al año 2019 en la Central Hidroeléctrica Chancay, evaluado en las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 durante los cuatro trimestres. Los registros obtenidos muestran que, en términos generales, los parámetros analizados se mantuvieron dentro de los valores establecidos por los ECA para agua según el D.S. N.º 004-2017-MINAM; no obstante, se identificaron variaciones puntuales en ciertos indicadores físico-químicos.

En particular, los **Sólidos Suspendidos Totales (SST)** alcanzaron niveles máximos cercanos a **1874 mg/L** en la estación AGU-02 durante los periodos de mayor actividad hidrológica, superando el valor referencial de 1000 mg/L. Adicionalmente, se observaron

incrementos esporádicos en la turbidez y presencia de coliformes termotolerantes**,** principalmente en sectores aguas abajo, vinculados a aportes externos y arrastre superficial. Por su parte, parámetros como pH**,** DBO5, conductividad y temperatura se mantuvieron dentro de los rangos normativos, sin evidenciar aportes significativos de carga orgánica ni alteraciones atribuidas a la operación de la central.

Estos resultados reflejan que las variaciones observadas en los valores de SST y coliformes responden mayormente a procesos naturales propios del sistema fluvial y a actividades externas a la operación hidroeléctrica, como el arrastre de sedimentos y descargas de origen antropogénico en la cuenca. Desde la perspectiva técnica, dichas fluctuaciones no representan un deterioro sostenido en la calidad del agua, pero sí reafirman la necesidad de mantener el monitoreo periódico y fortalecer acciones preventivas en zonas con mayor vulnerabilidad.

En síntesis, la calidad del agua del río Chancay durante el 2019 puede considerarse adecuada para los usos establecidos, presentando únicamente variaciones temporales que fueron gestionadas mediante el PMA de SINERSA. La continuidad de estas medidas y del programa de vigilancia ambiental asegura el cumplimiento de la normativa vigente, la protección del ecosistema acuático y la sostenibilidad operativa de la Central Hidroeléctrica Chancay.

En las Tablas 12 y 13 se presentan los resultados del monitoreo de la calidad del agua correspondiente al año 2020 en la Central Hidroeléctrica Chancay. La evaluación realizada en las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 evidenció que, en su mayoría, los parámetros se mantuvieron dentro de los límites establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM; sin embargo, se registraron excedencias puntuales asociadas a periodos de mayor caudal y procesos naturales de arrastre de sedimentos.

En cuanto a los valores que superan los estándares ambientales, se identificaron incrementos relevantes en Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la estación AGU-02, donde se registraron concentraciones de 1743 mg/L en el segundo trimestre y 1469 mg/L en el cuarto trimestre, superando el valor referencial de 1000 mg/L para cuerpos de agua superficiales. Estas variaciones responden principalmente a eventos de mayor escorrentía y remoción de material particulado en la cuenca, típicos de épocas de mayor aporte hídrico.

Asimismo, se detectaron superaciones de coliformes termotolerantes en determinados puntos aguas abajo de la infraestructura, particularmente en periodos de mayor aporte externo, lo que sugiere influencia de actividades humanas en la parte alta y media de la cuenca y no como consecuencia directa de la operación de la central hidroeléctrica.

En síntesis, las fluctuaciones observadas durante el 2020 corresponden a procesos naturales del sistema fluvial y aportes externos al proyecto. El monitoreo continuo y la aplicación de medidas preventivas por parte de SINERSA permitieron mantener la calidad del agua dentro de condiciones aceptables y compatibles con la normativa vigente, garantizando la protección del ecosistema acuático y la operación sostenible de la Central Hidroeléctrica Chancay.

En las Tablas 14 y 15 se observan los resultados del control de calidad de agua en el año 2021 en la Central Hidroeléctrica Chancay, correspondientes a las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 evaluadas trimestralmente. En general, los valores obtenidos se mantuvieron dentro de los criterios establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM; sin embargo, se registraron excedencias puntuales que responden a las dinámicas hidrológicas y a influencias externas al sistema.

Durante el primer trimestre del 2021, la estación AGU-02 presentó una concentración elevada de sólidos suspendidos, alcanzando 1150 mg/L, superando el valor de referencia del ECA-Agua (1000 mg/L) para su categoría correspondiente en el proyecto. Esta variación se asocia al incremento natural del caudal y al arrastre de sedimentos propios del periodo de mayor aporte hídrico.

Asimismo, se identificaron excedencias aisladas en los indicadores microbiológicos en estaciones ubicadas aguas abajo, particularmente durante épocas de mayor escorrentía y lluvias, lo que sugiere aportes externos vinculados a actividades domésticas o pecuarias en la cuenca, y no a la operación directa de la infraestructura hidroeléctrica. Estas fluctuaciones concuerdan con el comportamiento estacional observado en años anteriores.

Pese a estos eventos puntuales, los valores restantes se mantuvieron estables y dentro de los rangos normativos, sin evidenciar alteraciones persistentes en la calidad del agua ni efectos acumulativos asociados a la operación de la central. Las medidas de seguimiento y control implementadas en el marco del Plan de Manejo Ambiental (PMA) garantizaron el cumplimiento ambiental y la protección del ecosistema fluvial.

En las Tablas 16 y 17 se observan los resultados del control de calidad de agua en el año 2022 en la Central Hidroeléctrica Chancay, correspondientes a las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 evaluadas durante los cuatro trimestres. En términos generales, los indicadores ambientales se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos para cuerpos de agua superficiales, aunque se registraron excedencias puntuales asociadas a procesos hidrológicos y factores externos a la operación.

Durante el tercer trimestre de 2022, la estación AGU-02 presentó un incremento significativo en los sólidos suspendidos, alcanzando 1350 mg/L, valor que supera el límite permisible de 1000 mg/L para la categoría correspondiente. Este comportamiento estuvo influenciado por el aumento del caudal y el arrastre natural de sedimentos en la cuenca durante dicho periodo. Asimismo, se observaron superaciones de coliformes termo tolerantes en determinados puntos aguas abajo, particularmente en AGU-03, atribuibles a aportes externos de origen antrópico en la zona de influencia del río.

A pesar de estas variaciones puntuales, el comportamiento global de los parámetros muestra estabilidad ambiental y ausencia de alteraciones permanentes del recurso hídrico. La continuidad del monitoreo y la aplicación de medidas preventivas dentro del plan de gestión ambiental garantizaron el cumplimiento normativo y la protección del ecosistema acuático, manteniendo la operación de la Central Hidroeléctrica Chancay en condiciones compatibles con la sostenibilidad del cuerpo de agua.

En las Tablas 18 y 19 se observan los resultados del monitoreo de calidad de agua en el año 2023 en la Central Hidroeléctrica Chancay, correspondientes a las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03 evaluadas durante los cuatro trimestres. En general, los parámetros ambientales se mantuvieron dentro de los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para Agua; sin embargo, se registraron excedencias puntuales vinculadas a eventos hidrológicos y aportes externos a la operación.

Durante el primer trimestre, la estación AGU-02 presentó un incremento significativo en los sólidos suspendidos totales, alcanzando valores cercanos a los 1900 mg/L, superando el límite de referencia de 1000 mg/L. De manera similar, se observaron aumentos en la turbidez en la estación AGU-01, donde se registraron valores cercanos a 21 NTU, superiores a los niveles permitidos para la categoría de uso correspondiente. En el componente microbiológico, se reportaron excedencias de coliformes termotolerantes en la estación AGU-02, alcanzando valores superiores a 2300 NMP/100 mL, lo cual indica la presencia de aportes externos asociados a actividades humanas en la cuenca.

En las Tablas 20 y 21 se observan los resultados del monitoreo de calidad de agua en el año 2024 en las estaciones AGU-01, AGU-02 y AGU-03, evaluadas trimestralmente en el marco del programa de vigilancia ambiental. De manera general, los valores analíticos se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por el ECA Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM), aunque se identificaron superaciones puntuales asociadas principalmente a condiciones hidrológicas estacionales y procesos naturales de arrastre de sedimentos en la cuenca del río Chancay.

Durante el primer trimestre, se registraron excedencias de coliformes termotolerantes en la estación AGU-02, alcanzando valores cercanos a 2300 NMP/100 mL, superando el límite de 2000 NMP/100 mL. Asimismo, en el mismo periodo se observaron incrementos en sólidos suspendidos totales (SST) en AGU-02, con concentraciones superiores a 1000 mg/L, reflejando un comportamiento similar al observado en años previos durante la temporada de lluvias, donde el incremento del caudal favorece el transporte de sedimentos desde áreas altas de la cuenca.

En el segundo trimestre, persistieron valores elevados de coliformes termotolerantes en AGU-03, con concentraciones superiores a 1000 NMP/100 mL, superando el estándar aplicable de 1000 NMP/100 mL para la categoría correspondiente. En este periodo también se reportaron valores de turbidez en AGU-01 que excedieron los niveles referenciales establecidos, los cuales fueron coherentes con incrementos temporales producto de la dinámica fluvial en zonas de captación y descarga.

Durante los trimestres restantes, los parámetros monitoreados mostraron un comportamiento estable, con concentraciones dentro de los rangos normativos. La tendencia observada evidencia que las superaciones registradas se asociaron a eventos naturales de aporte superficial y no a procesos derivados de la operación de la estación hidroeléctrica. La continuidad del monitoreo y las prácticas de control implementadas permitieron mantener la estabilidad del cuerpo hídrico y asegurar la calidad ambiental del recurso en el tramo evaluado.

## Tabla 8

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2018 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | | |
| Fecha de Muestreo | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 16:10 | 13:00 | 09:30 | 10:30 | | 14:30 | 12:00 | 12:00 | 11:30 | | 12:30 | 14:00 | 12:30 | 12:30 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | 5 | | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | <0.002 | <0.002 | 115 | <0.002 | 28.75 | <0.002 | <0.002 | 116.4 | <0.002 | 29.1 | <0.002 | <0.002 | 112.1 | <0.002 | 112.1 | 0.1 | | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | <0.0010 | <0.0010 | <0.002 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.002 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.002 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | <0.006 | <0.006 | <0.0010 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.0010 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.0010 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | <2.0 | <2.0 | <0.5 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2.0 | <0.5 | <2.0 | 0.2 | <2.0 | <2.0 | <0.5 | <2.0 | 1.625 | 15 | | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | 22x10² | 17 | <0.006 | <1.8 | 554.5 | 92x10² | 4 | <0.006 | 2 | 2301.5 | 14x10³ | <1.8 | <0.006 | 13 | 353.75 | 1000 | 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | 22x10² | 17 | <2.0 | <1.8 | 554.5 | 17x10² | <0.20 | <2.0 | <1.8 | 426 | 7x10² | <1.8 | <2.0 | 7.8 | 177.75 | 1000 | ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | <1 | 1 | 4.5 | **<1** | 1.75 | <1 | 4 | 2 | **<1** | 3 | <1 | 1 | 23 | <1 | 6.5 | 1 | 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 2 | 3.9 | 1 | <2.0 | 2 | 2.25 | 3.2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 2.25 | 40 | | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 103.5 | 125 | - | 113.3 | 113.93 | 119.2 | <2.0 | - | 114.3 | 116.75 | 116 | 122.7 | - | 112.3 | 117 | 518 | | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 3 | 9.08 | 11.24 | 8.89 | 8.0525 | 3.2 | 124.3 | 10.94 | 9.08 | 36.88 | 2.7 | 8.23 | 7.63 | 6.81 | 6.3425 | 500 | | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.11 | 0.13 | 0.18 | 0.08 | 0.125 | 0.1 | 9.46 | 0.18 | 0.08 | 2.455 | 0.1 | 0.07 | 0.16 | <0.05 | 0.11 | 1 | | ** |
| Nitrito | mg/L | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.11 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 10 | | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.231 | 0.294 | 0.416 | 0.8 | 0.43525 | 0.249 | <0.05 | 0.416 | 0.78 | 0.481666667 | <0.025 | 0.181 | 0.291 | 0.71 | 0.394 | 100 | | 100 |
| Sulfato | mg/L | 38.2 | 71.6 | 117.02 | 71.77 | 74.6475 | 43.98 | 0.292 | 63.31 | 73.97 | 45.388 | 41.67 | 44.44 | 64.24 | 69.25 | 54.9 | 1000 | | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | < 0,002 | <0,000001 | <0,000001 | <0,000001 | <0,000001 | < 0,002 | <0,000001 | <0,000001 | <0,000001 | <0,000001 | < 0,002 | <0,000001 | <0,000001 | <0,000001 | 0.00001 | 0,04 | | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | < 0,00005 | - | <0,0000001 | <0,0000001 | 0.00001 | < 0,00005 | - | <0,0000001 | <0,0000001 | 0.0000001 | < 0,00005 | - | <0,0000001 | <0,0000001 | 0.00001 | 0,004 | | 0,7 |
| Clordano | ug/L | < 0,00005 | - | 0,0000003 | 0,0000003 | 0.00001 | < 0,00005 | - | 0,0000003 | 0,0000003 | 0.00001 | < 0,00005 | - | 0,0000003 | 0,0000003 | 0.00001 | 0,006 | | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | 0,001 | | 30 |
| Dieldrín | ug/L | < 0,00005 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00005 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00005 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | 0,5 | | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | < 0,00005 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | < 0,00005 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | < 0,00005 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | 0,01 | | 0,01 |

## Tabla 9

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2018 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | 31/03/2018 | 12/06/2018 | 05/09/2018 | 29/11/2018 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 16:10 | 13:00 | 09:30 | 10:30 | | 14:30 | 12:00 | 12:00 | 11:30 | | 12:30 | 14:00 | 12:30 | 12:30 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Endrin | ug/L | < 0,00004 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | < 0,00004 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | < 0,00004 | - | <0,0000001 | < 0,0000001 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000002 | < 0,0000002 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | < 0,00006 | - | <0,0000003 | < 0,0000003 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000003 | < 0,0000003 | 0.00001 | < 0,00006 | - | <0,0000003 | < 0,0000003 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | - | | | | | - | | | | | - | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | < 0,03 | - | <0,0001 | < 0,0001 | 0.03 | < 0,03 | - | <0,0001 | < 0,0001 | 0.03 | < 0,03 | - | <0,0001 | < 0,0001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | <0.01 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.01 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.01 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Específica | uS/cm | 269 | 399 | 435 | 406 | 377.25 | 277 | 398 | 445 | 401 | 380.25 | 302 | 390 | 425 | 390 | 376.75 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 6.7 | 7.8 | 8.4 | 8.2 | 7.775 | 6.1 | 7.9 | 8.1 | 7.6 | 7.425 | 6.7 | 7.8 | 7.3 | 7.3 | 7.275 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 7.89 | 8.5 | 8.4 | 8.12 | 8.2275 | 7.92 | 8.34 | 8.34 | 8.16 | 8.19 | 8.02 | 8.38 | 8.36 | 8.17 | 8.2325 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 17 | 16.1 | 15.2 | 13.8 | 15.525 | 16.3 | 14.8 | 15.1 | 15.1 | 15.325 | 17.1 | 12.6 | 14.6 | 14.4 | 14.675 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.0309 | 0.0933 | 0.1032 | 0.0753 | 0.075675 | 0.0295 | 0.0946 | 0.1018 | 0.0863 | 0.07805 | 0.0299 | 0.0785 | 0.0795 | 0.063 | 0.062725 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | 0.1053 | 0.3162 | 0.3298 | 0.2757 | 0.25675 | 0.1031 | 0.3176 | 0.3231 | 0.284 | 0.25695 | 0.0984 | 0.2681 | 0.2695 | 0.2238 | 0.21495 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.6859 | 0.0685 | 0.0588 | 0.0914 | 0.22615 | 0.5904 | 0.0977 | 0.1645 | 0.0833 | 0.233975 | 0.5458 | 0.0948 | 0.1291 | 0.3416 | 0.277825 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | 0.0015 | <0.0005 | 0.001 | 0.0008 | 0.0011 | 0.0007 | 0.0008 | 0.002 | 0.0008 | 0.001075 | 0.0005 | 0.0007 | 0.0035 | 0.0009 | 0.0014 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.0603 | 0.0226 | 0.0237 | 0.0211 | 0.031925 | 0.0805 | 0.033 | 0.0477 | 0.0277 | 0.047225 | 0.0736 | 0.0345 | 0.0342 | 0.0695 | 0.05295 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | 0.0004 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0007 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0002 | 0.00035 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0003 | 0.0005 | 0.0004 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | 0.0334 | 0.0084 | 0.0079 | 0.0115 | 0.0153 | 0.0049 | 0.0036 | 0.0095 | 0.0089 | 0.006725 | 0.0016 | 0.0236 | 0.0178 | 0.0025 | 0.011375 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | 0.0882 | 0.0329 | 0.0289 | 0.0173 | 0.041825 | 0.122 | 0.0455 | 0.5398 | 0.0321 | 0.18485 | 0.1157 | 0.0552 | 0.0462 | 0.0447 | 0.06545 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | 0.0072 | 0.0116 | 0.0115 | 0.0137 | 0.011 | 0.0046 | 0.0158 | 0.0123 | 0.0111 | 0.01095 | 0.0063 | 0.011 | 0.0052 | 0.0105 | 0.00825 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | 0.0006 | 0.0004 | 0.0002 | <0.0002 | 0.0004 | 0.0008 | 0.001 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0009 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | 0.0005 | 0.0002 | <0.0002 | 0.6204 | 0.207033333 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0006 | 0.6534 | 0.1637 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0002 | 0.6925 | 0.173375 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0622 | 0.0464 | 0.0432 | 0.0074 | 0.0398 | 0.0557 | 0.0494 | 0.0466 | 0.008 | 0.039925 | 0.056 | 0.0418 | 0.0408 | 0.0066 | 0.0363 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0002 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0002 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0002 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | 0.0117 | 0.0024 | 0.0058 | 0.0008 | 0.005175 | 0.0095 | 0.0039 | 0.0154 | 0.0012 | 0.0075 | 0.0074 | 0.0027 | 0.0055 | 0.0045 | 0.005025 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 7.1422 | 8.6255 | 9.0994 | 9.263 | 8.532525 | 7.6483 | 8.875 | 9.5212 | 9.9426 | 8.996775 | 7.6015 | 8.4018 | 9.4195 | 9.9486 | 8.84285 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 0.612 | 0.11 | 0.1076 | 0.1173 | 0.236725 | 0.6771 | 0.1835 | 0.2433 | 0.1075 | 0.30285 | 0.6539 | 0.131 | 0.2448 | 0.3896 | 0.354825 | 5 | ** |

## Tabla 10

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2019 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | | |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | | | |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 08:35 | 15:30 | 10:00 | | 14:33 | 09:15 | 14:00 | 11:00 | | 13:00 | 12:45 | 11:30 | 10:30 | | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0.9 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | 0.2 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | 0.9 | 0.2 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | 0.2 | 5 | | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.1 | | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 15 | | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | 40 | 130 | <1.8 | 79 | 353.75 | 34 | 23 | <1.8 | 79 | 353.75 | 34 | 13 | <1.8 | 920 | 353.75 | 1000 | 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | 40 | 130 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 34 | 23 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 17 | 13 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 1000 | ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | 0 | | | <1 | 6.5 | | | | <1 | 6.5 | | | | <1 | 6.5 | 1 | 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | 11.8 | 3.2 | 5.1 | 9 | 2.25 | 10.2 | 4.4 | 3.2 | 12.2 | 2.25 | 8.3 | 9.2 | 2.6 | 21.1 | 2.25 | 40 | | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 105.2 | 126.7 | 128.9 | 137.4 | 124.55 | 108 | 137.4 | 134.2 | 135.9 | 128.875 | 108.9 | 127.4 | 154.1 | 144.7 | 133.775 | 518 | | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 3.68 | 9.23 | 10 | 4.1 | 6.7525 | 2.49 | 14.3 | 19.3 | 4 | 10.0225 | 2.09 | 10.41 | 6.3 | 4 | 5.7 | 500 | | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.09 | 0.1475 | 0.11 | 0.19 | 0.2 | 0.06 | 0.14 | 0.1 | 0.19 | 0.16 | 0.11 | 0.14 | 1 | | ** |
| Nitrito | mg/L | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 10 | | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.143 | 0.307 | 0.296 | 0.193 | 0.23475 | 0.122 | 0.469 | 0.66 | 0.167 | 0.3545 | 0.14 | 0.275 | 0.273 | 0.197 | 0.22125 | 100 | | 100 |
| Sulfato | mg/L | 27.62 | 79.86 | 78.03 | 26.34 | 52.9625 | 28.41 | 50.67 | 60.23 | 25.55 | 41.215 | 28.06 | 93.43 | 65.31 | 22.52 | 52.33 | 1000 | | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | <0.000001 | <0.000001 | <0.000001 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000001 | <0.000001 | <0.000001 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000001 | <0.000001 | <0.000001 | <0.000011 | 0.00001 | 0,04 | | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | | 0,7 |
| Clordano | ug/L | 0.0000003 | 0,0000003 | 0,0000003 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,0000003 | 0,0000003 | 0,0000003 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,0000003 | 0,0000003 | 0,0000003 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,006 | | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | <0.0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000010 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000010 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000010 | 0.00001 | 0,001 | | 30 |
| Dieldrín | ug/L | <0.0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000013 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000013 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000013 | 0.00001 | 0,5 | | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | <0.0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000017 | 0.00001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000017 | 0.00001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000017 | 0.00001 | 0,01 | | 0,01 |

## Tabla 11

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2019 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | 26/03/2019 | 20/06/2019 | 19/09/2019 | 23/12/2019 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 08:35 | 15:30 | 10:00 | | 14:33 | 09:15 | 14:00 | 11:00 | | 13:00 | 12:45 | 11:30 | 10:30 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Endrin | ug/L | <0.0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0,0000001 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | <0.0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000023 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000023 | 0.00001 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0,0000002 | <0.0000023 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | <0.0000003 | <0,0000003 | <0,0000003 | <0.0000013 | 0.00001 | <0,0000003 | <0,0000003 | <0,0000003 | <0.0000013 | 0.00001 | <0,0000003 | <0,0000003 | <0,0000003 | <0.0000013 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.03 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.03 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | 0 | | | 287 | 0.0001 | | | | | 0.0001 | | | | | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Especifica | uS/cm | 295 | 443 | 416 | 287 | 360.25 | 291 | 408 | 407 | 262 | 342 | 300 | 459 | 472 | 283 | 378.5 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 7 | 8.7 | 8 | 8.4 | 8.025 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 8.3 | 7.75 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 8.1 | 7.525 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 8.28 | 8.26 | 8.41 | 8.24 | 8.2975 | 8.49 | 8.42 | 8.46 | 8.29 | 8.415 | 8.27 | 8.34 | 8.4 | 8.27 | 8.32 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 15 | 11.4 | 14.5 | 15.8 | 14.175 | 15.1 | 14.4 | 16.2 | 15.1 | 15.2 | 15.2 | 14 | 14 | 12.9 | 14.025 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.0221 | 0.0878 | 0.0996 | 0.0352 | 0.061175 | 0.0325 | 0.11 | 0.1335 | 0.0418 | 0.07945 | 0.0123 | 0.0998 | 0.0536 | 0.0284 | 0.048525 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | 0.0898 | 0.3039 | 0.3108 | 0.1105 | 0.20375 | 0.1037 | 0.3502 | 0.3813 | 0.1274 | 0.24065 | 0.066 | 0.3387 | 0.2193 | 0.0764 | 0.1751 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0007 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.4799 | 0.0534 | 0.0755 | 3.282 | 0.9727 | 0.4725 | 0.0183 | 0.0244 | 3.3214 | 0.95915 | 0.7299 | 0.0495 | 0.1166 | 5.8993 | 1.698825 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | | 0.0005 | <0.0005 | 0.002 | 0.00125 | | 0.0007 | <0.0005 | 0.0025 | 0.0016 | | 0.0045 | <0.0005 | 0.0057 | 0.0051 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.0517 | 0.0359 | 0.04 | 0.488 | 0.1539 | 0.0557 | 0.0044 | 0.0063 | 0.5446 | 0.15275 | 0.0664 | 0.0434 | 0.0231 | 0.9399 | 0.2682 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | 0.0004 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0038 | 0.00115 | 0.0005 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0041 | 0.0023 | 0.0006 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0076 | 0.00215 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.005 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0051 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0105 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | 0.2396 | 0.0085 | 0.005 | 0.052 | 0.076275 | 0.0462 | 0.0056 | 0.0029 | 0.0628 | 0.029375 | 0.0379 | 0.0075 | 0.0014 | 0.0152 | 0.0155 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | 0.1749 | 0.0318 | 0.025 | 0.3569 | 0.14715 | 0.0855 | 0.0139 | 0.0062 | 0.3834 | 0.12225 | 0.1459 | 0.0436 | 0.0277 | 0.6698 | 0.22175 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | 0.0106 | 0.0132 | 0.0147 | 0.0173 | 0.01395 | 0.0123 | 0.0084 | 0.0061 | 0.018 | 0.0112 | 0.0069 | 0.0054 | 0.0054 | 0.023 | 0.010175 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | <0.0002 | <0.0002 | 0.0026 | 0.0009 | 0.00175 | 0.0003 | <0.0002 | 0.0018 | 0.0006 | 0.0009 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0004 | 0.0007 | 0.00055 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | 0.0003 | 0.0002 | <0.0002 | 0.0023 | 0.000933333 | 0.0004 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0023 | 0.00135 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0002 | 0.0045 | 0.0015 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0542 | 0.0465 | 0.0539 | 0.158 | 0.07815 | 0.0561 | 0.0661 | 0.0662 | 0.1674 | 0.08895 | 0.0501 | 0.0473 | 0.0404 | 0.2507 | 0.097125 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | 0.0081 | 0.0029 | 0.0055 | 0.0671 | 0.0209 | 0.0059 | 0.0023 | 0.0026 | 0.0686 | 0.01985 | 0.008 | 0.0045 | 0.003 | 0.1318 | 0.036825 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 6.7487 | 9.5399 | 10.5205 | 5.9579 | 8.19175 | 6.914 | 7.7213 | 8.3014 | 6.4929 | 7.3574 | 7.4941 | 10.3245 | 10.1896 | 7.9749 | 8.995775 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 0.6215 | 0.0776 | 0.0217 | 6.6486 | 1.84235 | 0.6035 | 0.0438 | 0.0208 | 6.7993 | 1.86685 | 0.8329 | 0.1239 | 0.0913 | 12.9359 | 3.496 | 5 | ** |

## Tabla 12

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2020 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | | |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 22/11/2020 | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 12/11/2020 | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 12/11/2020 | | | | |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 14:00 | 12:30 | 10:30 | | 14:33 | 14:00 | 10:25 | 10:55 | | 12:30 | 14:00 | 10:50 | 11:25 | | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido | |
| Aceites y Grasas | mg/L | | | <0.9 | <0.9 | 0.2 | | | <0.9 | <0.9 | 0.2 | | | <0.9 | <0.9 | 0.2 | 5 | | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | | | <0.002 | <0.002 | <0.002 | | | <0.002 | <0.002 | <0.002 | | | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.1 | | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | | | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | | | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | | | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | | | <0.006 | <0.006 | 0.006 | | | <0.006 | <0.006 | 0.006 | | | <0.006 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | | | <2.0 | <2.0 | 1.625 | | | <2.0 | <2.0 | 1.625 | | | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 15 | | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | | | 350 | 23 | 353.75 | | | 220 | 23 | 353.75 | | | 33 | 23 | 353.75 | 1000 | 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | | | 350 | <1.8 | 177.75 | | | 220 | <1.8 | 177.75 | | | 13 | <1.8 | 177.75 | 1000 | ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | | | <1 | <1 | 6.5 | | | <1 | <1 | 6.5 | | | <1 | <1 | 6.5 | 1 | 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | | | 2.9 | <2.0 | 2.25 | | | 11 | <2.0 | 2.25 | | | 6.8 | 3.6 | 2.25 | 40 | | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | | | 170.4 | 129,7 | 170.4 | | | 171.3 | 140,0 | 171.3 | | | 141.2 | 136,0 | 141.2 | 518 | | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | | | 8.76 | 12,10 | 8.76 | | | 17.12 | 10,20 | 17.12 | | | 5.67 | 11,30 | 5.67 | 500 | | ** |
| Fluoruro | mg/L | | | 0.06 | 0,17 | 0.06 | | | 0.06 | 0,18 | 0.06 | | | <0.05 | 0,18 | 0.115 | 1 | | ** |
| Nitrito | mg/L | | | <0.05 | <0.05 | 0.05 | | | <0.05 | <0.05 | 0.05 | | | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 10 | | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | | | 0.19 | 0,171 | 0.19 | | | 0.33 | 0,160 | 0.33 | | | 0.19 | 0,152 | 0.19 | 100 | | 100 |
| Sulfato | mg/L | | | 81.91 | 60,50 | 81.91 | | | 59.46 | 57,47 | 59.46 | | | 65.1 | 60,60 | 65.1 | 1000 | | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | | | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | | | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | | | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | 0,04 | | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | | 0,7 |
| Clordano | ug/L | | | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | | | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | | | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,006 | | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | | | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | | | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | | | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | 0,001 | | 30 |
| Dieldrín | ug/L | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 0,5 | | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | | | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | | | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | | | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | 0,01 | | 0,01 |

## Tabla 13

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2020 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | DS 004-2017-MINAM | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 22/11/2020 | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 12/11/2020 | | 26/03/2020 | 12/06/2020 | 04/08/2020 | 12/11/2020 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 14:00 | 12:30 | 10:30 | | 14:33 | 14:00 | 10:25 | 10:55 | | 12:30 | 14:00 | 10:50 | 11:25 | | | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Endrin | ug/L | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | | | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | | | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | | | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | | | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | | | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | | | <0.0001 | <0.0001 | 0.03 | | | <0.0001 | <0.0001 | 0.03 | | | <0.0001 | 0.0001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | | | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | | | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | | | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Especifica | uS/cm | | | 454 | 427,0 | 454 | | | 447 | 421,0 | 447 | | | 375 | 397,0 | 375 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | | | 8.7 | 9,0 | 8.7 | | | 8.7 | 8,8 | 8.7 | | | 8.4 | 8,9 | 8.4 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | | | 8.15 | 8,07 | 8.15 | | | 8.18 | 8,13 | 8.18 | | | 8.2 | 8,10 | 8.2 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | | | 11.7 | 13,2 | 11.7 | | | 11.3 | 14,0 | 11.3 | | | 10 | 12,7 | 10 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | | | 0.0893 | 0,1060 | 0.0893 | | | 0.1487 | 0,1073 | 0.1487 | | | 0.0594 | 0,1037 | 0.0594 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | | | 0.3045 | 0,3519 | 0.3045 | | | 0.4413 | 0,3521 | 0.4413 | | | 0.2033 | 0,3384 | 0.2033 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | | | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | | | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | | | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | | | 0.0439 | 0,0544 | 0.0439 | | | 0.0247 | 0,0517 | 0.0247 | | | 0.0716 | 0,0777 | 0.0716 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | | | 0.0013 | <0.0005 | 0.0013 | | | 0.0013 | <0.0005 | 0.0013 | | | 0.0013 | <0.0005 | 0.0013 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | | | 0.0332 | 0,0327 | 0.0332 | | | 0.0145 | 0,0305 | 0.0145 | | | 0.0281 | 0,0396 | 0.0281 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | | | 0.0002 | 0,0002 | 0.0002 | | | <0.0002 | <0.0002 | #¡DIV/0! | | | 0.0002 | 0,0002 | 0.0002 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | | | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | | | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | | | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | | | 0.0009 | 0,0013 | 0.0009 | | | 0.0016 | 0,0014 | 0.0016 | | | 0.0022 | 0,0022 | 0.0022 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | | | 0.0308 | 0,0258 | 0.0308 | | | 0.016 | 0,0211 | 0.016 | | | 0.0407 | 0,0338 | 0.0407 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | | | 0.0129 | 0,0173 | 0.0129 | | | 0.0093 | 0,0168 | 0.0093 | | | 0.0054 | 0,0165 | 0.0054 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | | | 0.0007 | <0.0002 | 0.0007 | | | <0.0002 | 0,0002 | 0,0002 | | | 0.0004 | 0,0002 | 0.0004 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | | | <0.0002 | <0.0002 | #¡DIV/0! | | | 0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | | | 0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | | | 0.0407 | 0,0403 | 0.0407 | | | 0.0607 | 0,0422 | 0.0607 | | | 0.036 | 0,0419 | 0.036 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | | | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | | | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | | | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | | | 0.0022 | 0,0006 | 0.0022 | | | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | | | 0.0005 | <0.0002 | 0.0005 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | | | 9.3759 | 102,381 | 51195.18795 | | | 8.7379 | 102,670 | 51339.36895 | | | 9.2591 | 104,026 | 52017.62955 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | | | 0.0874 | 0,0870 | 0.0874 | | | 0.0789 | 0,0932 | 0.0789 | | | 0.0723 | 0,1645 | 0.0723 | 5 | ** |

## Tabla 14

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2021 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | | |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2021 | 26/05/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | 26/03/2021 | 26/05/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | 26/03/2021 | 12/06/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 10:40 | 10:00 | 11:00 | | 12:30 | 09:20 | 09:30 | 11:48 | | 12:30 | 11:55 | 08:40 | 12:24 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0.9 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | 0.2 | <0.9 | <0.9 | 0.9 | <0.9 | 0.2 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | <0.9 | 0.2 | 5 | | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.1 | | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 15 | | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | 70 | <1.8 | 490 | 79 | 353.75 | 110 | <1.8 | 350 | 49 | 353.75 | 26 | <1.8 | 230 | 1 100 | 353.75 | 1000 | 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | <1.8 | <1.8 | 330 | 17 | 177.75 | <1.8 | <1.8 | 350 | 11 | 177.75 | <1.8 | <1.8 | **230** | 110 | 177.75 | 1000 | ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | <1 | <1 | | | 6.5 | <1 | <1 | | | 6.5 | <1 | <1 | | | 6.5 | 1 | 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | 11.5 | <2.0 | 6 | 2.6 | 2.25 | <2.0 | 17.5 | <2.0 | 9 | 2.25 | 5.1 | <2.0 | 6 | 8.3 | 2.25 | 40 | | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 114.5 | 101.7 | 110 | 98.2 | 106.1 | 112.8 | 109.3 | 112.9 | 94.9 | 107.475 | 122.5 | 104.6 | 110.2 | 107 | 111.075 | 518 | | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 5.55 | 9,80 | 14.8 | 6.2 | 8.85 | 4.66 | 9,50 | 14.3 | 6.9 | 8.62 | 3.56 | 7,00 | 16.3 | 8.7 | 9.52 | 500 | | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.09 | 0,17 | 0.29 | <0.05 | 0.19 | 0.06 | 0,17 | 0.29 | <0.05 | 0.175 | <0.05 | 0,14 | 0.1 | <0.05 | 0.1 | 1 | | ** |
| Nitrito | mg/L | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | 10 | | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.344 | 0,339 | 0.343 | 0.209 | 0.298666667 | 0.362 | 0,373 | 0.344 | 0.228 | 0.311333333 | 0.396 | 0,301 | 0.311 | 0.207 | 0.304666667 | 100 | | 100 |
| Sulfato | mg/L | 50.17 | 78,49 | 126.01 | 50.58 | 75.58666667 | 52.74 | 74,48 | 121.52 | 38.99 | 71.08333333 | 50.06 | 62,90 | 130.27 | 54.14 | 78.15666667 | 1000 | | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | 0,04 | | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | | 0,7 |
| Clordano | ug/L | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,006 | | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | 0,001 | | 30 |
| Dieldrín | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 0,5 | | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | 0,01 | | 0,01 |

## Tabla 15

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2021 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 26/03/2021 | 26/05/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | 26/03/2021 | 26/05/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | 26/03/2021 | 12/06/2021 | 28/08/2021 | 28/11/2021 | | | |
| Hora de Muestreo | | 12:30 | 10:40 | 10:00 | 11:00 | | 12:30 | 09:20 | 09:30 | 11:48 | | 12:30 | 11:55 | 08:40 | 12:24 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Endrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.0001 | <0.0001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.0001 | <0.0001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.001 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Especifica | uS/cm | 319 | 363,0 | 402 | 355 | 358.6666667 | 312 | 290,0 | 410 | 309 | 343.6666667 | 310 | 299,0 | 422 | 317 | 349.6666667 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 8.7 | 9,2 | 7.7 | 8.4 | 8.266666667 | 8.5 | 8,8 | 7.6 | 8.1 | 8.066666667 | 7.8 | 7,7 | 7.8 | 8 | 7.866666667 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 8.27 | 8,24 | 8.23 | 8.32 | 8.273333333 | 8.3 | 8,57 | 8.18 | 8.39 | 8.29 | 8.34 | 8,46 | 8.27 | 8.37 | 8.326666667 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 11.9 | 11,6 | 10.8 | 13.4 | 12.03333333 | 12.7 | 11,3 | 10.3 | 13.4 | 12.13333333 | 12.8 | 12,5 | 9.8 | 11.7 | 11.43333333 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.0514 | 0,0699 | 0.1328 | 0.0549 | 0.0797 | 0.0427 | 0,0703 | 0.1286 | 0.0513 | 0.0742 | 0.0289 | 0,0539 | 0.1326 | 0.0315 | 0.064333333 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | 0.1503 | 0,2223 | 0.4424 | 0.1411 | 0.2446 | 0.1305 | 0,2299 | 0.428 | 0.1267 | 0.2284 | 0.0939 | 0,1797 | 0.4359 | 0.0787 | 0.202833333 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.4034 | 0,0644 | 0.0197 | 0.2243 | 0.2158 | 0.5011 | 0,0837 | 0.0257 | 0.1978 | 0.241533333 | 0.1134 | 0,0869 | 0.0194 | 0.2774 | 0.136733333 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | 0.0024 | 0,0007 | <0.0005 | 0.0005 | 0.00145 | 0.0019 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.0019 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.09 | 0,0329 | 0.0618 | 0.0534 | 0.0684 | 0.0982 | 0,0364 | 0.0572 | 0.0415 | 0.065633333 | 0.0258 | 0,0326 | 0.0572 | 0.0512 | 0.044733333 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | 0.0005 | 0,0003 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0007 | 0,0003 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0007 | 0.0002 | 0,0002 | <0.0002 | 0.0004 | 0.0003 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | 0.007 | 0,0072 | 0.0025 | 0.0017 | 0.003733333 | 0.0022 | 0,0029 | 0.0016 | 0.0007 | 0.0015 | 0.0042 | 0,0025 | 0.0013 | 0.0011 | 0.0022 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | 0.0726 | 0,0444 | 0.0411 | 0.0493 | 0.054333333 | 0.083 | 0,0514 | 0.0388 | 0.029 | 0.050266667 | 0.0864 | 0,0603 | 0.0419 | 0.0639 | 0.064066667 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | 0.0086 | 0,0129 | 0.0252 | 0.0091 | 0.0143 | 0.0069 | 0,0132 | 0.0246 | 0.0075 | 0.013 | 0.0044 | 0,0073 | 0.0286 | 0.0032 | 0.012066667 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | #¡DIV/0! | 0.0006 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0006 | 0.0003 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0005 | 0.0004 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | 0.0003 | 0,0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0,0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0004 | 0.0004 | 0,0003 | <0.0002 | 0.0004 | 0.0004 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0597 | 0,0411 | 0.0399 | 0.0478 | 0.049133333 | 0.0555 | 0,0415 | 0.0375 | 0.058 | 0.050333333 | 0.0406 | 0,0358 | 0.0375 | 0.0414 | 0.039833333 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | 0.0182 | 0,0017 | 0.0019 | 0.0052 | 0.008433333 | 0.024 | 0,0047 | <0.0002 | 0.0014 | 0.0127 | 0.0089 | 0,0018 | <0.0002 | 0.0067 | 0.0078 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 6.5244 | 96,008 | 8.2831 | 6.3137 | 24007.2803 | 6.7945 | 92,738 | 8.0353 | 5.405 | 23189.5587 | 7.0809 | 90,033 | 8.8076 | 6.4596 | 22513.83703 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 0.6522 | 0,3293 | 0.0807 | 0.4072 | 0.380033333 | 0.7521 | 0,1378 | 0.0542 | 0.2499 | 0.352066667 | 0.1228 | 0,0915 | 0.0581 | 0.2985 | 0.1598 | 5 | ** |

## Tabla 16

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2022 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | | |
| Hora de Muestreo | | 11:05 | 09:45 | 15:45 | 11:35 | | 11:40 | 10:30 | 16:15 | 12:20 | | 12:30 | 11:15 | 16:45 | 13:05 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | <0.20 | 0.2 | 5 | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.1 | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 2.1 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 2.2 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 1.625 | 15 | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | 2400 | 5 400 | <1.8 | <1.8 | 353.75 | 23 | 3 500 | <1.8 | <1.8 | 353.75 | 23 | 350 | <1.8 | <1.8 | 353.75 | 1000 / 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | 2400 | 2 400 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 23 | 2 400 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 23 | 240 | <1.8 | <1.8 | 177.75 | 1000 / ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | <1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | <1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | <1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | 1 / 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | 6.4 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 2.25 | 7.7 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 2.25 | 8.3 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | 2.25 | 40 | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 102.3 | 115.8 | 111.5 | 109.5 | 109.775 | 117.4 | 114.2 | 133.8 | 120 | 121.35 | 111.8 | 115.1 | 105 | 120 | 112.975 | 518 | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 5 | 9.1 | 12 | 15.8 | 10.475 | 5.1 | 9.2 | 31.5 | 22.1 | 16.975 | 3.7 | 9 | 13.3 | 22 | 12 | 500 | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.21 | 0.27 | 0.2 | 0.2 | 0.22 | 0.2 | 0.28 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.18 | 0.28 | 0.32 | 0.23 | 0.2525 | 1 | ** |
| Nitrito | mg/L | <0.05 | 0.06 | <0.05 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | 0.08 | 0.14 | <0.05 | 0.05 | <0.05 | 0.05 | 0.09 | <0.05 | 0.05 | 10 | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.259 | 0.432 | 0.423 | 1.86 | 0.7435 | 0.24 | 0.402 | 0.708 | 1.7 | 0.7625 | 0.257 | 0.371 | 0.377 | 1.91 | 0.72875 | 100 | 100 |
| Sulfato | mg/L | 44.45 | 71.39 | 93.33 | 95.71 | 76.22 | 40.87 | 73.31 | 54.69 | 70.3 | 59.7925 | 45.11 | 79.52 | 123.06 | 70.65 | 79.585 | 1000 | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | <0.000011 | 0.00001 | 0,04 | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,7 |
| Clordano | ug/L | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,006 | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | 0,001 | 30 |
| Dieldrín | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 0,5 | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | 0,01 | 0,01 |

## Tabla 17

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2022 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | 25/02/2022 | 26/05/2022 | 26/08/2022 | 25/11/2022 | | | |
| Hora de Muestreo | | 11:05 | 09:45 | 15:45 | 11:35 | | 11:40 | 10:30 | 16:15 | 12:20 | | 12:30 | 11:15 | 16:45 | 13:05 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Endrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Especifica | uS/cm | 318 | 447 | 447 | 456 | 417 | 327 | 439 | 520 | 456 | 435.5 | 348 | 451 | 474 | 468 | 435.25 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 8.7 | 7.8 | 8.4 | 6.3 | 7.8 | 8.3 | 7.8 | 8.2 | 6.3 | 7.65 | 7.8 | 7.7 | 5.9 | 6.3 | 6.925 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 8.31 | 8.59 | 8.15 | 8.43 | 8.37 | 8.17 | 8.32 | 8.93 | 8.43 | 8.4625 | 8.34 | 8.35 | 8.21 | 8.48 | 8.345 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 12.3 | 10 | 10.8 | 15.5 | 12.15 | 13.1 | 10.3 | 16 | 15.5 | 13.725 | 11.4 | 12 | 13.7 | 15.3 | 13.1 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.044 | 0.0775 | 0.1145 | 0.1162 | 0.08805 | 0.0448 | 0.076 | 0.1878 | 0.1162 | 0.1062 | 0.0321 | 0.0776 | 0.1288 | 0.1696 | 0.102025 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | 0.0923 | 0.2739 | 0.3258 | 0.3598 | 0.26295 | 0.1012 | 0.27 | 0.492 | 0.3598 | 0.30575 | 0.0632 | 0.2726 | 0.3859 | 0.4838 | 0.301375 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.1785 | 0.0663 | 0.0891 | 0.0478 | 0.095425 | 0.1186 | 0.0604 | 0.0564 | 0.0478 | 0.0708 | 0.1598 | 0.0596 | 0.0613 | 0.0236 | 0.076075 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | <0.0005 | 0.0041 | 0.0274 | 0.0006 | 0.0107 | <0.0005 | 0.0049 | <0.0005 | 0.0006 | 0.00275 | <0.0005 | 0.0051 | 0.0012 | 0.0005 | 0.002266667 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.0345 | 0.0174 | 0.0632 | 0.0297 | 0.0362 | 0.0259 | 0.0167 | 0.0277 | 0.0297 | 0.025 | 0.031 | 0.0196 | 0.0967 | 0.0104 | 0.039425 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | <0.0002 | 0.0003 | 0.0006 | <0.0002 | 0.00045 | <0.0002 | 0.0003 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0003 | <0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | <0.0004 | <0.0004 | 0.0115 | 0.0006 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0006 | 0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | 0.0021 | 0.0037 | 0.0048 | 0.0004 | 0.00275 | <0.0001 | 0.0024 | 0.0076 | 0.0004 | 0.003466667 | <0.0001 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0002 | 0.0022 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | 0.0377 | 0.0343 | 0.0524 | 0.024 | 0.0371 | 0.0251 | 0.0409 | 0.0504 | 0.024 | 0.0351 | 0.0546 | 0.033 | 0.0499 | 0.0097 | 0.0368 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | 0.0081 | 0.011 | 0.0138 | 0.0161 | 0.01225 | 0.0106 | 0.0124 | 0.0082 | 0.0161 | 0.011825 | 0.0081 | 0.006 | 0.0245 | 0.0126 | 0.0128 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | 0.0009 | 0.0041 | <0.0002 | 0.0014 | 0.002133333 | 0.0005 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0014 | 0.00095 | 0.0018 | 0.0016 | <0.0002 | 0.0011 | 0.0015 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | <0.0002 | 0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | <0.0002 | 0.0002 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0467 | 0.0509 | 0.0419 | 0.0424 | 0.045475 | 0.0503 | 0.049 | 0.0607 | 0.0424 | 0.0506 | 0.0398 | 0.0448 | 0.0399 | 0.0504 | 0.043725 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | 0.0023 | <0.0002 | 0.002 | 0.0014 | 0.0019 | 0.0034 | <0.0002 | 0.001 | 0.0014 | 0.001933333 | 0.0018 | <0.0002 | 0.0022 | 0.0013 | 0.001766667 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 6.3034 | 8.3215 | 11.0716 | 8.0989 | 8.44885 | 5.9851 | 8.114 | 9.512 | 8.0989 | 7.9275 | 6.9428 | 8.2613 | 11.5672 | 7.475 | 8.561575 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 0.2608 | <0.0031 | 0.3101 | 0.0677 | 0.212866667 | 0.1759 | <0.0031 | 0.1624 | 0.0677 | 0.135333333 | 0.1855 | <0.0031 | 0.4469 | 0.0603 | 0.2309 | 5 | ** |

**Tabla 18**

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2023 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 16:05 | 16:05 | 08:40 | 10:34 | | 15:30 | 15:30 | 09:58 | 10:10 | | 14:12 | 14:12 | 12:13 | 09:30 | | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <0.20 | <0,20 | <0,20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0,20 | <0,20 | <0.20 | 0.2 | <0.20 | <0,20 | <0,20 | <0.20 | 0.2 | 5 | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | <0.002 | <0,002 | <0,002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0,002 | <0,002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0,002 | <0,002 | <0.002 | <0.002 | 0.1 | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | <0.0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0.0010 | 0.001 | <0.0010 | <0,0010 | <0,0010 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | <0.006 | <0,006 | <0,006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0,006 | <0,006 | <0.006 | 0.006 | <0.006 | <0,006 | <0,006 | <0.006 | 0.006 | 0,2 | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | <2.0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 1.625 | <2.0 | <2,0 | <2,0 | <2.0 | 1.625 | <2.0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 1.625 | 15 | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | < 1.8 | 240 | <2,0 | 9200 | 353.75 | < 1.8 | 170 | <2,0 | 3500 | 353.75 | < 1.8 | 540 | <2,0 | 1600 | 353.75 | 1000 / 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | < 1.8 | 79 | 79 | 3500 | 177.75 | < 1.8 | 79 | 170 | 920 | 177.75 | < 1.8 | 23 | 23 | 350 | 177.75 | 1000 / ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 6.5 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 6.5 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 6.5 | 1 / 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | 10.9 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 2.25 | 7.7 | <2,0 | <2,0 | 7.7 | 2.25 | 7.7 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 2.25 | 40 | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 76.7 | 110,4 | <2,0 | 102.8 | 89.75 | 77.6 | 112,0 | <2,0 | 102.8 | 90.2 | 88.4 | 115,9 | <2,0 | 96.2 | 92.3 | 518 | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 2.3 | 8,69 | 11,10 | 5.69 | 3.995 | 2.33 | 12,15 | 16,50 | 5.69 | 4.01 | 2.19 | 6,70 | 13,60 | 7 | 4.595 | 500 | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.08 | 0,92 | 0,23 | 0.11 | 0.095 | 0.08 | 0,15 | 0,21 | 0.11 | 0.095 | 0.08 | 0,14 | 0,27 | 0.09 | 0.085 | 1 | ** |
| Nitrito | mg/L | 0.05 | 0,05 | <0,05 | <0.05 | 0.05 | 0.05 | 0,05 | <0,05 | <0.05 | 0.05 | 0.05 | <0,05 | <0,05 | 0.09 | 0.05 | 10 | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.473 | 0,483 | 0,363 | 0.222 | 0.3475 | 0.492 | 0,555 | 0,459 | 0.327 | 0.4095 | 0.54 | 0,501 | 0,235 | 0.322 | 0.431 | 100 | 100 |
| Sulfato | mg/L | 26.51 | 81,56 | 95,52 | 61.87 | 44.19 | 27.15 | 56,94 | 65,79 | 38.23 | 32.69 | 32.12 | 73,97 | 114,66 | 38.51 | 35.315 | 1000 | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | <0.000011 | <0,000011 | <0,000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0,000011 | <0,000011 | <0.000011 | 0.00001 | <0.000011 | <0,000011 | <0,000011 | <0.000011 | 0.00001 | 0,04 | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,7 |
| Clordano | ug/L | <0.0000025 | <0.0000025 | <0,0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0,0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | <0.0000025 | <0.0000025 | <0,0000025 | <0.0000025 | 0.00001 | 0,006 | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | <0.000001 | <0.000001 | <0,000001 | <0.000001 | 0.00001 | <0.000001 | <0.000001 | <0,000001 | <0.000001 | 0.00001 | <0.000001 | <0.000001 | <0,000001 | <0.000001 | 0.00001 | 0,001 | 30 |
| Dieldrín | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 0,5 | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | <0.0000017 | <0.0000017 | <0,0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0,0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | <0.0000017 | <0.0000017 | <0,0000017 | <0.0000017 | 0.00001 | 0,01 | 0,01 |

## Tabla 19

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2023 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | DS 004-2017-MINAM | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | | |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | 25/02/2023 | 26/05/2023 | 28/08/2023 | 24/11/2023 | | | |
| Hora de Muestreo | | 16:05 | 16:05 | 08:40 | 10:34 | | 15:30 | 15:30 | 09:58 | 10:10 | | 14:12 | 14:12 | 12:13 | 09:30 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Endrin | ug/L | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | <0.0000012 | <0.0000012 | <0,0000012 | <0.0000012 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | <0.0000023 | <0.0000023 | <0,0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0,0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | <0.0000023 | <0.0000023 | <0,0000023 | <0.0000023 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | <0.0000013 | <0.0000013 | <0,0000013 | <0.0000013 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Específica | uS/cm | 246 | 246 | 474,0 | 342 | 278 | 259 | 259 | 612,0 | 305 | 274.3333333 | 277 | 277 | 648,0 | 356 | 303.3333333 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 8.1 | 8.1 | 8,0 | 8 | 8.066666667 | 8 | 8 | 7,2 | 7.8 | 7.933333333 | 8 | 8 | 7,5 | 7.6 | 7.866666667 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 8.33 | 8.33 | 8,46 | 8.24 | 8.3 | 8.41 | 8.41 | 8,77 | 8.37 | 8.396666667 | 8.49 | 8.49 | 8,50 | 8.47 | 8.483333333 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 16.4 | 16.4 | 14,5 | 15 | 15.93333333 | 15.7 | 15.7 | 16,4 | 13.8 | 15.06666667 | 14.5 | 14.5 | 15,1 | 14.1 | 14.36666667 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.0205 | 0.0205 | 0,1065 | 0.0676 | 0.0362 | 0.0196 | 0.0196 | 0,1328 | 0.0728 | 0.037333333 | 0.0194 | 0.0194 | 0,1397 | 0.0728 | 0.0372 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | <0.0012 | <0.0012 | <0,0012 | 0.2015 | 0.2015 | <0.0012 | <0.0012 | 0,1627 | 0.1999 | 0.1999 | <0.0012 | <0.0012 | 0,2134 | 0.2037 | 0.2037 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | <0.0006 | <0.0006 | <0,0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0,0006 | <0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0,0006 | <0.0006 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.575 | 0.575 | 0,0497 | 0.1343 | 0.4281 | 0.2685 | 0.2685 | 0,0202 | 0.0701 | 0.202366667 | 0.2306 | 0.2306 | 0,0280 | 0.0697 | 0.176966667 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | 0.0028 | 0.0028 | 0,0011 | <0.0005 | 0.0028 | 0.0034 | 0.0034 | <0,0005 | <0.0005 | 0.0034 | 0.0015 | 0.0015 | <0,0005 | <0.0005 | 0.0015 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.29 | 0.29 | 0,0274 | 0.0438 | 0.207933333 | **0.2358** | 0.2358 | 0,0125 | 0.0214 | 0.164333333 | 0.1623 | 0.1623 | 0,0414 | 0.021 | 0.1152 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | 0.0008 | 0.0008 | 0,0002 | 0.0004 | 0.000666667 | 0.0006 | 0.0006 | <0,0002 | 0.0002 | 0.000466667 | 0.0005 | 0.0005 | 0,0002 | 0.0002 | 0.0004 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | 0.0026 | 0.0026 | <0,0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.0028 | 0.0028 | <0,0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.0023 | 0.0023 | <0,0004 | <0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | 0.0023 | 0.0023 | 0,0007 | 0.0026 | 0.0024 | 0.0019 | 0.0019 | <0,0001 | 0.0033 | 0.002366667 | 0.0014 | 0.0014 | <0,0001 | 0.0015 | 0.001433333 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | 0.0709 | 0.0709 | 0,0428 | 0.0795 | 0.073766667 | 0.0702 | 0.0702 | 0,0130 | 0.0898 | 0.076733333 | 0.0682 | 0.0682 | 0,0415 | 0.0239 | 0.053433333 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | 0.0041 | 0.0041 | 0,0124 | 0.0081 | 0.005433333 | 0.0039 | 0.0039 | 0,0118 | 0.004 | 0.003933333 | 0.003 | 0.003 | 0,0165 | 0.0045 | 0.0035 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | <0,0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0004 | 0,0004 | 0.0002 | 0.000333333 | 0.0005 | 0.0005 | 0,0003 | 0.0003 | 0.000433333 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0,0002 | 0.0002 | 0.000266667 | 0.0003 | 0.0003 | <0,0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | <0,0002 | <0.0002 | 0.0003 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0648 | 0.0648 | 0,0458 | 0.037 | 0.055533333 | 0.0575 | 0.0575 | 0,0611 | 0.0524 | 0.0558 | 0.0503 | 0.0503 | 0,0460 | 0.0514 | 0.050666667 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | 0.0001 | 0.0001 | 0,0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0,0001 | <0.0001 | 0.0002 | <0.0001 | <0.0001 | <0,0001 | <0.0001 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | 0.0092 | 0.0092 | 0,0014 | 0.0031 | 0.007166667 | 0.0064 | 0.0064 | 0,0004 | 0.0021 | 0.004966667 | 0.0051 | 0.0051 | 0,0009 | 0.0007 | 0.003633333 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 5.0743 | 5.0743 | 101,646 | 7.2063 | 25415.83873 | 4.7893 | 4.7893 | 95,898 | 5.6791 | 23978.31443 | 5.6462 | 5.6462 | 109,705 | 5.6458 | 27430.48455 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 0.4216 | 0.4216 | 0,0731 | 0.2042 | 0.349133333 | 0.194 | 0.194 | 0,0691 | 0.1221 | 0.170033333 | 0.1754 | 0.1754 | 0,0650 | 0.1222 | 0.157666667 | 5 | ** |

## Tabla 20

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2024 (1/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | DS 004-2017-MINAM | |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 19/12/2024 | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 19/12/2024 | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 25/11/2024 | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Hora de Muestreo | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | < 0.5 | <0.5 | < 0.5 | <0.5 | 0.2 | < 0.5 | <0.5 | 0.9 | <0.5 | 0.2 | < 0.5 | <0.5 | < 0.5 | <0.5 | 0.2 | 5 | 10 |
| Cianuro Wad | mg/L | < 0.004 | <0.004 | < 0.004 | <0.004 | <0.004 | < 0.004 | <0.004 | < 0.004 | <0.004 | < 0.004 | < 0.004 | <0.004 | < 0.004 | <0.004 | <0.004 | 0.1 | 0.1 |
| Fenoles | mg/L | < 0.001 | <0.0010 | < 0.001 | <0.0010 | 0.001 | < 0.001 | <0.0010 | < 0.001 | <0.0010 | 0.001 | < 0.001 | <0.0010 | < 0.001 | <0.0010 | 0.001 | 0,002 | 0,01 |
| Sustancias Activas Azul Metileno | mg/L SAAM | < 0.025 | <0.025 | < 0.025 | <0.025 | 0.006 | < 0.025 | <0.025 | < 0.025 | <0.025 | 0.006 | < 0.025 | <0.025 | < 0.025 | <0.025 | 0.006 | 0,2 | 0,5 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | mg/L O2 | < 2.0 | <2.0 | < 2.0 | <2.0 | 1.625 | < 2.0 | <2.0 | < 2.0 | <2.0 | 1.625 | < 2.0 | <2.0 | < 2.0 | <2.0 | 1.625 | 15 | 15 |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | NMP/100ml | < 1.8 | 2,20 | 3.50E+03 | <1.80E+00 | 353.75 | < 1.8 | 4.9 | 3.50E+03 | <1.80E+00 | 353.75 | < 1.8 | 3.5 | 2.40E+02 | <1.80E+00 | 353.75 | 1000 / 2000 | 1000 |
| Escherichia coli | NMP/100ml | < 1.8 | 2.2 | 5.40E+02 | <1.80E+00 | 177.75 | < 1.8 | 4.9 | 9.20E+02 | <1.80E+00 | 177.75 | < 1.8 | 3.5 | 4.90E+03 | <1.80E+00 | 177.75 | 1000 / ** | ** |
| Huevos de Helmintos | Huevos/L | < 1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | < 1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | < 1 | <1 | <1 | <1 | 6.5 | 1 / 1 | ** |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L O2 | < 5.0 | <5.0 | < 5.0 | <5.0 | 2.25 | < 5.0 | <5.0 | < 5.0 | <5.0 | 2.25 | < 5.0 | <5.0 | < 5.0 | <5.0 | 2.25 | 40 | 40 |
| Alcalinidad por Bicarbonatos | mg/L CaCO3 | 107.1 | 121.2 | 70 | 34.55 | 83.2125 | 97.65 | 131.3 | 70 | 34.55 | 83.375 | 114.45 | 121.2 | 7 5 | 39.48 | 91.71 | 518 | ** |
| **Determinación de Aniones IC** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro | mg/L | 3.29 | 10.29 | 9.41 | 3.86 | 6.7125 | 3.13 | 13.94 | 16.33 | 3.94 | 9.335 | 2.8 | 5.58 | 5.79 | 2.66 | 4.2075 | 500 | ** |
| Fluoruro | mg/L | 0.1 | <0.10 | 0.17 | <0.10 | 0.135 | 0.1 | 0.11 | 0.2 | <0.10 | 0.136666667 | 0.1 | <0.10 | 0.13 | <0.10 | 0.115 | 1 | ** |
| Nitrito | mg/L | 0.021 | 0.006 | 0.024 | <0.006 | 0.05 | 0.021 | 0.01 | 0.032 | <0.006 | 0.05 | 0.028 | 0.006 | 0.01 | <0.006 | 0.05 | 10 | 10 |
| Nitrato(N-NO3)+Nitrito(N-NO2) | mg/L | 0.006 | 0.261 | 0.07 | 0.349 | 0.1715 | 0.006 | 0.381 | 0.01 | 0.33 | 0.18175 | 0.007 | 0.208 | 0.03 | 0.346 | 0.14775 | 100 | 100 |
| Sulfato | mg/L | 7.2 | 43.1 | 82.5 | 36.6 | 42.35 | 37.1 | 30.4 | 65.5 | 33.8 | 41.7 | 33.6 | 30.8 | 65.9 | 37.8 | 42.025 | 1000 | 1000 |
| **Análisis por cromatografía - PCB** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB Total (ug/L) | ug/L | < 0.0000010 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | < 0.0000010 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | < 0.0000010 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | 0,04 | 0,045 |
| **Pesticidas Organoclorados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldrin | ug/L | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | 0,004 | 0,7 |
| Clordano | ug/L | < 0.0000009 | <0,0000009 | < 0.0000009 | <0.0000009 | 0.00001 | < 0.0000009 | <0,0000009 | < 0.0000009 | <0.0000009 | 0.00001 | < 0.0000009 | <0,0000009 | < 0.0000009 | <0.0000009 | 0.00001 | 0,006 | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | ug/L | < 0.0000007 | <0.0000007 | < 0.0000007 | <0.0000006 | 0.00001 | < 0.0000007 | <0.0000007 | < 0.0000007 | <0.0000006 | 0.00001 | < 0.0000007 | <0.0000007 | < 0.0000007 | <0.0000006 | 0.00001 | 0,001 | 30 |
| Dieldrín | ug/L | < 0.0000006 | <0.0000006 | < 0.0000006 | <0.0000006 | 0.00001 | < 0.0000006 | <0.0000006 | < 0.0000006 | <0.0000006 | 0.00001 | < 0.0000006 | <0.0000006 | < 0.0000006 | <0.0000006 | 0.00001 | 0,5 | 0,5 |
| Endosulfán | ug/L | < 0.0000005 | <0,0000005 | < 0.0000005 | <0.0000005 | 0.00001 | < 0.0000005 | <0,0000005 | < 0.0000005 | <0.0000005 | 0.00001 | < 0.0000005 | <0,0000005 | < 0.0000005 | <0.0000005 | 0.00001 | 0,01 | 0,01 |

## Tabla 21

*Resultados del monitoreo ambiental de la calidad del agua con frecuencia trimestral en el año 2024 (2/2)*

| Estación de Muestreo | | AGU-01 | | | | | AGU-02 | | | | | AGU-03 | | | | | DS 004-2017-MINAM | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frecuencia de Muestreo | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | 1er trimestre | 2do trimestre | 3er trimestre | 4to trimestre | | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |
| Fecha de Muestreo | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 19/12/2024 | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 19/12/2024 | | 25/02/2024 | 26/05/2024 | 11/09/2024 | 25/11/2024 | | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido |
| Hora de Muestreo | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | 14:12 | 14:12 | 16:45 | 13:05 | | | |
| Ensayo | Unidad | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | | | | PROMEDIO | | |
| Endrin | ug/L | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | < 0.0000004 | <0,0000004 | < 0.0000004 | <0.0000004 | 0.00001 | 0,004 | 0,2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | ug/L | < 0.0000008 | <0,0000008 | < 0.0000008 | <0.0000008 | 0.00001 | < 0.0000008 | <0,0000008 | < 0.0000008 | <0.0000008 | 0.00001 | < 0.0000008 | <0,0000008 | < 0.0000008 | <0.0000008 | 0.00001 | 0,01 | 0,03 |
| Lindano | ug/L | < 0.0000010 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | < 0.000001 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | < 0.000001 | <0,0000010 | < 0.0000010 | <0.0000010 | 0.00001 | 4 | 4 |
| Carbamato | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aldicarb | ug/L | < 0.0005 | < 0.0005 | < 0.0005 | <0.0005 | 0.03 | < 0.0005 | < 0.0005 | < 0.0005 | <0.0005 | 0.03 | < 0.0005 | < 0.0005 | < 0.0005 | <0.0005 | 0.03 | 1 | 11 |
| **Pesticidas organofosforados** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parathion | ug/L | < 0.000013 | <0,000013 | < 0.000013 | <0.000013 | 0.0001 | < 0.000013 | <0,000013 | < 0.000013 | <0.000013 | 0.0001 | < 0.000013 | <0,000013 | < 0.000013 | <0.000013 | 0.0001 | 35 | 35 |
| **Ensayos de Campo** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad Especifica | uS/cm | 260 | | 380 | 260 | 300 | 280 | | 280 | 250 | 270 | 240 | | 360 | 240 | 280 | 2500 | 5000 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 6.7 | 7.7 | 7.3 | 9 | 7.675 | 8.9 | 7.9 | 7.2 | 7.6 | 7.9 | 5.5 | 8.2 | 7.3 | 7.3 | 7.075 | >=4 | >=5 |
| pH | Unidad de pH | 7.2 | 7.1 | 7.3 | 7.5 | 7.275 | 7 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.15 | 7.7 | 7.3 | 7.4 | 7.3 | 7.425 | 6.-5-8.5 | 6.-5-8.4 |
| Temperatura | °C | 13.2 | 14.7 | 16.5 | 14.3 | 14.675 | 13.7 | 14.8 | 1 7 | 13.7 | 14.06666667 | 14.2 | 12.1 | 16.3 | 12.9 | 13.875 | --- | --- |
| **Metales Totales ICP-MS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li (Tot) | mg/L | 0.0262 | 0.0171 | < 0.0004 | 0.0258 | 0.023033333 | 0.0257 | 0.0409 | < 0.0004 | 0.0267 | 0.0311 | 0.0182 | 0.0204 | < 0.0004 | 0.0149 | 0.017833333 | 2.5 | 2.5 |
| B (Tot) | mg/L | 0.089 | 0.3042 | 0.288 | 0.029 | 0.17755 | 0.094 | 0.3372 | 0.386 | 0.024 | 0.2103 | 0.063 | 0.1783 | 0.177 | <0.006 | 0.139433333 | 1 | 5 |
| Be (Tot) | mg/L | < 0.001 | <0.0003 | < 0.001 | <0.0010 | 0.0006 | < 0.001 | <0.0003 | < 0.001 | <0.0010 | 0.0006 | < 0.001 | <0.0003 | < 0.001 | <0.0010 | 0.0006 | 0.1 | 0.1 |
| Al (Tot) | mg/L | 0.683 | <0.0084 | < 0.003 | 0.041 | 0.362 | 0.616 | <0.0084 | < 0.003 | 0.047 | 0.3315 | 0.876 | <0.0084 | < 0.003 | 0.041 | 0.4585 | 5 | 5 |
| Cr (Tot) | mg/L | < 0.003 | <0.0040 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | < 0.0030 | <0.0040 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | < 0.0030 | <0.0040 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | 0.1 | 1 |
| Mn (Tot) | mg/L | 0.0794 | 0.0217 | 0.031 | 0.0408 | 0.043225 | 0.0538 | 0.0032 | 0.0145 | 0.0394 | 0.027725 | 0.071 | 0.0198 | 0.019 | 0.0657 | 0.043875 | 0.2 | 0.2 |
| Co (Tot) | mg/L | 0.3341 | <0.0012 | < 0.00030 | <0.00030 | 0.3341 | 0.207 | <0.0012 | < 0.00030 | <0.00030 | 0.207 | 0.2852 | <0.0012 | < 0.00030 | <0.00030 | 0.2852 | 0,05 | 1 |
| Ni (Tot) | mg/L | < 0.0020 | <0.0027 | < 0.0020 | <0.0020 | 0.0004 | < 0.0020 | <0.0027 | < 0.0020 | <0.0020 | 0.0004 | < 0.0020 | <0.0027 | < 0.0020 | <0.0020 | 0.0004 | 0.2 | 1 |
| Cu (Tot) | mg/L | < 0.0020 | <0.0012 | 0.0132 | <0.0020 | 0.0132 | < 0.0020 | <0.0012 | 0.0107 | <0.0020 | 0.0107 | < 0.0020 | <0.0012 | 0.0124 | <0.0020 | 0.0124 | 0.2 | 0.5 |
| Zn (Tot) | mg/L | < 0.0060 | 0.0494 | 0.0296 | 0.0463 | 0.041766667 | < 0.0060 | 0.0538 | 0.0135 | 0.0425 | 0.0366 | < 0.0060 | 0.0505 | 0.0195 | 0.0585 | 0.042833333 | 2 | 24 |
| As (Tot) | mg/L | < 0.005 | <0.004 | < 0.005 | <0.0050 | <0.0045 | < 0.005 | <0.004 | < 0.005 | <0.0050 | <0.0050 | < 0.005 | <0.004 | < 0.005 | <0.0050 | <0.0050 | 0.1 | 0.2 |
| Se (Tot) | mg/L | < 0.0030 | <0.004 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | < 0.0030 | <0.004 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | < 0.0030 | <0.004 | < 0.0030 | <0.0030 | <0.0030 | 0,02 | 0,05 |
| Cd (Tot) | mg/L | < 0.0020 | <0.00020 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | < 0.0020 | <0.00020 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | < 0.0020 | <0.00020 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | 0,01 | 0,05 |
| Ba (Tot) | mg/L | 0.0764 | 0.0488 | 0.0137 | 0.0461 | 0.04625 | 0.0847 | 0.0617 | 0.0288 | 0.0418 | 0.05425 | 0.0635 | 0.0638 | 0.0177 | 0.038 | 0.04575 | 0.7 | ** |
| Hg (Tot) | mg/L | < 0.00010 | <0,00010 | < 0.00010 | <0.00010 | 0.0002 | < 0.00010 | <0,00010 | < 0.00010 | <0.00010 | 0.0002 | < 0.00010 | <0,00010 | < 0.00010 | <0.00010 | 0.0002 | 0,001 | 0.01 |
| Pb (Tot) | mg/L | < 0.0020 | <0.0010 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | < 0.0020 | <0.0010 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | < 0.0020 | <0.0010 | < 0.0020 | <0.0020 | <0.0020 | 0,05 | 0,05 |
| Mg (Tot) | mg/L | 4.503 | 8.079 | 10.93 | 5.307 | 7.20475 | 4.137 | 8.104 | 9.503 | 5.067 | 6.70275 | 4.696 | 9.256 | 9.925 | 5.421 | 7.3245 | ** | 250 |
| Fe (Tot) | mg/L | 1.254 | 0,1241 | 0.1168 | | 0.6854 | 0.8801 | 0,1241 | 0.0665 | | 0.4733 | 1.361 | 0.1427 | 0.0585 | | 0.520733333 | 5 | ** |

#### *4.1.3.2.Análisis de la situación ambiental y medidas adoptadas respecto a la calidad de agua superficial*

Las medidas de mitigación ambiental se observan en la Tabla 22.

**Tabla 22**

*Medidas de mitigación ambiental de la calidad de agua – etapa de operación*

| COMPONENTE | Impacto (s) | Actividades causantes | Medidas Propuestas | Ámbito o Lugar de Aplicación |
|---|---|---|---|---|
| AGUA | Alteración de la calidad de agua. | Operación de estructuras.<br>Residencia y uso del campamento.<br>Mantenimiento y limpieza. | Los efluentes líquidos provenientes de los campamentos no serán vertidos de manera directa en los cuerpos de agua.<br>Asimismo, el personal del proyecto tendrá expresamente prohibido depositar residuos o materiales en desuso en los cursos hídricos. | Casa de Máquinas.<br>Campamentos. |
| | Disminución del Caudal del Río | Captación del caudal de generación | Realizar el monitoreo de calidad de agua del río Chancay.<br>Respetar en todo momento el caudal ecológico establecido en el balance hídrico del proyecto | Conforme a los lineamientos establecidos en el programa de monitoreo ambiental.<br>Tramo del río comprendido entre las obras de captación y el punto de descarga localizado aguas abajo de la casa de máquinas. |
| | Afianzamiento hídrico | Operación de estructuras<br>Operación de túneles | Conservar el régimen de caudal ecológico con el fin de asegurar el mantenimiento de los procesos naturales en los tramos ubicados aguas abajo de la bocatoma.<br>Efectuar el seguimiento periódico del caudal ecológico. | Aguas debajo de la bocatoma del río Chancay. |
| | Disminución de caudal en sección de río (cambio de régimen de caudal) | Operación de estructuras<br>Operación de túneles | Preservar el régimen de caudal ecológico con el propósito de asegurar la continuidad de los procesos naturales en los tramos ubicados aguas abajo de la bocatoma.<br>No se usará ni se desviará los caminos del agua (afluentes) existentes aguas debajo de la bocatoma. | Sector del río Chancay ubicado aguas abajo de la bocatoma. |
| | | | Realizar el monitoreo del caudal ecológico | Entrega de aguas debajo de la bocatoma |

Respecto al Programa de manejo de desechos y vertimiento durante la etapa de operación, y teniendo en cuenta la organización del funcionamiento de la Estación Hidroeléctrica

Chancay, no se estima una generación significativa de residuos sólidos ni líquidos. Esto se debe a que no será necesaria la instalación de campamentos de gran envergadura. No obstante, se considera indispensable definir una serie de lineamientos para la gestión de residuos, con el propósito de asegurar un manejo adecuado de los mismos.

**Residuos comunes**

Consideraciones y prácticas de manejo

- Los desechos sólidos de origen doméstico producidos durante la fase de operación de la Estación Hidroeléctrica Chancay serán depositados en recipientes apropiados, debidamente rotulados y con tapa, destinados exclusivamente para este fin. El personal del proyecto será capacitado respecto a la correcta ubicación y uso de dichos contenedores.
- Estos recipientes se encontrarán ubicados en áreas previamente delimitadas dentro de las instalaciones y su recolección y traslado se realizará de manera periódica a través de una empresa operadora de desechos sólidos debidamente autorizada por la autoridad competente.
- La totalidad de los residuos domésticos generados será retirada de forma regular y transportada por una empresa autorizada (EPS-RS registrada ante DIGESA), para su destino final en un relleno sanitario que cuente con autorización vigente.
- Los desechos no biodegradables, asi como plásticos, vidrios y metales, otros no degradados serán recopilados en contenedores respectivos, a fin de reutilizarlos o reciclados si es posible; de no ser asi, se dispondrán en el relleno sanitario autorizado, que cumpla las disposiciones establecidas en la legislación nacional.

**• Residuos peligrosos**

Consideraciones y prácticas de manejo

- Se considerarán las prácticas y lineamientos de manejo definidos previamente para la etapa de construcción del proyecto.
- Los residuos peligrosos serán dispuestos en instalaciones de seguridad que cuenten con la debida autorización otorgada por DIGESA. Como opción para esta disposición final, se considera un depósito de seguridad ubicado en la localidad de Lurín, provincia de Lima, el cual dispone de las autorizaciones vigentes emitidas por la autoridad competente.
- Para este fin, se contratarán los servicios de una empresa operadora de desechos sólidos (EPS-RS) debidamente inscrita y autorizada por DIGESA. Asimismo, se

elaborará el manifiesto de manejo de residuos conforme a lo dispuesto en los artículos 42° y 43° del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. La disposición final de los residuos se efectuará en cumplimiento de lo establecido en el artículo 51° del referido reglamento.

**Manejo de efluentes domésticos e industriales**

Se considera como residuos líquidos, aquellos que provienen de los servicios higiénicos y la cocina del campamento, así como los generados durante la limpieza de maquinarias y equipos. Por tal motivo, se deberá instalar un sistema de tratamiento y eliminación de este tipo de residuos.

**• Aguas residuales domésticas**

Consideraciones y prácticas de manejo

- Para la eliminación de las aguas residuales domésticas de las instalaciones de la central hidroeléctrica, estará compuesto por un sistema de tanque séptico y pozo de percolación.
- La limpieza del tanque se realizará de forma preventiva, con inspecciones mensuales, asegurando una adecuada ventilación previa y efectuando la remoción de lodos sin procesos de lavado ni desinfección.
- Los lodos y las natas se sacarán con un recipiente de mango largo, se le dispondrá en un micro relleno sanitario.
- No se producirá generación de aguas residuales de carácter industrial; asimismo, las aguas turbinadas no requerirán tratamiento, ya que su calidad no se ve modificada por la incorporación de contaminantes durante el proceso de generación eléctrica.

**Sistema de eliminación de efluentes domésticos e industriales**

Este sistema estará conformado por los siguientes elementos:

- Trampa de grasas.
- Sistema de tanque séptico – pozo percolador.

**Trampa de grasas**

La trampa de grasas es un dispositivo conformado por un tanque o compartimiento de pequeñas dimensiones, cerrado, que cuenta con una tubería de ingreso sumergida y una salida ubicada próxima al fondo. Su función principal es retener grasas y jabones que, de no ser separados, podrían ingresar al sistema de tratamiento, afectando su funcionamiento y reduciendo su eficiencia.

- Localización: La Trampa de Grasas estará ubicada en el campamento, en un sitio accesible y de fácil limpieza, entre las tuberías que conducen aguas de cocina o lavaderos y el tanque séptico. En la zona de lavado o mantenimiento de maquinarias, estará después de la cuneta principal que lo encierra.
- Capacidad: La capacidad de la trampa de grasas estará en función al número de personas servidas.
- Limpieza: La trampa de grasas se debe limpiar regularmente, para prevenir la fuga de grasa al tanque séptico. La grasa que sea retirada de la trampa, quedará depositada en el campamento, en un depósito creado para tal fin. Las grasas de la zona de mantenimiento y/o lavado de equipos de construcción, serán retenidas en recipientes herméticos para su posterior traslado hacia un relleno sanitario autorizado.

**Sistema de tanque séptico – pozo percolador**

Sistema de tratamiento de aguas servidas que se utilizará en los campamentos de obra, el cual estará conformado por lo siguiente:

- El sistema de tanque séptico constituye una unidad de tratamiento primario diseñada para la separación de sólidos sedimentables y la retención de materiales grasos. Estos componentes son posteriormente degradados mediante procesos biológicos anaerobios, contribuyendo a la reducción de la carga contaminante antes de la disposición o tratamiento posterior.
- El pozo percolador es una excavación seca diseñada para recibir el efluente proveniente de los tanques sépticos, facilitando la infiltración controlada de las aguas residuales previamente tratadas hacia el subsuelo.
- Limpieza: El tanque deberá someterse a labores de limpieza de manera preventiva, evitando la acumulación excesiva de lodos o natas. Asimismo, se deberá realizar una inspección con periodicidad anual para verificar su adecuado funcionamiento.

Previo a la limpieza, el tanque deberá permanecer ventilado el tiempo necesario para asegurar la eliminación de gases. Posteriormente, se realizará la remoción de lodos y natas sin efectuar procesos de lavado ni desinfección, dejando una pequeña fracción de residuo para favorecer la actividad bacteriana anaerobia. Los lodos extraídos podrán ser utilizados como abono en cultivos no destinados al consumo en fresco, siempre que reciban un tratamiento técnico previo adecuado; en caso contrario, deberán ser dispuestos en un micro-rrelleno sanitario autorizado.

**Consideraciones operativas**

Para optimizar la implementación de los sistemas de tratamiento indicados, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El piso de la zona de lavado o mantenimiento de maquinarias se impermeabilizará mediante losas de concreto, para evitar la infiltración de aguas aceitosas. Además, deberá contar con un sistema de drenaje (cuneta perimetral) conectado a la trampa de grasas.
- Las estructuras de drenaje deben limpiarse periódicamente, especialmente los canales y tuberías conductores de aguas aceitosas, para evitar su obstrucción.

El área donde se ubicará el sistema tanque séptico – pozo de percolación, debe contar con cerco perimétrico para evitar accidentes, ya que las tapas de los tanques deben quedar expuestas para su revisión y mantenimiento.

Durante la etapa operativa de la Estacion Hidroeléctrica Chancay, el Plan de Manejo Ambiental (PMA) fue fortalecido conforme a los directrices del Tercer ITS actualizado en el año 2022, el cual incorpora medidas renovadas de control, mitigación y monitoreo ambiental adaptadas a la nueva configuración del sistema hidráulico. Este instrumento técnico-gestor asegura que las actividades se desarrollaran bajo parámetros de sostenibilidad, priorizando la prevención de impactos y la mejora continua del desempeño ambiental del proyecto.

El ITS (2021) establece la actualización de los programas de control de emisiones, calidad de aire, agua y ruido, así como la verificación de desechos sólidos y peligrosos generados durante la operación. Se implementan procedimientos más rigurosos de segregación, almacenamiento temporal y disposición final, en cumplimiento con las disposiciones del Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). De igual manera, se promueve el uso de empresas operadoras autorizadas (EPS-RS) para el transporte y tratamiento de desechos peligrosos, garantizando trazabilidad y control documental mediante manifiestos ambientales.

En cuanto al manejo de efluentes, el sistema de tratamiento se mantiene bajo el esquema de trampa de grasas, tanque séptico y pozo percolador, asegurando la correcta disposición de las aguas residuales domésticas y evitando filtraciones hacia el subsuelo. El ITS incorpora la obligación de realizar mantenimiento periódico e inspecciones semestrales del sistema, además de registrar sus resultados dentro de los informes de monitoreo ambiental.

Adicionalmente, el PMA actualizado fortalece el programa de monitoreo integral, estableciendo indicadores específicos y frecuencias de evaluación para los componentes físico-químicos e hidrobiológicos del río Chancay, así como para la calidad del aire y los niveles de ruido ambiental. Los resultados son evaluados de manera continua para garantizar el cumplimiento de los ECA y promover la toma de decisiones basada en evidencia técnica.

Finalmente, el informe refuerza la capacitación ambiental continua del personal operativo, orientada a la correcta gestión de residuos, el manejo seguro de sustancias peligrosas y la aplicación de protocolos de emergencia ambiental. Este enfoque integral consolida la sostenibilidad operativa del proyecto, asegurando su compatibilidad con los principios de protección y conservación del medio ambiente definidos en la política ambiental de SINERSA y la legislación vigente.

#### *4.1.3.3.Análisis de la calidad de agua antes y después*

La Tabla 23 presenta una comparación integral del comportamiento de los parámetros de calidad de agua superficial registrados en el 2018 y los obtenidos en 2024, permitiendo evaluar con precisión los cambios producidos en el cuerpo hídrico tras varios años de operación, supervisión y aplicación de medidas ambientales.

En cuanto al pH, el valor promedio posterior se mantiene cercano a 8.22, similar a los datos observados en el año base, pero con menos variabilidad. Esta reducción en la amplitud del pH sugiere que el sistema acuático ha adquirido una mayor estabilidad química. Del mismo modo, la temperatura continúa presentando un comportamiento predecible, fluctuando entre 15 y 24 °C, sin evidenciar incrementos que puedan comprometer la solubilidad del oxígeno o la integridad de los organismos propios de zonas altoandinas. La consistencia térmica es un indicador positivo, considerando que cambios abruptos suelen asociarse a interferencias externas o pérdida de cobertura natural.

Respecto al oxígeno disuelto, se registra una ligera disminución hacia valores promedios cercanos a 7.6 mg/L, comparado con los niveles superiores registrados en 2018. No obstante, la concentración sigue dentro de los márgenes que permiten mantener procesos metabólicos óptimos en la fauna acuática. Aunque el descenso es digno de mención, no se considera crítico, ya que no se aproxima a rangos restrictivos ni compromete la capacidad de autorregulación del río. Paralelamente, los indicadores de carga orgánica DBO5 y DQO mantienen valores considerablemente bajos (1.96 mg/L y 1.28 mg/L), lo que denota una baja presencia de materia orgánica biodegradable y confirma que no se han generado aportes significativos derivados de las actividades del proyecto o de fuentes externas.

Uno de los aspectos más relevantes de la tabla es el comportamiento de los sólidos totales suspendidos y la turbidez. En comparación con los registros de 2018, se aprecia una disminución y estabilización notable, reflejando la reducción de intervenciones que generaban movilización de sedimentos. Esta tendencia es coherente con el avance de la obra hacia etapas de operación y mantenimiento, donde ya no se ejecutan actividades intensivas de remoción de suelo. Asimismo, la ausencia de variaciones abruptas en la turbidez confirma que el cauce mantiene condiciones de arrastre natural, sin episodios de sedimentación excesiva atribuibles al proyecto.

La tabla también muestra un comportamiento ampliamente favorable en los parámetros metálicos. Elementos como arsénico (0.01 mg/L), manganeso (0.044 mg/L), mercurio (0.0002 mg/L), cadmio (0.1 mg/L), cobalto (0.0004 mg/L), cobre (0.01 mg/L), plomo (0.0059 mg/L) y selenio (0.0005 mg/L), registran concentraciones bajas y acordes con los límites señalados por la normativa ambiental vigente. Esto demuestra que las actividades operativas no han contribuido a la liberación de metales al sistema acuático. Además, la ausencia de elementos como antimonio, indio, bismuto, potasio, sodio, talio, teluro, titanio, estroncio o molibdeno en las mediciones más recientes indica que dichas sustancias no representan un riesgo detectable o se encuentran por debajo de los límites instrumentales, lo cual es un signo de estabilidad geoquímica del entorno.

En paralelo, parámetros como coliformes totales, sulfuros y sólidos totales disueltos, que inicialmente mostraban resultados variables, desaparecen del registro posterior o se mantienen en niveles no detectables. Esto revela un fortalecimiento de la protección frente a fuentes externas de contaminación, posiblemente asociado al control más riguroso de actividades humanas cercanas y al manejo adecuado de residuos domésticos e industriales dentro de la central. La reducción de estos indicadores también sugiere una menor interacción de descargas no tratadas con el cauce del río.

En síntesis, entre 2018 y 2024 los variables de calidad del agua no solo se mantuvieron dentro de los estándares aceptados, sino que varios de ellos evidenciaron mejoras significativas o mayor estabilidad. Este comportamiento respalda la eficacia de las medidas implementadas por el titular del proyecto en materia de control, monitoreo y manejo ambiental. Asimismo, la comparación temporal permite concluir que las actividades asociadas a la estación hidroeléctrica no han generado deterioro en la calidad del agua superficial, sino que se han integrado de forma compatible con las condiciones naturales del río Chancay.

**Tabla 23**

*Análisis de calidad de agua antes y después*

| Parámetro | Unidad | Estaciones de Evaluación | | | | | | | | | VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AGU-01 | | | AGU-02 | | | AGU-03 | | | A[1] | B[2] |
| Comparación | | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | | |
| **Fisicoquímicos** | | | | | | | | | | | | |
| pH | Unid. pH | 8.61 | 8.23 | 7.27 | 8.27 | 8.19 | 0.2 | 8.63 | 8.23 | 7.425 | 6.5-8.5 | 6.5-8.4 |
| Temperatura | °C | 15 | 15.53 | 14.67 | 13.4 | 15.32 | 14.06 | 14.1 | 14.68 | 13.87 | - | - |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 1123 | 7.78 | 7.675 | 1105 | 7.78 | 7.9 | 1110 | 7.43 | 7.075 | <2000 | <=5000 |
| Turbidez | mg/L | 8.36 | - | | 8 | - | | 7.6 | - | | >=4 | >5 |
| Conductividad | uS/cm | <0.4 | 377.25 | 300 | <0.4 | 380.25 | 270 | <0.4 | 376.75 | 280 | - | - |
| DBO5 | mg/L | <2.00 | 1.625 | 1.625 | <2.00 | 2 | 1.625 | <2.00 | 2.25 | 1.625 | 15 | - |
| DQO | mg/L | <5.0 | 2 | 2.25 | <5.0 | 0.2 | 2.25 | <5.0 | 1.63 | 2.25 | 40 | <=15 |
| Nitratos | mg/L | 0.3 | 0.44 | | 0.27 | 0.48 | 0.05 | 0.23 | 0.39 | | 10 | 50 |
| Nitritos | mg/L | <0.002 | 0.05 | 0.05 | <0.002 | 0.08 | | <0.002 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 1 |
| Sulfatos | mg/L | 71.17 | 74.64 | 42.35 | 68.05 | 45.39 | 41.7 | 75.08 | 54.9 | 42.02 | 300 | 1 |
| Sulfuros | mg/L | <0.002 | - | | <0.002 | - | | <0.002 | - | | 0.05 | 500 |
| STD | mg/L | 235 | - | | 239.5 | - | | 239.5 | - | | - | 0.05 |
| Cloruros | mg/L | 12.4 | 8.05 | 6.7125 | 11.65 | 36.88 | 9.335 | 11.35 | 6.34 | 4.207 | 100-700 | - |

| Parámetro | Unidad | Estaciones de Evaluación | | | | | | | | | VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AGU-01 | | | AGU-02 | | | AGU-03 | | | A[1] | B[2] |
| Comparación | | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | | |
| **Orgánicos** | | | | | | | | | | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | <1.00 | 0.2 | 0.2 | <1.00 | 0.2 | 0.2 | <1.00 | 0.2 | 0.2 | 1 | 1 |
| S.A.A.M. | mg/L | <0.025 | 0.006 | 0.006 | <0.025 | 0.006 | 0.006 | <0.025 | 0.006 | 0.006 | 1 | 1 |
| Colif. Totales | NMP/99 | 70x10[1] | - | | 17x10[1] | - | | 28x10[1] | - | | 5000 | 5000 |
| Colif. Termotolerantes | NMP/100 | 6.8 | 554.5 | 353.75 | 6.8 | 2301.5 | 353.75 | <1.8 | 353.75 | 353.75 | 2000 | 1000 |

| Parámetro | Unidad | Estaciones de Evaluación | | | | | | | | | VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AGU-01 | | | AGU-02 | | | AGU-03 | | | A[1] | B[2] |
| Comparación | | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | Línea base | 2018 | 2024 | | |
| **Metales** | | | | | | | | | | | | |
| Aluminio | mg/L | 0.1 | 0.27 | 0.362 | 0.1 | 0.24 | 0.3315 | 0.1 | 0.28 | 0.458 | 5 | 5 |
| Antimonio | mg/L | <0.005 | - | | <0.005 | - | | <0.005 | - | | - | - |
| Arsénico | mg/L | <0.01 | 0.011 | 0.0045 | <0.01 | 0.011 | 0.005 | <0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.05 | 0.1 |
| Bario Total | mg/L | 0.041 | 0.039 | 0.0462 | 0.043 | 0.039 | 0.054 | 0.044 | 0.036 | 0.045 | 0.7 | - |
| Berilio | mg/L | <0.001 | 0.0006 | 0.0006 | <0.001 | 0.0006 | 0.0006 | <0.001 | 0.0006 | 0.0006 | - | 0.1 |
| Boro | mg/L | 0.3 | 0.26 | 0.1775 | 0.3 | 0.26 | 0.2103 | 0.3 | 0.25 | 0.139 | 0.5-6 | 5 |
| Bismuto | mg/L | <0.03 | - | | <0.03 | - | | <0.03 | - | | - | - |
| Calcio | mg/L | 55.58 | - | | 59.25 | - | | 63 | - | | - | - |
| Cadmio | mg/L | <0.001 | 0.002 | 0.002 | <0.001 | 0.164 | 0.002 | <0.001 | 0.173 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cobalto | mg/L | <0.002 | 0.3341 | 0.0004 | <0.005 | 0.0004 | 0.207 | <0.005 | 0.0004 | 0.285 | 0.05 | 1 |
| Cobre | mg/L | <0.005 | 0.0132 | 0.0014 | <0.005 | 0.0067 | 0.0107 | <0.005 | 0.0113 | 0.012 | 0.2 | 0.5 |
| Cromo VI | mg/L | <0.004 | 0.0011 | 0.362 | <0.004 | 0.0011 | 0.003 | <0.004 | 0.0014 | 0.003 | 0.1 | 1 |
| Estaño | mg/L | <0.005 | - | | <0.005 | - | | <0.005 | - | | - | - |
| Estroncio | mg/L | 0.596 | - | | 0.638 | - | | 0.674 | - | | -- | |
| Hierro | mg/L | 0.02 | 0.237 | 0.6854 | 0.06 | 0.303 | 0.4733 | 0.09 | 0.355 | 0.520 | 1 | 1 |
| Indio | mg/L | <0.005 | - | | <0.005 | - | | <0.005 | - | | - | - |
| Litio | mg/L | <0.025 | 0.076 | 0.0311 | <0.025 | 0.078 | 0.311 | <0.025 | 0.063 | 0.017 | 2.5 | 2.5 |

| **Parámetro** | **Unidad** | **Estaciones de Evaluación** | | | | | | | | | **VALOR DE ECA D.S. N° 002-2008-MINAM (categoría 3)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **AGU-01** | | | **AGU-02** | | | **AGU-03** | | | **A[1]** | **B[2]** |
| **Comparación** | | **Línea base** | **2018** | **2024** | **Línea base** | **2018** | **2024** | **Línea base** | **2018** | **2024** | | |
| **Metales** | | | | | | | | | | | | |
| Magnesio | mg/L | 8.96 | 8.53 | 7.2047 | 9.54 | 8.99 | 6.70 | 10.17 | 8.84 | 7.32 | 150 | 150 |
| Manganeso | mg/L | <0.001 | 0.032 | 0.0432 | <0.001 | 0.047 | 0.027 | <0.001 | 0.053 | 0.043 | 0.2 | 0.2 |
| Mercurio | mg/L | <0.001 | 0.0002 | 0.0002 | <0.001 | 0.0002 | 0.0002 | <0.001 | 0.0002 | 0002 | 0.001 | 0.001 |
| Molibdeno | mg/L | <0.003 | - | | <0.003 | - | | <0.003 | - | | | |
| Níquel | mg/L | <0.002 | 0.0004 | 0.0004 | <0.002 | 0.0004 | 0.0004 | <0.002 | 0.0004 | 0.0004 | 0.2 | 0.2 |
| Plata | mg/L | <0.008 | - | | <0.008 | - | | <0.008 | - | | 0.05 | 0.05 |
| Plomo | mg/L | <0.001 | 0.0052 | 0.002 | <0.001 | 0.0075 | 0.002 | <0.001 | 0.005 | 0.002 | 0.05 | 0.05 |
| Potasio | mg/L | 1.603 | - | | 1.698 | - | | 1.694 | - | | -- | - |
| Sodio | mg/L | 9.9 | - | | 9.7 | - | | 9.8 | - | | - | - |
| Selenio | mg/L | <0.01 | 0.003 | 0.003 | <0.01 | 0.0004 | 0.003 | <0.01 | 0.0009 | 0.003 | 0.05 | 0.05 |
| Talio | mg/L | <0.02 | - | | <0.02 | - | | <0.02 | - | | - | - |
| Titanio | mg/L | <0.005 | - | | <0.005 | - | | <0.005 | - | | - | - |
| Teluro | mg/L | <0.005 | - | | <0.005 | - | | <0.005 | - | | - | - |

**Gestión ambiental y control de la calidad del agua superficial**

La Central Hidroeléctrica Chancay implementa un Plan de Manejo Ambiental (PMA) orientado a prevenir impactos sobre los cuerpos de agua superficiales durante sus fases de operación y mantenimiento. La empresa Sindicato Energético S.A. (SINERSA) cumple con la normativa ambiental vigente —D.S. N.º 29-94-EM y Ley de Concesiones Eléctricas—, ejecutando acciones permanentes de control y monitoreo de la calidad del agua en el río Chancay.

El manejo de desechos sólidos y líquidos constituye una de las principales estrategias de protección hídrica. Los residuos domésticos se segregan y trasladan a rellenos sanitarios autorizados, mientras que los desechos peligrosos, como aceites y solventes, son almacenados temporalmente y dispuestos en depósitos de seguridad certificados por DIGESA. En cuanto a los efluentes, el sistema de tratamiento integrado por trampas de grasa, tanques sépticos y pozos de percolación asegura la adecuada depuración de las aguas residuales domésticas, evitando infiltraciones y descargas contaminantes.

Además, se han impermeabilizado las áreas de lavado y mantenimiento de equipos para prevenir filtraciones de hidrocarburos, complementándose con un programa de inspección y limpieza periódica. Estas medidas se refuerzan con el monitoreo ambiental continuo, cuyos resultados confirman la ausencia de alteraciones significativas en los parámetros físico-químicos del agua superficial, manteniendo su conformidad con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua).

En conjunto, las acciones implementadas evidencian un manejo ambiental preventivo y sostenible, garantizando que las operaciones de la Estación Hidroeléctrica Chancay se desarrollen sin generar impactos significativos sobre la calidad del recurso hídrico de la cuenca.

En el marco del Segundo ITS (2017), se reafirma el compromiso de la Central Hidroeléctrica Chancay con la gestión responsable de los residuos y la protección del recurso hídrico durante la etapa de modificación y operación. Se establece un control más estricto en el manejo de residuos peligrosos generados por las actividades de mantenimiento de equipos, los cuales son recolectados, almacenados temporalmente en contenedores impermeabilizados y transportados a infraestructuras autorizadas por DIGESA.

Asimismo, el documento refuerza la aplicación de sistemas cerrados de drenaje y retención de aguas oleosas, evitando el escurrimiento hacia los cuerpos naturales de agua. Se prioriza el uso de trampas de grasa y separadores de hidrocarburos en las zonas de taller y lavado, con limpieza programada para garantizar su eficiencia.

El ITS también recomienda fortalecer los programas de control de efluentes domésticos y aguas de escorrentía, incluyendo verificaciones periódicas de parámetros como turbidez, aceites y grasas, y demanda bioquímica de oxígeno ($DBO_5$), con el fin de asegurar el cumplimiento continuo de los ECA para agua.

De acuerdo con el informe, no se proyecta incremento significativo en la generación de residuos ni en el volumen de efluentes, por lo que las prácticas de manejo existentes se consideran adecuadas. Las mejoras implementadas solo buscan optimizar la capacidad de respuesta frente a contingencias menores y mantener la integridad del sistema hídrico durante la operación continua del proyecto (SINERSA, 2021).

Para el tercer objetivo, la información contenida en el Cuarto Informe Técnico Sustentatorio (2023) permitió actualizar y fortalecer la evaluación ambiental relacionada con la calidad del agua superficial. Se comprobó que la Central Hidroeléctrica Chancay mantiene un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en plena aplicación, orientado a controlar la producción de residuos y efluentes en las fases de construcción, operación y cierre. En este contexto, se destaca la gestión técnica de las aguas residuales domésticas a través de sistemas de tratamiento primario, como tanques sépticos, pozos de percolación y trampas de grasa, los cuales aseguran que las descargas no modifiquen los parámetros físico-químicos del río Chancay ni afecten su nivel de oxígeno disuelto, contribuyendo así a la sostenibilidad hídrica del ecosistema fluvial.

Adicionalmente, se implementan medidas preventivas para minimizar impactos derivados de derrames de aceites o lubricantes, control de sólidos suspendidos y sedimentación, y manejo de residuos peligrosos en depósitos autorizados. Estas estrategias aseguran que los impactos potenciales sobre la calidad del agua superficial se mantengan bajos y reversibles, reforzando la sostenibilidad del proyecto y su compatibilidad con los objetivos de protección ambiental de la cuenca.

Este aporte complementa y actualiza la línea base ambiental existente sin repetir información ya registrada del primer objetivo, enfocándose en la gestión activa y operativa de los impactos sobre el recurso hídrico.

## 4.2.Contrastación de hipótesis

### 4.2.1. Contrastación de la hipótesis general

- $H_1$: Las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay generan impactos significativos en la calidad ambiental del agua, los cuales se evidencian a través de la evaluación de impacto ambiental.

- $H_0$: Las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica Chancay no generan impactos significativos en la calidad ambiental del agua, los cuales se evidencian a través de la evaluación de impacto ambiental.

**Nivel de significancia:**

- **Nivel de confianza:** 95% = 0.95 (normalidad)
- **Error:** 5%= 0.05 (a)**, a=** 0.05

**Prueba de normalidad**

**Hipótesis de normalidad:**

- H1: Los datos no tienen una distribución normal.
- $H_0$: Los datos tienen una distribución normal.

**Regla de decisión:**

- p-valor>0.05 (Se acepta la $H_0$, los datos tienen una distribución normal).
- p-valor< 0.05 (Se rechaza la $H_0$, los datos no tienen una distribución normal).

**Prueba estadística de normalidad:**

- Kolgomorov Smirnow (n=60, n>50)

**Tabla 24**

*Prueba de normalidad de la estación AGU-01 en el periodo 2018-2024*

**Pruebas de normalidad**

| | Kolmogorov-Smirnov[a] | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2018 | ,445 | 46 | ,000 | ,177 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2019 | ,428 | 46 | ,000 | ,174 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2020 | ,455 | 46 | ,000 | ,160 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2021 | ,454 | 46 | ,000 | ,158 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2022 | ,454 | 46 | ,000 | ,160 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2023 | ,453 | 46 | ,000 | ,173 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2024 | ,441 | 46 | ,000 | ,253 | 46 | ,000 |
| Estándar de Calidad de Agua Categoría 3, D1 | ,476 | 46 | ,000 | ,163 | 46 | ,000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Interpretación:**

En la Tabla 24, la variabilidad de las concentraciones de los parámetros analizados para la estación AGU-01 durante el periodo 2018-2024 indica que, p-valor = 0.000<0.05, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal y se debe emplear una prueba paramétrica para su procesamiento (t-Student para muestras relacionadas).

**Tabla 25**

*Prueba de normalidad de la estación AGU-02 en el periodo 2018-2024*

**Pruebas de normalidad**

| | Kolmogorov-Smirnov[a] | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2018 | ,463 | 46 | ,000 | ,248 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2019 | ,434 | 46 | ,000 | ,183 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2020 | ,454 | 46 | ,000 | ,170 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2021 | ,454 | 46 | ,000 | ,160 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2022 | ,432 | 46 | ,000 | ,170 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2023 | ,454 | 46 | ,000 | ,186 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2024 | ,454 | 46 | ,000 | ,174 | 46 | ,000 |
| Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | ,476 | 46 | ,000 | ,163 | 46 | ,000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Interpretación:**

En la Tabla 25, la variabilidad de las concentraciones de los parámetros analizados para la estación AGU-02 durante el periodo 2018-2024 indica que, p-valor = 0.000<0.05, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal y se debe emplear una prueba paramétrica para su procesamiento (t-Student para muestras relacionadas).

**Tabla 26**

*Prueba de normalidad de la estación AGU-03 en el periodo 2018-2024*

**Pruebas de normalidad**

| | Kolmogorov-Smirnov[a] | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2018 | ,428 | 46 | ,000 | ,175 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2019 | ,455 | 46 | ,000 | ,171 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2020 | ,456 | 46 | ,000 | ,164 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2021 | ,461 | 46 | ,000 | ,230 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2022 | ,454 | 46 | ,000 | ,159 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2023 | ,455 | 46 | ,000 | ,184 | 46 | ,000 |
| Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2024 | ,437 | 46 | ,000 | ,176 | 46 | ,000 |
| Estándar de Calidad de Agua Categoría 3, D1 | ,476 | 46 | ,000 | ,163 | 46 | ,000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Interpretación:**

En la Tabla 26, la variabilidad de las concentraciones de los parámetros analizados para la estación AGU-03 durante el periodo 2018-2024 indica que, p-valor = 0.000<0.05, por lo tanto, los datos presentan una distribución normal y se debe emplear una prueba paramétrica para su procesamiento (t-Student para muestras relacionadas).

**Aplicación de prueba estadística no paramétrica (T-Student)**

**Regla de decisión**

- p-valor > 0.05 (se acepta la $H_0$, no existe diferencias significativas).
- p-valor < 0.05 (se rechaza la $H_0$, existe diferencias significativas).

**Prueba estadística de T-Student:**

**Tabla 27**

*Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-01*

**Prueba de muestras emparejadas**

| | | Diferencias emparejadas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior | Superior | t | gl | Sig. (bilateral) |
| Par 1 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2018 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2312,74 | 13680,41 | 2017,06 | -6375,33 | 1749,83 | -1,147 | 45 | ,258 |
| Par 2 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2019 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2373,38 | 13996,62 | 2063,68 | -6529,87 | 1783,097 | -1,150 | 45 | ,256 |
| Par 3 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2020 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2310,38 | 13572,02 | 2001,08 | -6340,78 | 1720,003 | -1,155 | 45 | ,254 |
| Par 4 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2021 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2327,58 | 13664,40 | 2014,70 | -6385,41 | 1730,23 | -1,155 | 45 | ,254 |
| Par 5 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2022 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2324,83 | 13655,19 | 2013,34 | -6379,92 | 1730,26 | -1,155 | 45 | ,254 |
| Par 6 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2023 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2397,97 | 14124,58 | 2082,55 | -6592,45 | 1796,50 | -1,151 | 45 | ,256 |
| Par 7 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-01 en el año 2024 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2226,05 | 14222,08 | 2096,93 | -6449,49 | 1997,38 | -1,062 | 45 | ,294 |

**Interpretación:**

En la tabla XX se observa que el p-valor=0.254, 0.256, 0.258 y 0.294>0.05, por tanto, se rechaza $H_1$ y se acepta la nula que indica que no existen diferencias significativas entre los valores de las concentraciones de los parámetros evaluados en la estación AGU-01 durante el periodo 2018-2024. Esto evidencia que los valores difieren del Estándar de Calidad del Agua. Categoría 3, por tanto, cumple con lo establecido por la normativa dado que, se generan impactos ambientales moderados o incluso bajos.

**Tabla 28**

*Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-02*

**Prueba de muestras emparejadas**

| | | Diferencias emparejadas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | Inferior | Superior | t | gl | Sig. (bilateral) |
| Par 1 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2018 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2343,55 | 14116,22 | 2081,32 | -6535,55 | 1848,44 | -1,126 | 45 | ,266 |
| Par 2 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2019 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2400,10 | 14168,56 | 2089,04 | -6607,64 | 1807,43 | -1,149 | 45 | ,257 |
| Par 3 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2020 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2359,14 | 13901,07 | 2049,60 | -6487,25 | 1768,96 | -1,151 | 45 | ,256 |
| Par 4 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2021 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2337,69 | 13730,49 | 2024,45 | -6415,15 | 1739,75 | -1,155 | 45 | ,254 |
| Par 5 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2022 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2358,06 | 13896,36 | 2048,90 | -6484,77 | 1768,64 | -1,151 | 45 | ,256 |
| Par 6 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2023 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2423,07 | 14293,18 | 2107,41 | -6667,62 | 1821,48 | -1,150 | 45 | ,256 |
| Par 7 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-02 en el año 2024 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2403,66 | 14161,07 | 2087,93 | -6608,97 | 1801,65 | -1,151 | 45 | ,256 |

**Interpretación:**

En la tabla 28 se observa que el p-valor=0.254, 0.256, 0.257 y 0.266>0.05, por tanto, se rechaza $H_1$ y se acepta la nula que indica que no existen diferencias significativas entre los valores de las concentraciones de los parámetros evaluados en la estación AGU-02 durante el

periodo 2018-2024. Esto evidencia que los valores difieren del Estándar de Calidad del Agua. Categoría 3, por tanto, cumple con lo establecido por la normativa dado que, se generan impactos ambientales moderados o incluso bajos.

**Tabla 29**

*Prueba estadística de T-Student para la estación AGU-03*

**Prueba de muestras emparejadas**

| | | Diferencias emparejadas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | Inferior | Superior | t | gl | Sig. (bilateral) |
| Par 1 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2018 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2366,66 | 13968,58 | 2059,55 | -6514,81 | 1781,49 | -1,149 | 45 | ,257 |
| Par 2 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2019 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2377,12 | 14005,42 | 2064,98 | -6536,22 | 1781,97 | -1,151 | 45 | ,256 |
| Par 3 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2020 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2349,39 | 13818,24 | 2037,38 | -6452,90 | 1754,11 | -1,153 | 45 | ,255 |
| Par 4 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2021 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2141,28 | 13713,18 | 2021,89 | -6213,59 | 1931,03 | -1,059 | 45 | ,295 |
| Par 5 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2022 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2317,005 | 13605,83 | 2006,07 | -6357,43 | 1723,42 | -1,155 | 45 | ,254 |
| Par 6 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2023 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2416,68 | 14254,63 | 2101,73 | -6649,78 | 1816,42 | -1,150 | 45 | ,256 |
| Par 7 | Monitoreo de calidad de agua realizado en la estación AGU-03 en el año 2024 - Estandar de Calida de Agua Ctegoría 3, D1 | -2401,84 | 14156,35 | 2087,241 | -6605,76 | 1802,07 | -1,151 | 45 | ,256 |

**Interpretación:**

En la tabla 29 se observa que el p-valor=0.254, 0.256, 0.257 y 0.295>0.05, por tanto, se rechaza $H_1$ y se acepta la nula que indica que no existen diferencias significativas entre los valores de las concentraciones de los parámetros evaluados en la estación AGU-03 durante el periodo 2018-2024. Esto evidencia que los valores difieren del Estándar de Calidad del Agua.

Categoría 3, por tanto, cumple con lo establecido por la normativa dado que, se generan impactos ambientales moderados o incluso bajos.

### 4.2.2. Contrastación de las hipótesis específicas

De acuerdo a los resultados presentados obtenidos en el analisis se aceptan las siguientes hipótesis específicas:

- En lo referido a la primera hipótesis específica, los registros de la línea base y los controles anuales evidenciaron que la calidad del agua del río Chancay se mantuvo mayoritariamente dentro de los parametros establecidos por el ECA Agua. Si bien se identificaron excedencias puntuales en parámetros como pH, fluoruro y huevos de helmintos en determinados años o estaciones, estas no conformaron una tendencia sostenida, ni representaron un deterioro progresivo del recurso hídrico. Por el contrario, la mayoría de los parámetros físico-químicos turbidez, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitritos, sulfatos, cloruros, metales traza y aceites y grasas se mantuvieron dentro de límites normativos durante todo el periodo evaluado. Esto confirma que el escenario inicial del proyecto y su evolución ambiental mantienen condiciones aceptables, respaldando plenamente la primera hipótesis.
- Respecto a la segunda hipótesis específica, las matrices de evaluación permitieron identificar con claridad los impactos más relevantes en el componente hídrico. Entre ellos destacan las variaciones temporales de turbidez, los incrementos de sólidos suspendidos, el riesgo asociado al manejo de lubricantes durante la construcción y los efectos derivados del cambio en el régimen de caudales. La sistematización de estos impactos facilitó establecer prioridades de intervención, coincidiendo con lo planteado en la hipótesis referida a la utilidad de estas matrices como herramienta para jerarquizar los efectos ambientales. En consecuencia, los resultados obtenidos confirman la validez de dicha hipótesis.
- Por último, en relación con la tercera hipótesis específica, los registros acumulados entre 2018 y 2024 muestran que los impactos moderados por encima de la calidad del agua han sido progresivamente controlados y contenidos mediante la aplicación de las medidas preventivas y correctivas programadas por el área SSOMA. Entre los indicadores más relevantes se encuentra la estabilización de parámetros sensibles como turbidez, sólidos suspendidos, aceites y grasas y oxígeno disuelto, cuyos valores mostraron mejoras tras la implementación de medidas como el control de sedimentos,

la revegetación de taludes, el confinamiento de materiales excedentes y la impermeabilización de áreas de mantenimiento. Esta evolución en los resultados evidencia la efectividad de los programas de gestión ambiental y confirma de manera analítica la hipótesis que sostenía que los impactos significativos serían mitigados durante la etapa operativa.

En conjunto, el análisis longitudinal del periodo 2018–2024 sustenta la validez de las tres hipótesis específicas, mostrando consistencia entre la información obtenida, el comportamiento del recurso hídrico y la gestión ambiental aplicada a lo largo de la ejecución del proyecto.

# 5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

## 5.1.Discusión general

La evaluación integral realizada entre los años 2018 y 2024 permitió caracterizar el comportamiento global de la calidad del agua en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Chancay y comparar su evolución frente a los valores establecidos por el ECA Agua. De manera general, los parámetros monitoreados mostraron una tendencia a estabilizarse con el paso del tiempo, especialmente luego de la implementación progresiva de medidas de manejo y control ambiental incluidas en los ITS sucesivos. Durante los primeros años, los sólidos suspendidos totales registraron valores altos, con máximos de 1902 mg/L en 2018 y 1874 mg/L en 2019; sin embargo, hacia 2020 estos descendieron a rangos entre 16 y 48 mg/L, lo que representa una mejora concreta en la calidad del agua. Esta disminución evidencia que el manejo de suelos, el control de sedimentos y la estabilización de áreas intervenidas tuvieron efectos positivos sostenidos.

El comportamiento del pH se mantuvo dentro de un rango estrecho entre 7.85 y 8.52, con algunas superaciones puntuales del límite superior del ECA. No obstante, estas variaciones no mostraron tendencia creciente y la mayor parte de los valores permanecieron dentro del rango permitido. De manera simultánea, la concentración de oxígeno disuelto presentó estabilidad, con valores entre 6.1 y 8.4 mg/L a lo largo de los años evaluados, lo que confirma que las condiciones del cauce permiten el desarrollo normal de los procesos biológicos del ecosistema acuático. Los parámetros vinculados a carga orgánica, como la DBO5 y DQO, se mantuvieron en niveles bajos, con promedios de 1.96 mg/L y 1.28 mg/L respectivamente, lo cual indica que no se generaron aportes significativos de materia orgánica hacia el río durante el periodo analizado.

La presencia de metales en el agua mantuvo niveles considerablemente bajos. Los valores registrados para arsénico (0.01 mg/L), manganeso (0.044 mg/L), litio (0.072 mg/L), plomo (0.0059 mg/L) y otros metales analizados estuvieron muy por debajo de los estándares establecidos, lo que evidencia la ausencia de contaminación asociada a derrames o filtraciones de origen operativo. Del mismo modo, los aceites y grasas se mantuvieron entre <0.5 y 1.5 mg/L en los tres años evaluados, reflejando una adecuada operación de trampas de grasa y sistemas de retención implementados en la central.

A nivel general, las mayores preocupaciones ambientales se asociaron al hallazgo de huevos de helmintos, cuyos valores variaron entre <1 y 23 huevos/L, así como a concentraciones de fluoruro que alcanzaron hasta 9.46 mg/L en algunos puntos. Ambos

parámetros sugieren la influencia de actividades externas al proyecto particularmente descargas domésticas no controladas o aportes difusos de la cuenca, más que impactos propios de la central. Este comportamiento subraya la importancia de ampliar el seguimiento a zonas ubicadas aguas arriba del punto de captación.

Finalmente, el análisis integral de los 57 impactos identificados en las etapas de construcción, operación y cierre mostró que los efectos de mayor relevancia corresponden a los beneficios socioeconómicos derivados de la actividad hidroeléctrica. Entre ellos destacan la generación de energía (significancia de 52), el aumento de ingresos fiscales (49), la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (46) y la creación de empleo (42). Por su parte, los impactos moderados asociados a calidad de agua fueron gestionados mediante medidas de prevención y control que demostraron ser efectivas en el periodo evaluado.

En conjunto, los resultados confirman que la operación de la Central Hidroeléctrica Chancay no ha generado deterioro significativo en la calidad del agua y que las medidas implementadas han permitido mantener los parámetros dentro de rangos aceptables, consolidando una tendencia de mejora ambiental y estabilidad del ecosistema acuático de la cuenca.

## 5.2.Discusiones específicas

### 5.2.1. Discusión sobre el análisis de la línea base del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial

El análisis integral de la línea base ambiental vinculada a la calidad del agua en la zona de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay permitió identificar el comportamiento de los principales parámetros físico-químicos y microbiológicos antes, durante y después de las actividades del proyecto. Los resultados evidenciaron que los valores de aceites y grasas, así como de S.A.A.M., se mantuvieron por debajo de los límites de detección de los ensayos de laboratorio, con concentraciones menores a 1.0 mg/L y 0.025 mg/L respectivamente, lo que indica un adecuado control de vertimientos y ausencia de contaminación orgánica significativa en el cuerpo receptor. Sin embargo, el pH presentó incumplimientos en el 66.67% de las estaciones evaluadas, con valores entre 7.89 y 12.50, superando los límites del ECA Agua (6.5–8.5) establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM. Este comportamiento alcalino se atribuye a la naturaleza geológica del área, donde los suelos y formaciones rocosas liberan minerales básicos hacia el cauce, elevando la alcalinidad del recurso hídrico, coincidiendo con lo descrito por Inostroza (2015). Asimismo, los sólidos totales disueltos (STD) registraron

valores entre 235 y 239.5 mg/L, ligeramente por encima de lo permitido, reflejando una dureza del agua que podría favorecer la acumulación de sales en el ecosistema acuático.

Por otro lado, los parámetros de conductividad, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitratos, nitritos, sulfatos, sulfuros y cloruros se mantuvieron dentro de los límites normativos, sin evidencias de degradación orgánica ni procesos anóxicos. En cuanto a la turbidez, los valores oscilaron entre 7.6 y 8.36 NTU, evidenciando estabilidad hidrológica y una menor dispersión respecto a los estudios iniciales de Inostroza (2015), quien reportó rangos de 2 a 21 NTU con un promedio de 11.5 NTU. Este comportamiento sugiere que las medidas de control de erosión y sedimentación implementadas han sido efectivas para mantener la transparencia del agua. Asimismo, se observó que la temperatura se mantuvo entre 7.8 y 17.9 °C, con un promedio de 12.9 °C, valores coherentes con las condiciones altitudinales de la cuenca, en concordancia con los resultados de Mendoza (2021), quien también reportó un comportamiento térmico dentro del rango natural para ecosistemas altoandinos. Estos datos confirman que la variabilidad térmica del recurso hídrico no representa una alteración significativa del equilibrio químico ni biológico del río.

El oxígeno disuelto presentó concentraciones entre 6.1 y 8.4 mg/L, valores considerados adecuados para sostener la vida acuática y asegurar la autorregulación del sistema. Según lo planteado por Inostroza (2015), este parámetro, cuando se mantiene en niveles estables, previene la mortandad de peces, la descomposición anaeróbica y los cambios bruscos en las comunidades hidrobiológicas, lo cual se cumple en el presente monitoreo. Los resultados microbiológicos corroboraron que ningún punto de muestreo superó los estándares normativos, lo que evidencia ausencia de contaminación fecal significativa y un manejo adecuado de los efluentes domésticos y sanitarios generados en las instalaciones del proyecto. En el mismo sentido, los análisis de metales pesados (arsénico, cadmio, plomo, mercurio, entre otros) arrojaron concentraciones dentro de los límites permisibles, garantizando la inocuidad del agua y la no afectación de las cadenas tróficas locales, como también lo señala Mendoza (2021) en su evaluación de metales mediante ICP-MS en sistemas hídricos altoandinos.

El análisis comparativo de los resultados históricos del proyecto con los antecedentes de estudios similares evidenció que las mejoras implementadas en la gestión ambiental de la Central Hidroeléctrica Chancay han contribuido a la reducción sostenida de parámetros críticos, especialmente en turbidez, sólidos suspendidos y aceites y grasas. En los monitoreos realizados entre 2018 y 2020, los sólidos totales suspendidos variaron entre 33 y 1902 mg/L en el primer año, 29 y 1874 mg/L en el segundo, y se redujeron significativamente a rangos de 16 a 48 mg/L en el último periodo, lo que demuestra la eficacia de los programas de control de erosión y

mantenimiento de la infraestructura hidráulica. Los valores de pH también se estabilizaron entre 7.88 y 8.49, confirmando una tendencia a la neutralidad en el mediano plazo. En cuanto a la temperatura, se registraron valores promedio entre 15.7 y 24.6 °C, coherentes con el régimen climático estacional del área, lo que refuerza la ausencia de alteraciones térmicas inducidas por el funcionamiento del sistema.

### 5.2.2. Discusión sobre la evaluación de impactos ambientales del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua

En relación con la evaluación de impactos ambientales, las matrices de causa-efecto aplicadas en el estudio permitieron identificar 57 impactos potenciales a lo largo de las tres etapas del proyecto (24 en construcción, 20 en operación y 13 en cierre). Entre los de mayor significancia destacan el incremento en la disponibilidad de energía eléctrica, el aumento de ingresos fiscales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de empleo y la mejora de vías de acceso. De estos, el impacto con mayor ponderación correspondió al incremento de energía eléctrica, con una valoración de 52, seguido del aumento en ingresos fiscales con 49 y la reducción de gases de efecto invernadero con 46. Los impactos negativos de mayor relevancia se asociaron al ruido, emisión de material particulado, generación de residuos sólidos, alteración del suelo y riesgo de derrames de combustibles. La mayoría de estos impactos fueron clasificados como moderados y reversibles, con significancia baja a media, siempre que se implementen las medidas de mitigación propuestas.

Cruz (2016) planteó en su estudio un total de 43 efectos ambientales, de los cuales el 46.51% fueron considerados críticos, predominando los de la etapa de desarrollo. En comparación, los resultados del presente proyecto muestran una distribución más equilibrada, con predominio de los impactos en la etapa constructiva, atribuible a la remoción de suelos y movimientos de materiales. Asimismo, Torres (2013) identificó efectos relevantes sobre centros urbanos, cambios en el uso del suelo y presiones migratorias, aspectos también reconocidos en el ámbito del río Chancay, aunque con menor intensidad debido al control territorial y las políticas de compensación aplicadas por la empresa. Los resultados de Viviescas (2014) complementan este análisis al enfatizar la importancia de la gestión social y ambiental integrada, considerando los efectos combinados sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico. En la Central Hidroeléctrica Chancay, estas medidas se han materializado en la prevención de desplazamientos humanos, la conservación de especies nativas y el cumplimiento de normativas ambientales vigentes.

### 5.2.3. Discusión sobre la situación ambiental del proyecto Central Hidroeléctrica Chancay vinculado a la calidad del agua superficial en *el periodo 2018-2024*

El análisis de la situación ambiental actual del proyecto mostró que, si bien algunos parámetros como el pH y el fluoruro presentaron valores elevados en ciertos periodos (pH hasta 12.5 y fluoruro hasta 9.46 mg/L), estos se mantuvieron controlados mediante la aplicación de medidas correctivas y el monitoreo continuo. Los huevos de helmintos, que alcanzaron valores de hasta 23 unidades/L en determinados puntos, evidenciaron una fuente externa de contaminación probablemente asociada al arrastre de sedimentos contaminados o a la disposición inadecuada de residuos biológicos en la cuenca alta. No obstante, su incidencia fue puntual y controlada en monitoreos posteriores. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Inostroza (2015), quien destacó la importancia de la adecuada disposición de biosólidos y residuos hidráulicos para evitar contaminación parasitaria en fuentes hídricas.

Asimismo, los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron estables, lo que confirma que no existen procesos de eutrofización ni degradación orgánica significativa. Viteri-Garcés et al. (2017) enfatizaron que la correcta evaluación de parámetros fisicoquímicos y biológicos a lo largo del tiempo es fundamental para garantizar la conservación de la calidad del agua y el equilibrio ecológico de los sistemas acuáticos, lo cual se cumple en el monitoreo desarrollado para la Central Hidroeléctrica Chancay. En este contexto, se recomienda mantener la periodicidad trimestral de los muestreos, priorizando el seguimiento de sólidos suspendidos, turbidez y pH, así como el monitoreo de nutrientes y metales traza para detectar posibles alteraciones a largo plazo.

El análisis comparativo entre los resultados obtenidos antes y después de la implementación del proyecto muestra una mejora progresiva en la calidad del agua. Los valores promedio de pH (8.22), oxígeno disuelto (7.6 mg/L), DBO5 (1.96 mg/L), DQO (1.28 mg/L), nitritos (0.06 mg/L) y aceites y grasas (0.2 mg/L) indican un estado saludable del recurso. Los metales pesados se mantuvieron en concentraciones mínimas: arsénico (0.01 mg/L), cadmio (0.1 mg/L), plomo (0.0059 mg/L) y mercurio (0.0002 mg/L), todos dentro de los límites establecidos por el ECA. Este resultado demuestra la eficacia de los sistemas de tratamiento implementados, así como la ausencia de aportes industriales o urbanos significativos en la zona de influencia directa del proyecto.

En términos de gestión, las medidas de mitigación implementadas en la Central Hidroeléctrica Chancay han demostrado ser esenciales para consolidar un modelo operativo ambientalmente responsable. Las estrategias aplicadas abarcan el control de drenajes y sedimentación, la revegetación progresiva de áreas intervenidas, la estabilización de taludes y

la impermeabilización de las zonas de mantenimiento, reduciendo así el riesgo de infiltración de hidrocarburos o aceites al subsuelo. Estas acciones fueron complementadas con el uso de trampas de grasa, tanques sépticos y pozos percoladores, cuya finalidad es garantizar que las aguas residuales domésticas o industriales sean tratadas adecuadamente antes de su disposición final. Asimismo, se aplicaron procedimientos de segregación y almacenamiento temporal de residuos, priorizando el reciclaje de materiales reutilizables y la disposición segura de residuos peligrosos en depósitos autorizados por DIGESA, bajo la supervisión de empresas registradas (EPS-RS). Este conjunto de acciones evidencia el cumplimiento de las disposiciones del D.S. N.º 029-94-EM y del D.S. N.º 004-2017-MINAM, reflejando una gestión ambiental alineada con los estándares nacionales.

El fortalecimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA), actualizado en el Cuarto Informe Técnico Sustentatorio, permitió la incorporación de programas específicos para la gestión de efluentes, el control de emisiones atmosféricas y el manejo de residuos sólidos. A ello se suma la integración de un sistema de monitoreo continuo de la calidad del agua, que registra parámetros físico-químicos y biológicos en distintas estaciones de control. Esta información es evaluada periódicamente por el área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), la cual determina la eficacia de las medidas de mitigación y ejecuta acciones correctivas en caso de desviaciones. La empresa titular, Sindicato Energético S.A. (SINERSA), ha establecido además políticas de capacitación ambiental permanente dirigidas a su personal técnico, fomentando una cultura organizacional de prevención, cumplimiento normativo y mejora continua del desempeño ambiental.

Las conclusiones de Mendoza (2021) respaldan este enfoque de gestión integral, señalando que la correcta aplicación de los planes ambientales en sistemas hidroenergéticos contribuye significativamente a reducir la carga contaminante y a mantener la estabilidad de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, las acciones desarrolladas en la Central Hidroeléctrica Chancay como la revegetación con especies nativas, el mantenimiento de estructuras hidráulicas y el control de vertimientos constituyen medidas de alta efectividad para la protección de la calidad del agua y la conservación de la biodiversidad ribereña. Adicionalmente, los resultados de los monitoreos más recientes confirman la tendencia descendente en los niveles de sólidos suspendidos y turbidez, lo que evidencia la eficacia de los programas implementados y la resiliencia ecológica del río Chancay frente a la actividad hidroenergética.

Asimismo, se estableció que las medidas que deberían de implementarse abarcan la disposición de los residuos líquidos generados en los campamentos, la prohibición de arrojo de

desperdicios y/o materiales en desuso, la ejecución del monitoreo de calidad, el establecimiento del balance hídrico, evaluando el régimen, el monitoreo y mantenimiento del caudal ecológico como lo argumenta Viteri-Garcés, et. al (2017), quien afirmó que la correcta evaluación de dichos parámetros son la base que permitirá la evaluación de la contaminación de un sistema a través del tiempo, ya que poseen la facultad de alterar el hábitat.

En base al Análisis de calidad de agua antes y después pH presentó un valor promedio de 8.22, la temperatura presentó un valor promedio de 15.177, el Oxígeno Disuelto disminuyó considerablemente con un valor promedio de 7.6, además los que mostraron valores concluyentes y más certeros fueron la conductividad con 378.08, el DBO5 con 1.96 DQO con 1.28, los Nitritos con 0.06, Aceites y Grasas presentó con 0.2, S.A.A.M. con 0.006, el Arsénico con 0.01, el Berilio con 0.0006, Cadmio con 0.1, Cobalto con 0.0004, Cobre con 0.01, CromoVI con 0.0012, Litio con 0.072, Manganeso con 0.044, Mercurio con 0.0002, Plomo 0.0059 y Selenio con 0.0005. Además, ya no se observó presencia de la Turbidez Sulfuros STD, Colif. Totales, Antimonio, bismuto, Calcio, estaño, estroncio, Indio, Plata, Potasio, Sodio, Talio, Titanio, Teluro y Molibdeno. Todo ello evidenció mejoras y similitud en equiparación a los resultados de Mendoza (2021), no obstante, en esta investigación se erigieron mejores resultados para Turbidez, aceites y grasas que presentaron valores entre <0.5 y 1.5 mg/L en el 2018, <0.5 y 1.5 mg/L en el 2019 y entre <0.5 y 1.5 mg/L para el 2020; los Sólidos totales suspendidos presentaron valores entre 33 y 1902 mg/L en el 2018, 29 y 1874 mg/L en el 2019 y entre 16 y 48 mg/L para el 2020; el pH presentó valores entre 7.88 y 8.49 en el 2018, 7.85 y 8.52 en el 2019 y entre 7.98 y 8.38; la temperatura presentó valores entre 15.7 y 21.2 en el 2018, 16.8 y 23.2 en el 2019 y entre 17.6 y 24.6.

En conjunto, los resultados del estudio demuestran que la Central Hidroeléctrica Chancay mantiene condiciones ambientales estables, garantizando que la calidad del agua superficial cumpla con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) y sea compatible con los usos designados por la normativa vigente. La aplicación sucesiva de los Informes Técnicos Sustentatorios (ITS) desde el primero aprobado en 2015 hasta el cuarto presentado en 2023 ha permitido actualizar y optimizar las estrategias de manejo ambiental, adaptándolas a las modificaciones de infraestructura y a la dinámica del sistema hidráulico. Gracias a ello, el proyecto ha logrado mantener la funcionalidad del cauce, la restitución del caudal ecológico y la continuidad biológica del ecosistema acuático.

# 6. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 6.1. Conclusiones

- La evaluación de impacto ambiental de las actividades desarrolladas en la Central Hidroeléctrica Chancay evidenció una influencia baja a moderada sobre la calidad ambiental del agua. Los impactos detectados, tanto en la fase de construcción como en la de operación, fueron controlados mediante la aplicación de medidas de prevención, corrección y monitoreo implementadas por el área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA) de la empresa. Dichas acciones, sustentadas en los Informes Técnicos Sustentatorios (ITS) actualizados hasta 2021, garantizan que las alteraciones sean reversibles y mantengan la estabilidad ecológica del cauce del río Chancay. En consecuencia, se acepta parcialmente la hipótesis general, confirmando la eficacia de la gestión ambiental adoptada.
- El análisis de la línea base ambiental del proyecto permitió confirmar que los parámetros físico-químicos de la calidad del agua se mantienen dentro de los límites establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM, evidenciando la ausencia de contaminación significativa en el cuerpo receptor desde el inicio del proyecto. Los valores de pH, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitratos, sulfatos y cloruros se encuentran dentro de los rangos permisibles, mientras que los aceites, grasas y detergentes permanecen por debajo de los límites de detección, lo que demuestra un control efectivo de las fuentes potenciales de impacto.
- Las matrices de identificación y evaluación de impactos ambientales aplicadas al proyecto permitieron reconocer 57 interacciones relevantes en las tres etapas del ciclo de vida (construcción, operación y cierre), de las cuales el 12 % presentó una significancia alta, principalmente vinculada a la generación de energía, empleo y contribución fiscal. En cuanto a los impactos sobre la calidad del agua, los de mayor relevancia fueron el incremento temporal de turbidez, los sólidos suspendidos y el riesgo de derrames puntuales de hidrocarburos. Estos impactos, no obstante, fueron reducidos mediante la implementación de sistemas de drenaje, sedimentación, revegetación y manejo responsable de combustibles, fortaleciendo la gestión preventiva del área SSOMA.
- El análisis de la situación ambiental correspondiente al año 2018, complementado con las actualizaciones de los ITS del 2020 y 2021, evidenció una mejora sostenida en los parámetros de calidad del agua superficial. Los monitoreos realizados muestran que la

turbidez, el pH, la temperatura y los metales pesados se mantienen dentro de los valores de referencia, confirmando la eficacia de las medidas de mitigación adoptadas. Asimismo, la aplicación continua del Plan de Manejo Ambiental (PMA), junto con los programas de capacitación, control de residuos y tratamiento de efluentes, ha permitido mantener los impactos ambientales en niveles moderados, garantizando la sostenibilidad del recurso hídrico y el cumplimiento de los compromisos ambientales del proyecto.

## 6.2.Recomendaciones

- Se sugiere profundizar en la evaluación de las actividades externas a los procesos operativos de la Central Hidroeléctrica Chancay, especialmente aquellas relacionadas con las comunidades aledañas y actividades agrícolas o de infraestructura próximas al cauce del río. Dichas acciones podrían representar fuentes complementarias de contaminación por residuos sólidos, vertimientos domésticos o escorrentía superficial, los cuales influyen indirectamente en la calidad del agua. Estos estudios permitirán diferenciar los impactos generados por la operación de la central de los ocasionados por agentes externos, fortaleciendo la gestión integral de la cuenca del Chancay.
- Se recomienda ampliar las investigaciones hacia un enfoque comparativo nacional que considere diferentes centrales hidroeléctricas ubicadas en diversas regiones del país. Esto facilitaría la identificación de patrones ambientales comunes y la formulación de criterios técnicos estandarizados para la evaluación de impactos sobre la calidad del agua. La integración de estos resultados podría servir de base para actualizar los lineamientos del Ministerio de Energía y Minas y del Ministerio del Ambiente, mejorando la eficiencia en la gestión ambiental de los proyectos hidroenergéticos.
- Es pertinente incorporar nuevas variables en los futuros estudios de impacto ambiental, tales como la dinámica hidrobiológica, la variación estacional de contaminantes traza y la resiliencia ecológica del ecosistema acuático. Analizar estas variables permitirá optimizar los procesos de control, tratamiento y monitoreo, contribuyendo a una gestión preventiva más sólida y alineada con los principios de sostenibilidad ambiental y uso racional de los recursos hídricos.
- Se aconseja desarrollar investigaciones orientadas al fortalecimiento del uso de energías renovables y la aplicación de buenas prácticas ambientales en centrales hidroeléctricas. Esto incluye la evaluación del ciclo de vida de los componentes hidráulicos, la reducción de la huella hídrica y de carbono, y la implementación de tecnologías limpias que minimicen el impacto sobre los ecosistemas acuáticos. Dichos estudios no solo

aportarían a la mejora del desempeño ambiental del sector eléctrico, sino que también consolidarían a la Central Hidroeléctrica Chancay como un referente nacional en gestión sostenible de recursos energéticos.

# 7. CAPITULO VII. REFERENCIAS


Alvarado, P. M. (2009). Afectación Ambiental y Socioeconómica de la Construcción de una Central Hidroeléctrica en la Zona de Impacto: El Caso del Proyecto Hidroeléctrico Angamarca. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito, Archivo digital]. https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/702/1/91109

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2010). Resolución Jefatural. Nº 202-2010-ANA. MINAM. https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-202-2010-ana-0

Castillo, J. M., & Gamboa, A. (2021). Identificación y evaluación del impacto ambiental de un sistema hidroenergético instalado en la comunidad rural del Juncal, municipio de Simití, sur de Bolívar [Trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional UFPSO.

https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/4770?show=full

Córdova, I. (2009). *Proyecto de Investigación*. Editorial San Marcos. Lima, Perú.

Coria, I. D. (2016). El estudio de impacto ambiental: Características y metodologías Invenio. *Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Rosario, 11*(20), pp. 125-135. https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010

Cuesta, G. A., & Peñaloza, A. D. (2021). Identificación y evaluación de aspectos ambientales para la propuesta de medidas de control de procesos en la Central Hidroeléctrica Minas San Francisco [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.

https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21447

Cruz, P. J. (2016). *Análisis y recalificación de impactos ambientales generados por el proyecto Central Hidroeléctrica San Gabán III en Carabaya, Puno, 2015*. [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Archivo digital]. https://1library.co/document/

Duque, H. A. (2021). Análisis de los impactos sociales de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) en las comunidades del oriente antioqueño: caso PCH el popal, municipio de Cocorná. [Tesis de maestría, Universidad de Medellín, Archivo digital]. https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/6409/

Inostroza, O. R. (2015). *Identificación y evaluación de los niveles de contaminación ambiental en la Central Hidroeléctrica de María Jiray que influyen en el deterioro del Medio Ambiente en el año 2005* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo, Archivo digital]. http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/

Mendoza, (2021). Propuesta de indicadores para la identificación de impactos ambientales en centrales hidroeléctricas en etapa de construcción y operación https://es.scribd.com/document/663444355/propuesta-de-indicadores-para-la-identificacion-de-impactos-ambientales-en-centrales-hidroelectricas-etapa-de-construccion-y-operacion-mendoza-paniu

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2008). Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. *Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.* MINAM. https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-002-2008-minam/

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana. *SINIA*. https://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Ley General del Ambiente – Ley N° 28611*. MINAM. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). Evaluación del impacto ambiental 2011 – 2016. *SINIA*. https://sinia.minam.gob.pe/documentos/

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). La Hora del Planeta: Forma parte del movimiento ambiental más grande del mundo. *DGPIGA*. https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/594332

Moreno, D. (2022). *Identificación de impactos ambientales producidos por centrales hidroeléctricas*. [Tesis de posgrado, Fundación Universidad de América, Archivo digital]. https://repository.uamerica.edu.co/

Nazer-Varela, A. S., Torrealba-López, A & Capuz Rizo, S. F. (2009). Evaluación del impacto ambiental de la producción de cátodos de cobre en Chile, periodo 2006 – 2007. *XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyecto*. https://www.researchgate.net/publication/280578655

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2015). La supervisión ambiental en el subsector electricidad. *OCAC & OEFA*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=15289

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2019). Guía de supervisores ambientales. *MINAM*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=34532

Quispe, G. A. (2024). Evaluación de los impactos o afectaciones de la Central Hidroeléctrica de Caldas – CHEC S.A. E.S.P sobre la calidad del agua del río Chinchiná (Tesis de pregrado), Universidad Privada San Carlos.

Roselló, J. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental de una Minicentral Hidroeléctrica de caudal fluyente* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia, Archivo digital]. https://riunet.upv.es/handle/10251/53545

Sánchez y Guiza (1989). *Evaluación del impacto ambiental conceptos y métodos.* Ecoe Ediciones, Calis, Colombia.

Sindicato Energético S.A. (2013). Informe anual de cumplimiento ambiental y gestión ecológica en actividades eléctricas. SINERSA.

https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/108443-0079-2013-mem

Soto Pérez, M. (2022). Implicaciones de la resolución 110 del 2022 en la evaluación de impacto ambiental del componente suelo asociada a la construcción de la pequeña central hidroeléctrica Citabará sobre la reserva forestal nacional en el municipio de Mistrató. Universidad Tecnológica de Pereira. https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/0d7ae63c-34ba-4a71-82e1-31bafe32cdbd

Soriano, H. (2015). *Gestión de un proyecto hidroeléctrico en el Perú.* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Archivo digital]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592700

Torres, M. A. (2013). *Análisis de nuevas dinámicas territoriales por proyectos de infraestructura y su influencia en la generación de conflictos socio ambientales. Caso de estudio: Hidroituango.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Archivo Digital]. https://repositorio.unal.edu.co

Trujillo, R. (2016). Evaluación Ambiental Preliminar de la Línea de Transmisión en 60 kV S.E. Karpa – S.E. La Unión. *Dessau S&Z,* 416 (16), pp. 1-183. https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/filebase/

Vidal E. & Regaldo, L. (2022). *Gestión Ambiental. Introducción a sus instrumentos y fundamentos.* Ediciones UNL. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/

Viteri-Garcés, M. I., Chalen-Medina, J. A. & Cevallos-Revelo, Z. L. (2017). Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias, 3*(3), pp. 628-646. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo

Viviescas, M. A. (2014). Caracterización de impactos ambientales y sociales generados por la construcción de grandes centrales hidroeléctricas en el país. *Repositorio Institucional UMNG.* https://repository.unimilitar.edu.co/

Venturo, (2021). Impactos ambientales en la calidad físico-química del agua generados por la Central Hidroeléctrica Yuncán en el río Paucartambo (Tesis de licenciatura). http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2276/1/T026_48427951_T.pdf

## ANEXOS

***Figura 4.*** Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-01.

***Figura 5****. Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-02.*

***Figura 6.*** Monitoreo de Agua I Trimestre en la estación AGU-03.

***Figura 7.*** *Mo*nitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-01.

***Figura 8.*** Monitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-02.

***Figura 9.*** Monitoreo de Agua II Trimestre en la estación AGU-03.

***Figura 10.*** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-01.

***Figura 11.*** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-02.

***Figura 12.*** Monitoreo de Agua III Trimestre en la estación AGU-03.

***Figura 13.*** Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-01.

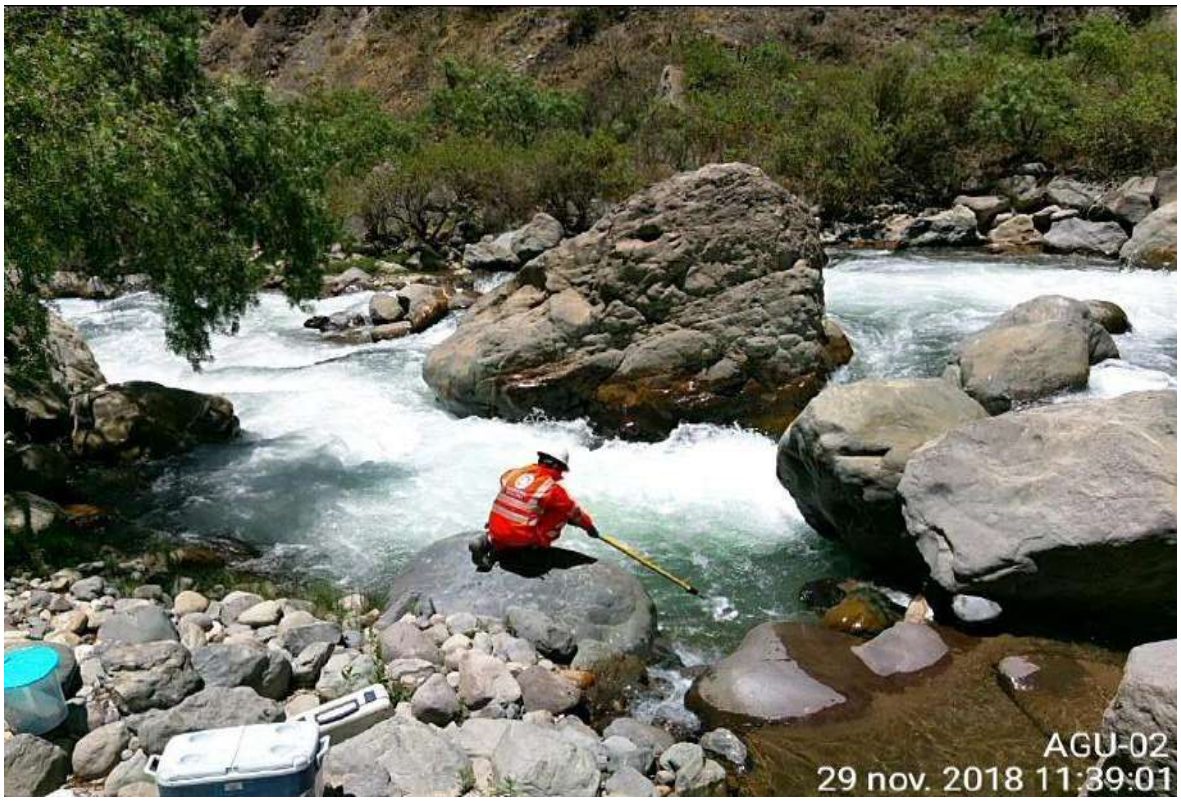



***Figura 14.*** Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-02.

*Figura 15.* Monitoreo de Agua IV Trimestre en la estación AGU-03.

***Figura 16.*** Letrero informativo instalado en la Casa de Máquinas de C.H. Chancay.

***Figura 17.*** Letrero Informativo instalado en la Bocatoma de la C.H. Chancay.

***Figura 18.*** Capacitación de Medio Ambiente - Manejo de Residuos No Municipales a Colaboradores de la C.H. Chancay.

***Figura 19***. Capacitación de Medio Ambiente - D.S. N° 014-2019-EM "Reglamento de Protección Ambiental en Actividades Eléctricas".

***Figura 20.*** Fotos de Grupo de Trabajo con colaboradores de la C.H. Chancay.

***Figura 21.*** Implementación de Contenedor de Botellas Plásticas en Punto de Acopio de Residuos en la C.H. Chancay.