

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA
HUANTA- RÍO CACHI, APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE
CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Bach. Joseph Frankchesco Gastelu Silvera

ASESOR

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz (Orcid: 0000-0001-8260-266X)

COASESOR

Dr. Junior Alberto Chuctaya Vásquez (Orcid: 0000-0002-8876-4675)

HUANTA – PERÚ

2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MANDAR GOLBER.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

24376 Words

RECUENTO DE CARACTERES

126773 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

142 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 26, 2024 10:36 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 26, 2024 10:38 AM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz
DOCENTE ORDINARIO PRINCIPAL

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA
HUANTA- RÍO CACHI, APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE
CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA”**

TESISTA

Bach. Joseph Frankchesco Gastelu Silvera

ASESOR

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz

COASESOR

Dr. Junior Alberto Chuctaya Vásquez



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

En Huanta, en el auditorio de cinco esquinas Estudios Generales de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, a los 23 días del mes de enero de 2024, siendo las 11:30 am horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los docentes:

Dr. Tulio Celestino Paytan Montañez
Mtro. Celso Ramos Paucar
Ing. Michael Huisa Taibe

Presidente
Primer miembro
Segundo miembro

Se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 009-2024-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del Bachiller **Joseph Frankchesco Gastelú Silvera**, con la tesis titulada **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA HUANTA – RIO CACHI, APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA"** y asesorado por el Dr. Santos clemente Herrera Díaz y coasesorado por el Dr. Junior Alberto Chuctaya Vásquez, para optar el Título profesional de: Ingeniero en Gestión Ambiental.

Observaciones:


.....
.....
.....

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluador, los mismos que fueron defendidas y absueltas por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

- Cum laude ()
- Bueno ()
- Aprobado (X)
- No aprueba ()

Con la calificación de dieciseis (16) Siendo las 12:46 pm se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.


.....
Dr. Tulio Celestino Paytan Montañez
PRESIDENTE


.....
Mtro. Celso Ramos Paucar
PRIMER MIEMBRO


.....
Ing. Michael Huisa Taibe
SEGUNDO MIEMBRO


.....
Joseph Frankchesco Gastelú Silvera
TESISTA

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Hermelinda Rosa Silvera Gamboa y Walter Gastelu Retamozo, por ser ejemplo y darme fuerzas por salir adelante, por su gran motivación día a día, amor infinito, comprensión y sobre todo la paciencia. De igual manera a mis familiares, amigos y docentes quienes me acompañaron en este trayecto para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía e iluminar mi camino permitiéndome alcanzar los objetivos y las metas propuestas.
- A mis padres por haber estado presente en mis logros y en la realización de la presente tesis, agradezco toda la ayuda que nos brinda, sus palabras motivadoras y sus consejos que me ayudaron a seguir adelante.
- De igual manera a mis hermanos: Mikel Bryan Gastelu Silvera y Saywa Illary Gastelu Silvera, los cuales me apoyaron en todo momento y alentaron para lograr este propósito.
- Asimismo, al Dr. Santos Clemente Herrera Díaz y Dr. Junior Alberto Chuctaya Vásquez por su apoyo y asesoramiento en la elaboración de la presente tesis.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad de agua en la microcuenca Huanta- río Cachi aplicando el ICA-PE, se realizaron los monitoreos en seis puntos de muestreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1), en dos épocas del año (húmeda y seca). Los puntos de monitoreo fueron ubicados de acuerdo al Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales; se analizaron los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos y posteriormente comparados con el D.S. N° 004 –2017-MINAM. De los resultados obtenidos en época húmeda todos los parámetros se encuentran por debajo del ECA a excepción del pH el cual sobrepasa en los puntos (Rcach1=8.52, Rcach2=8.74 y RHuar1= 8.56), mientras en la época seca los parámetros que sobrepasan el ECA son el Boro (RHuar1=1.255), pH (Rcach1=9, Rcach2=9.23, Rcach3=9.55, RHuar1=8.82 y Rpong1=9.41) y Manganeseo (Rcach4=0.21121). Estas concentraciones elevadas de pH y Boro están relacionadas al vertimiento de aguas residuales de las PTAR de Puca Puca, Acobamba y Totorilla, mientras los valores elevados de Manganeseo están influenciados por la geología del lugar. De acuerdo a los resultados del ICA-PE en época húmeda los seis puntos de monitoreo obtuvieron una calificación de “excelente”, asimismo en época seca los puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4 y RPong1) obtuvieron una calificación de “excelente” a excepción del punto (RHuar1), donde obtuvo una calificación “buena” con un valor de 90.35.

Palabras claves: ICA-PE, ECA, parámetros físicos-químicos, parámetros inorgánicos, parámetros microbiológicos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the water quality in the Huanta-Cachi River micro-basin and important tributaries by applying the ICA-PE, monitoring was carried out at six sampling points (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 and RPong1), in two times of the year (wet and dry). The monitoring points were located according to the national protocol for monitoring the quality of surface water resources; The physical-chemical, inorganic and microbiological parameters were analyzed and subsequently compared with the D.S. N°. 004 –2017-MINAM. From the results obtained in the wet season, all the parameters are below the ECA except for the pH, which exceeds the points (Rcach1=8.52, Rcach2=8.74 and RHuar1= 8.56), while in the dry season the parameters that exceed the ECA are Boron (RHuar1=1.255), pH (Rcach1=9, Rcach2=9.23, Rcach3=9.55, RHuar1=8.82 and Rpong1=9.41) and Manganese (Rcach4=0.21121). These high concentrations of pH and Boron are related to the discharge of wastewater from the Puca Puca, Acobamba and Totorilla WWTPs, while the high values of Manganese are influenced by the geology of the place. According to the results of the ICA-PE, in the wet season the six monitoring points obtained a rating of “excellent”, likewise in the dry season the monitoring points (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4 and RPong1) obtained a rating of “excellent”. ” except for point (RHuar1), where it obtained a “good” rating with a value of 90.35.

Keywords: ICA-PE, ECA, physical-chemical parameters, inorganic parameters, microbiological parameters.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xvii
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Descripción y formulación del problema.....	19
1.2. Objetivos	21
1.2.1. Objetivo general	21
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Justificación e importancia	22
1.4. Hipótesis	23
1.5. Variables	23
II. MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. Antecedentes	26
2.2. Bases teóricas	32
2.2.1. El agua	32
2.2.2. Aguas residuales.....	32
2.2.3. Calidad de agua	33
2.2.4. Cuenca	33
2.2.5. Parámetros físicos-químicos	33
2.2.6. Parámetros Inorgánicos	35
2.2.7. Parámetros microbiológicos y parasitológicos	38
2.2.8. Índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales	39
en el Perú (ICA-PE)	39
2.2.9. Marco Legal	42
2.3. Definición de términos.....	43
2.3.1. Contaminación de aguas	43
2.3.2. Evaluación de la calidad de agua	43
2.3.3. Calidad de agua	44
2.3.4. Índice de calidad de agua.....	44
2.3.5. Monitoreo de la calidad de agua	44
2.3.6. Parámetros de calidad de agua	44

III. METODOLOGÍA	45
3.1. Tipo y nivel de investigación	45
3.2. Ámbito temporal y espacial	45
3.3. Población y muestra.....	46
3.4. Instrumentos	46
3.5. Procedimientos	47
3.6. Análisis de datos.....	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1. RESULTADOS	61
4.1.1. Evaluación de la concentración de parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda y seca.....	61
4.1.2. Comparación de los parámetros analizados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), en época húmeda y seca.....	75
4.1.3. Determinación de valores de Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) en época húmeda y seca.	90
4.2. DISCUSIÓN	98
4.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL	100
V. CONCLUSIONES	106
VI. RECOMENDACIONES	107
VII. REFERENCIAS	108
VIII. ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2 Interpretación de la calificación ICA -PE.....	41
Tabla 3 Puntos de monitoreo en la microcuenca Huanta – Río Cachi y afluentes importantes.	47
Tabla 4 Clasificación de la microcuenca Huanta – Río Cachi según la R.J. N° 202-2010-ANA.	49
Tabla 5 Valores de los parámetros según el D.S. N°004-2017-MINAM.....	50
Tabla 6 Análisis, métodos y acreditación indicados por el laboratorio SGS S.A., para la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	60
Tabla 7 Concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	62
Tabla 8 Concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	68
Tabla 9 Comparación de las concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi...	76
Tabla 10 Comparación de las concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	83
Tabla 11 Cálculos de F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud) en época húmeda.....	91
Tabla 12 Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE en época húmeda.....	93
Tabla 13 Cálculos de F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud) en época seca.....	95
Tabla 14 Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE en época seca.....	97
Tabla. 15 Prueba de normalidad de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta – río Cachi.....	101
Tabla. 16 Estadísticos descriptivo de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta – río Cachi.....	101
Tabla. 17 Estadísticos de prueba de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta – río Cachi.....	102
Tabla. 18 Tabla de frecuencia del parámetro de Potencial de Hidrógeno en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	102

Tabla. 19 Tabla de frecuencia del parámetro de Potencial de Hidrógeno en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	103
Tabla. 20 Tabla de frecuencia del parámetro de Boro en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	103
Tabla. 21 Tabla de frecuencia del parámetro de Boro en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	104
Tabla. 22 Tabla de frecuencia del parámetro de Manganeso en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	104
Tabla. 23 Tabla de frecuencia del parámetro de Manganeso en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros físico-químicos en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	64
Figura 2 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	65
Figura 3 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	66
Figura 4 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros microbiológicos en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	67
Figura 5 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros físico-químicos en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	71
Figura 6 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	72
Figura 7 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	73
Figura 8 Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros microbiológicos en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	74
Figura 9 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros físico-químicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	799
Figura 10 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	80
Figura 11 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	81
Figura 12 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros microbiológicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	82
Figura 13 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros físico-químicos respecto	

al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	86
Figura 14 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes.....	87
Figura 15 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	88
Figura 16 Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros microbiológicos respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes	89

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente vital para los seres vivos, este recurso hídrico es imprescindible para el equilibrio y la vida en el planeta, el agua interviene en diversos procesos importantes para el hombre tales como la agricultura, ganadería, pesca, minería, industria y saneamiento. Ante su ausencia los organismos no podrían vivir. (Orjuela y Castaño, 2019). Este recurso a constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre, la adecuada gestión de los recursos hídricos es un objetivo prioritario para las sociedades los cuales se desarrollan bajo directrices orientadas en satisfacer las demandas en cantidad y calidad (Jimenez y Llico, 2020).

La calidad de las aguas está siendo alteradas por presencia de agentes infecciosos, producto químicos y radiaciones (Hilario y Mamani, 2021), los cuales están alterando los niveles de concentraciones de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos; la mala calidad de agua podría afectar la salud del ser humano y de los seres vivos que dependen de ella, el inadecuado tratamiento de las aguas producirá enfermedades los cuales ocasionaran pérdidas humanas (Cacsire y Valencia, 2022). Asimismo, en la región Ayacucho las cuencas están siendo alteradas por diversos procesos como las mineras, agropecuarias, saneamiento y residuos sólidos, los cuales están ocasionando el deterioro de calidad de agua y la pérdida de flora y fauna en las cuencas (Cárdenas, 2019).

Las diversas evaluaciones de la calidad de agua a nivel nacional se basan en métodos hidroquímicos y colectas de campos de metales, microorganismos e indicadores biológicos (Aronés et al., 2018), que han sido indispensables para comprender la influencia de la actividad antropogénica y procesos industriales que actúan en la calidad de agua y proponer un adecuado control eficiente de la contaminación de agua (Sany et al. 2019). Asimismo, se emplean indicadores de evaluación de calidad de agua tales como los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos con valores establecidos en las normativas nacionales, adicionalmente se puede determinar mediante diferentes maneras, como el estudio de macroinvertebrados acuáticos en la evaluación de calidad de agua en una cuenca.

El presente estudio evaluó la calidad de agua mediante los parámetros establecidos en la normativa nacional, estos valores del ECA (D.S. 004-2017-MINAM) se emplearon porque fueron ajustados de acuerdo a las características y geomorfología del Perú.

El trabajo de investigación tiene por objetivo general evaluar la calidad del agua en la microcuenca Huanta – Río Cachi, aplicando el método del índice de calidad ambiental para agua (ICA-PE) en seis puntos de monitoreos en dos épocas del año (húmeda y seca), para lo cual primero se clasificó la microcuenca Huanta – Río Cachi en función a la R.J. N° 056-2018-ANA, posteriormente se determinó 17 parámetros donde se obtuvo las concentraciones y posteriormente fueron comparados con el ECA (D.S. N° 004-2017-MINAM), y a partir de estos valores se determinó el ICA-PE en función a la R.J. N° 068-2018-ANA, donde se aprueba la metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

La adecuada y buena calidad de agua son la base para la sociedad humana y los ecosistemas puedan desarrollarse en forma saludable y sostenible en el tiempo (Vorosmarty et al., 2010). El agua proviene de fuentes superficiales y es el principal suministro de las poblaciones, sin embargo, el considerable crecimiento de la población y el rápido desarrollo de las urbanizaciones, ocasiona que en muchos países se realicen la construcción de proyectos hidráulicos que permita satisfacer de forma más rápida la demanda por el consumo de agua de uso doméstico, para la producción industrial y para actividades agrícolas (Niu et al., 2019). El proceso de conectar los ríos, lagos, quebradas y otros recursos hídricos a través de los proyectos con la finalidad de aprovecharlos en las diferentes actividades, está originando la contaminación y la mala calidad de agua (Bayram et al., 2014).

En el Perú se dispone de un volumen anual promedio de 1,768,512 hectómetros cúbicos de agua (INEI, 2013), sin embargo, la distribución de este recurso se ve afectada por las migraciones transandinas de las poblaciones, desde de la sierra hacia la costa (Gamboa, 2018), obligando al estado peruano a importar agua, esto comenzó porque la población se concentró en áreas con mayor desarrollo económico, pero no consideraron la disponibilidad del recurso hídrico dentro de la zona migrada (Romero, 2010). Estos proyectos de desvíos de agua, canales de suministro, irrigación, plantas de tratamiento de aguas residuales, han cambiado el ambiente de las cuencas hidrográficas, impactando la calidad de suelos, biodiversidad acuática y vegetación ribereña, los cuales afectan directamente la calidad del agua (Putro et al., 2016). Adicionalmente, las diversas actividades ocasionadas por los sectores mineros, hidrocarburos, agrícolas, pesqueros, saneamientos, entre otros, son los principales procesos que afectan el deterioro de la calidad de agua (R.J. 068, 2018), A pesar que se llevó estudios de calidad de agua en los proyectos hidráulicos como es el caso del proyecto de “sistema de riego canal N” en la provincia de Melgar, Puno – Perú; donde se realizó estudios de calidad de agua, dentro de este proyecto estuvieron enfocados en parámetros físico-químicos donde obtuvieron resultados del pH, aceites y grasas sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Huanca et al., 2020).

En la Región Ayacucho la contaminación de los ríos es causada por diversas actividades como: mineras, agropecuarias y vertimiento de aguas residuales; las cuales ocasionan pérdida de flora y fauna en el sector (Cárdenas, 2019). Entre los límites de las regiones de Ayacucho y Huancavelica se encuentra el río Cachi, que forma parte de la vertiente del Atlántico y que se subdivide en 11 microcuencas, siendo una de ellas la microcuenca Huanta, que recorre por la parte baja de la ciudad de Huanta (GESSAM, 2015). Las principales causas que estarían ocasionando la contaminación en este sector son la agricultura, ganadería, vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos de construcción de obras, los cuales impactan en la calidad de agua. Adicionalmente, otra causa que está ocasionando la mala calidad de agua es la limitada planificación urbana y políticas de ordenamiento territorial (ANA, 2013), lo que origina, los malos servicios básicos de calidad de agua, así como, la ausencia de un control más estricto sobre descargas residuales. El problema del deterioro de calidad de agua se ha convertido en problema mundial, y las controversias sobre de calidad de agua aún continúan, por lo cual se necesita llevar a cabo una gestión eficaz para prevenir y controlar la degradación de calidad de agua en los ríos y quebradas ocasionadas en los proyectos hidráulicos (Cerna et al, 2022).

En la actualidad algunos estudios sobre calidad de agua dentro de la región Ayacucho se basaron en análisis físicos, químicos y microbiológicos (Salas y Segura, 2022), para posteriormente contrastar con los estándares de las normativas nacionales, tal es el caso de Aronés et al., (2019), donde evaluó la calidad de agua del río Huatatas, aplicando el ICA-PE en la región de Ayacucho, donde obtuvo concentraciones elevadas de los parámetros potencial de hidrógeno y coliformes termotolerantes.

Por otro lado la Autoridad Nacional del Agua (ANA), a través de la autoridad local del Agua Ayacucho (ALA – AYACUCHO), está desarrollando monitoreos en puntos específicos, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la microcuenca del Cachi.

Interrogante general

- ¿Cuál es la calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi, aplicando el método del índice de calidad ambiental para agua?

Interrogantes específicas

- ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca?
- ¿Qué resultado nos da la comparación de las concentraciones de los parámetros analizados con el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA), en época húmeda y época seca?
- ¿Cuáles son los valores del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi, aplicando el método del índice de calidad ambiental para agua.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca.
- Comparar las concentraciones de los parámetros analizados con el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA), en época húmeda y época seca.

- Determinar los valores del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca.

1.3. Justificación e importancia

El agua es vital para el desarrollo de la vida, la sociedad humana y los ecosistemas. Este recurso es importante para las actividades de la industria, ganadería, agricultura y el consumo humano, por lo que es importante garantizar su calidad y disponibilidad. Adicionalmente, el agua es un recurso finito y vulnerable, mediante el cual surge la importancia de gestionarla de forma sostenible y protegerla de la contaminación para garantizar su disponibilidad en el futuro (World Health Organization, 2019). La calidad de agua representa el nivel de contaminación y este puede ser afectado por diversos factores, como la actividad humana y la contaminación por diversas actividades (Gamboa, 2018), para prevenir es importante tomar medidas para la mejora de la calidad de agua, tales como implementar plantas de tratamiento de aguas residuales y la sensibilización sobre el uso y consumo sostenible del agua (de Oliveira et al. 2011). De esta manera, se puede garantizar que la sociedad humana y los ecosistemas puedan desarrollarse de forma sostenible en el tiempo.

Para el presente estudio se determinó el nivel de calidad de agua del río Cachi, donde fueron seleccionados seis puntos de muestreo, entre el cauce y afluentes principales. Los métodos de evaluación se basaron principalmente en las normativas del gobierno peruano (Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

Esto se complementará con información del índice de calidad de agua (Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA) y una presentación de manera eficiente sobre estado general del agua mediante un valor normativo claro.

La contribución del estudio, pretende evaluar la calidad de agua del río Cachi, los resultados permitirá a la población dar conocimiento de la situación actual del río, posteriormente examinar si la calidad del agua es

favorable para el riego de la agricultura. Si el estudio del ICA-PE presenta la calificación de: mala, regular o favorable, entonces el río necesita tratamientos de descontaminación. El estudio permitirá dar conocimiento a los pobladores el nivel de calidad de agua que usan en sus cultivos, asimismo mediante este estudio se beneficiaran los proyectos que se desarrollaran tanto a nivel: local, regional y nacional (Alarcón,2019). Dentro de estas decisiones están los monitoreos y evaluaciones de los ICA-PE, los cuales deben realizarse permanentemente para una buena gestión de calidad de aguas superficiales.

El presente estudio ayudará a gestionar de manera eficiente el agua en 26 comunidades dentro de los distritos de Iguain, Huanta y Luricocha, beneficiando a 2588 familias (GESAAM, 2015).

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi está clasificada como mala de acuerdo al índice de calidad de agua (ICA-PE).

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las concentraciones de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda y seca son altos.
- La comparación de los niveles de concentración en época húmeda y seca sobrepasan el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua.
- El Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales es “mala” en época húmeda y seca.

1.5. Variables

Variable 1

- Calidad del agua.

Variable 2

- Índice de calidad ambiental para agua.

Tabla 1*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Calidad del agua.	Es el indicador donde nos representa si el agua está cumpliendo con la normativa de acuerdo a la escala de medición de excelente, buena, favorable, regular o mala (Sucapuca, 2022).	Para la determinación de la contaminación en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales se tomó en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, mediante el ECA se verificara el cumplimiento con la normativa. (D.S. 004, 2017)	<p>Parámetros físicos-químicos.</p> <hr/> <p>Parámetros inorgánicos.</p> <hr/> <p>Parámetros microbiológicos.</p>	<p>-Conductividad</p> <p>-DBO₅</p> <p>-OD</p> <p>-pH</p> <p>-Cloruro</p> <hr/> <p>-Aluminio</p> <p>-Arsénico</p> <p>-Boro</p> <p>-Cadmio</p> <p>-Cobre</p> <p>-Hierro</p> <p>-Manganeso</p> <p>-Mercurio</p> <p>-Plomo</p> <p>-zinc</p> <hr/> <p>-Coliformes termotolerantes.</p> <p>-Huevos de helmintos.</p>	INTERVALO -Mayor al ECA. -Menor al ECA.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Índice de calidad ambiental para agua	Es la interpretación de la calidad de agua mediante la tabla de interpretación de la Calificación del ICA-PE, mediante esta tabla se dará el diagnóstico de la calidad de agua en la cuenca. (ANA, 2014)	Se utilizó la metodología del índice de calidad de agua de recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE), los resultados se compararán mediante el cuadro de calificación ICA-PE, las cuales determinarán el nivel de contaminación del río Cachi. (R.J. N° 068, 2018)	-Factores del índice del ICA-PE	-Alcance -Frecuencia -Amplitud	ORDINAL Excelente=95-100 Buena= 80-94 Favorable= 65-79 Regular = 45-64 Mala = 0-44
			-Calificación del ICA-PE	-Escala Cromática -Indicadores de calidad.	

Nota: La presente tabla muestra la variable 1 (Calidad del agua) y la variable 2 (Índice de calidad ambiental para agua), cada variable está descompuesta en la definición conceptual, operacional, dimensiones, indicadores y escala de medición.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Gutiérrez (2019), en su investigación llevada en Ecuador, realizó una *“Evaluación espacio temporal de la calidad del agua (ICA) del río Monjas mediante la metodología de Fundación Nacional de Sanitización (NSF)”*, donde determinó ocho parámetros físico-químicos: oxígeno disuelto (OD), nitratos, fosfatos, potencial de hidrogeno (pH), DBO₅, turbidez, solidos disueltos totales (SDT) y un parámetro microbiológico (coliformes fecales), las muestras fueron tomadas en dos puntos de monitoreo: Pomasqui y San Antonio. De los resultados obtenidos, el índice de calidad de agua en el río Monjas está clasificada de “mala” calidad por sus concentraciones altas de temperatura, oxígeno disuelto (OD), DBO₅, fosfatos y coliformes fecales.

Robledo (2022), en su investigación titulada *“Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala y Centroamérica”*, realizó el monitoreo en 12 estaciones de muestreo en los principales afluentes de la microcuenca, posterior de la toma de muestra y análisis en laboratorio, se verificó los parámetros de coliformes fecales y los sólidos totales disueltos son los dos parámetros que alteran la calidad de agua. El valor del ICA-NSF varió entre 71 a 90 el cual se clasifica como “buena” calidad.

Fernández y Guardado (2021), realizaron una investigación donde *“Evaluaron el Índice de Calidad de Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa Cuba”*, esta investigación tuvo el propósito de evaluar la calidad del agua mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua superficial (ICAsup) propuesto por Montoya y Contreras; para analizar la composición físico-química y bacteriológica del agua. Se monitoreo en 20 puntos de muestreo durante los años 2017 y 2018, en época de lluvia y época de seca. Los resultados de la investigación reflejan en época de lluvia los valores oscilan entre 14 “altamente contaminada” a 96 “no contaminada”, mientras en época seca oscila de 2 “altamente contaminada” a 83 “aceptable”. Los

resultados demostraron que la calidad de agua disminuye en el mismo sentido en que el río recorre su trayectoria desde la zona alta hasta la zona baja de la subcuenca.

Gil et al., (2018), utilizó el método aritmético ponderado para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA), el objetivo en esta investigación fue evaluar la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA), en la cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. Para ello evaluó 14 parámetros (temperatura, pH, dureza, CE, nitratos, nitritos, sulfatos, cloruros, OD, Fe, Mn, Ni, K, y CF) en 7 puntos de monitoreo en las comunidades de (Miraflores, Triste, San Félix de Caicara, Merecure, Jusepín, Bajo Guarapiche y palmonagas). Los resultados del ICA van desde 44.38 (Muestreo estación San Félix) a 363.69 (Estación de muestreo Palmonagas). Las actividades antropogénicas en las zonas de estudio afectaron algunos parámetros como Mn, nitratos, nitritos y CF, los cuales influyeron en el nivel de calidad del agua.

Fontalvo y Tamaris (2018), en su investigación titulada ***“Calidad del agua de la parte baja del río Córdoba (Magdalena, Colombia), usando el ICA.NSF”***, tuvo el objetivo de evaluar la calidad fisicoquímica de las aguas del río Córdoba en su parte baja a través del índice ICA-NSF y analizar los plaguicidas organoclorados más comunes. Se analizaron en 6 puntos de monitoreo los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en época de sequías y lluvias entre los años del 2010 al 2011. El ICA-NSF varió de 52.6 en época de lluvia “Muelle carbonífero” a 72.4 en época de sequía “Paso de los anillos”, de lo anterior representa que la calidad de agua se categorizo de “regular” a “buena”. Asimismo, se obtuvo las concentraciones de coliformes termotolerantes sobrepasa la normativa Colombiana en los 6 puntos monitoreados.

Hernández et al., (2021), en su investigación de ***“Evaluación de calidad del agua en la quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia”***, tuvo el objetivo de determinar el índice de calidad de agua (ICA) y establecer la relación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con las diferentes antropogénicas, para establecer el origen común de contaminación. Se analizaron las muestras en 6 puntos de monitoreo en dos épocas (seca y húmeda) del año 2018. Las concentraciones de los parámetros se analizaron mediante el método estandarizado American Public

Health Association. De los resultados obtenidos el ICA en época seca fue 74,1 clasificada como aguas de “buena” calidad, mientras en época húmeda se obtuvo aguas de “media” calidad exceptuando las estaciones (E4 y E5) estos valores bajos se obtuvieron debido a las influencias de coliformes fecales y turbidez.

Antecedentes Nacionales

Sucapuca (2022), en su estudio titulado *“Evaluación de la calidad del agua del río Crucero, aplicando el ICA PE y CCME-WQI en proximidades de la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú)”*, analizó la calidad de agua en dos épocas del año: época de estiaje (noviembre) y época de avenida (enero), en 5 puntos de monitoreo, desarrollando 14 parámetros por punto de monitoreo (DBO₅, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, manganeso, mercurio, plomo, zinc y coliformes termotolerantes). De los resultados obtenidos del ICA-PE para el P1 y P2 en época de estiaje la calidad de agua es “excelente”, en el P3 en ambas épocas está clasificada como regular, mientras en el P4 y P5 tanto en estiaje y avenida se clasificó como “regular”.

Jimenez y Llico (2020), realizó una *“Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Camarca 2019”*, el cual incorpora parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los análisis se determinaron en 3 puntos de monitoreo (P1 cabecera de cuenca, P2 parte media y P3 parte baja de la cuenca). De los parámetros desarrollados el cloruro (P1=9217.78, P2=7090.6 y P3= 7799.6) y pH (P1=4.5 y P2=4.03 y P3= 4.3) sobrepasan el ECA. De acuerdo a los análisis del ICA-PE las aguas en época de estiaje está clasificada como “buena” con 79.040, mientras en época de lluvia esta categorizada como “excelente” con un valor de 100.

Oré et al., (2022), en su investigación titulada *“Calidad ambiental del agua del río Bella y Supte Chico - Huánuco”*, tuvo por objetivo evaluar la calidad del agua mediante el ICA-PE en los ríos empleando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se analizaron 9 parámetros (conductividad, temperatura, OD, DBO₅, pH, cadmio, plomo y coliformes termotolerantes), en tres puntos de monitoreo (punto alto, punto medio y punto

bajo), de los resultados obtenidos el río Bella está clasificada como “malo” en los 3 puntos de monitoreo de igual forma el río Supte Chico está clasificada como “regular”.

Cerna et al., (2022), en su investigación de ***“Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú”***, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua superficial destinada para riego con fines agrarios. Los datos de los parámetros se extrajeron de la Autoridad Nacional del Agua, los cuales cuenta con 139 puntos de monitoreo, evaluando 41 parámetros. De acuerdo al ICA-PE 26 puntos están clasificados como “excelente”, 62 con calidad “buena”, 35 con calidad “regular”, 13 con calidad “mala” y 3 con pésima calidad. Los principales parámetros que sobrepasaron el ECA fueron: coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, pH, manganeso, hierro y aluminio.

Rodríguez (2019), en su investigación titulada ***“Evaluación de la calidad del agua en la cuenca Chancay- Lambayeque (Perú) en términos de índices de calidad de agua ICA-PE y NSF-WQI”***. Tuvo por objetivo desarrollar la evaluación de la calidad del agua en los principales ríos de la cuenca Chancay – Lambayeque mediante el uso de indicadores de calidad del agua del Perú (ICA-PE) y su comparativo con el índice de calidad del agua de la National Foundation Sanitation (NSF-WQI) en los años 2012, 2014 y 2016. Se analizaron 9 parámetros (pH, OD, CF, DBO y PO₄ Cu, Fe, Mn y Zn) en los ríos y quebradas a lo largo de la cuenca. De los resultados obtenidos tanto en los ríos y quebradas de la cuenca, la mayoría de valores cumplen con el ECA en los años 2013 y 2014, mientras para el año 2016 sobrepasan los parámetros de pH, Cu, Fe, Mn y Zn en las quebradas. De acuerdo al ICA-PE los ríos están clasificados como aguas de “buena” calidad mientras las quebradas tienen calidad “favorable”.

Hilario y Mamani (2021). En su investigación desarrollada ***“Variación del índice de calidad de agua aplicando la metodología ICA-PE, del río Escalera, en el distrito de Huachocolpa, Provincia de Huancavelica durante el periodo 2015-2018”***, se analizaron 17 parámetros físicos, químicos y microbiológicos en dos puntos de monitoreo (REsca1 y REsca2) dentro del río Escalera. De los resultados obtenidos durante el periodo 2015-2018 en los puntos REsca1 y REsca2 el nivel de concentración de cadmio (0.3 - 0.01 mg/l), cobre (0.41 - 0.20 mg/l), hierro (34 - 5.1 mg/l),

manganeso (5.8 – 8.86 mg/l), plomo (0.3 – 0.1 mg/l), zinc (36.68 – 26.94 mg/l) superan los ECA. De acuerdo al ICA-PE las aguas del año 2015 tuvieron una clasificación “favorable” con un valor de 73.14 mientras para el 2018 fue “regular” llegando a un valor de 61.85, por lo que se concluye que la variación del agua para el periodo 2015 – 2018 desciende de favorable a regular.

Gutierrez (2018). Realizó una *“Evaluación de la calidad del agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno-2018”*, se analizaron en dos puntos (M1 y M2) durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2018. Los parámetros monitoreados fueron: pH, conductividad, DBO₅, oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, manganeso, mercurio, plomo y zinc. De los resultados obtenidos la mayoría de los parámetros cumplen con el ECA-agua a excepción de del oxígeno disuelto el cual no cumple con la concentración mínima en los puntos M1 y M2, el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno no cumple en el punto M2 en los tres meses evaluados y el parámetro coliformes termotolerantes el cual sobrepasa el ECA en el punto M1 y M2 de los tres meses evaluados. Según el ICA-PE los puntos M1 y M2 obtuvieron valores de 99 y 90 respectivamente, clasificada como aguas de “excelente” y “buena” calidad.

Antecedentes Locales

Huallanca y Toscano (2019), en su investigación titulada *“Aplicación del método del Índice de calidad de agua The National Sanitation Foundation – ICA NSF, en un tramo de la microcuenca de Huatatas, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho”*. Tuvo por objetivo determinar los valores de la calidad del agua en tramo de la Microcuenca del Río Huatatas aplicando el Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Foundation de Estados Unidos (NSF), durante la época de transición. Se analizaron 9 parámetros (Oxígeno disuelto, pH, Temperatura, Coliformes fecales, DBO₅, Nitratos, Fosfatos Turbidez y Solidos Totales) en 5 puntos de monitoreo (RHua1, RHua2, RHua3, RHua4, RHua5), en los meses de Noviembre del 2017, Enero del 2018 y Febrero del 2018. De los resultados obtenidos el punto de monitoreo RHua1 obtuvo la calidad de

“buena”, RHua2 su calidad varia de “buena” a “media” y los últimos monitoreos del mes de febrero se clasifico como “buena” en los puntos RHua3, RHua4 y RHua5.

Aronés et al., (2018), en su investigación desarrollo la **“Evaluación de la calidad del agua del río Huatatas, aplicando el ICA, región Ayacucho”**. El objetivo de esta investigación fue determinar el valor del Índice de Calidad del Agua (ICA) del río Huatatas de la región Ayacucho en el año 2017. Se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en 4 puntos de monitoreo (RHuat – 01, RHuat – 02, RHuat – 03 y RHuat – 04) en el año 2017 en época de avenida y estiaje, el primer punto se situó en la parte alta del río, el segundo y tercero en la parte media y el cuarto en la parte baja antes de la confluencia con el río Alameda, los parámetros analizados fueron (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, salinidad, solidos disueltos totales, turbidez, fosfato, nitratos, DBO₅ y coliformes fecales). De los resultados obtenidos del ICA el punto (RHuat – 01) está clasificada como “buena”, en los otros puntos varia de “regular” a “buena” mostrando un deterioro a medida que avanza el río hasta el punto RHuat – 03.

Cárdenas (2019), en su investigación titulada **“Evaluación de la calidad de agua del río Savia, para uso potable del distrito de Canayre – Huanta – Ayacucho, 2016”**. Se analizaron 9 parámetros físicos, químicos y microbiológicos (pH, temperatura, conductividad, turbiedad, solidos totales disueltos, aluminio, hierro, coliformes termotolerantes y coliformes totales) en un punto de monitoreo (Captación), a partir de estos análisis se obtuvieron los resultados donde los parámetros de (Hierro 0.505 mg/L y aluminio 0.46 mg/L) sobrepasan los ECA. De acuerdo al ICA-PE el río Savia tiene un valor de 36.72 el cual está clasificada como aguas de “mala” calidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El agua

Es el componente vital para los seres vivos, ante su ausencia los organismos no podrían vivir, este recurso es de suma importancia porque actúa en los procesos físicos, químicos y biológicos, lo cual determina su calidad (Orjuela y Castaño, 2019). Los humanos y otros animales son aproximadamente 60% de agua, las plantas herbáceas son 80-90% de agua, las leñosas entre 50-70%, en tanto que los microorganismos como las bacterias, protozoarios este porcentaje puede llegar entre 90-95%. En cambio, que los organismos acuáticos como el fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados acuáticos y peces están conformado por el 75% de agua. En todos estos organismos el agua cumple funciones fisiológicas importantes, como control de la temperatura, solvente interno de gases, minerales, nutrientes orgánicos y desechos del metabolismo. Todo el intercambio de sustancia dentro de la célula se realiza gracias al agua, siendo el principal compuesto de las reacciones químicas, así como esencial para las funciones excretoras (Boyd, 2020). Por eso, es importante monitorear la calidad del agua, ya que funciona como motor y fuente de riqueza, lo que constituye un recurso importante para los seres vivos (Jimenez y Llico, 2020).

2.2.2. Aguas residuales

Es la combinación de efluentes de aguas negras y aguas grises, los cuales son destinados a las plantas de tratamiento de aguas residuales (Lima, 2020), estas son tratadas con la finalidad de eliminar los contaminantes y hacerlas seguras para su disposición final o para su reutilización en los cultivos o la industria. Es importante gestionar adecuadamente las aguas residuales para prevenir la contaminación al medio ambiente y a las personas (FAO, 2013).

2.2.3. Calidad de agua

La calidad de agua está determinada de acuerdo a sus características físicas (temperatura, transparencia), químicas (sales, metales) y microbiológicas, y por el uso final destinado (Gutierrez, 2018). La calidad de agua puede ser influenciada por la geología del lugar y por las disposiciones de Residuos sólidos, vertimientos de aguas (residuales, industriales y mineras), los cuales modifican el estado actual del agua (Sucapuca, 2022).

Por otro lado, Cacsire y Valencia (2022) mencionan que, la mala calidad de agua podría afectar la salud del ser humano y de los seres vivos que dependen de ella, asimismo, producirá el deterioro y disponibilidad del agua (Jimenez y Llico, 2020).

2.2.4. Cuenca

Una cuenca hidrográfica se define como toda la extensión de una superficie en la cual las aguas aportadas por una precipitación pluvial, deshielo o cualquier otra fuente, son escurridas hacia un mismo punto (Ibáñez et al., 2011).

En la región Ayacucho se encuentra la cuenca del Cachi, este nace por la confluencia de las cuencas Chicllarazo y Apacheta. Esta cuenca se subdivide en 11 microcuencas, uno de ellos es la microcuenca Huanta, esta microcuenca nace por la confluencia de la microcuenca San Pedro de Cachi y microcuenca Pongora y desemboca a la cuenca del Mantaro, este tiene una longitud de 32.6 Km (GESAAM, 2015).

2.2.5. Parámetros físicos-químicos

Conductividad

La conductividad es un indicativo de la presencia de sales disueltas y solidos disueltos en las aguas superficiales. Las aguas residuales en contacto con los cuerpos de aguas superficiales aumentan la conductividad por el aumento de Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- y otros iones, en consecuencia, es utilizado como indicador de la calidad de agua superficial y aquellos cambios significativos representan eventos de contaminación (Boyd, 2020). Por otro lado, cuanto mayor

sea la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica en el agua (Jimenez y Llico, 2020).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La (DBO₅) es el nivel de oxígeno que necesita los microorganismos para realizar los procesos de oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica en condiciones aeróbicas (R.J. N° 068, 2018), un alta (DBO₅) indica un alto grado de materia orgánica, lo que indica que puede estar contaminado. Por lo tanto, la (DBO₅) se utiliza comúnmente como un indicador en las evaluaciones de efluentes de plantas de tratamiento de agua y la monitorización de cuerpos de agua naturales (Penn et al., 2009).

Potencial de Hidrógeno (pH)

Se realiza la evaluación del (pH) con el objetivo de determinar la calidad de agua, lo cual indica si actúa como ácido débil o se comporta como una solución alcalina. Las aguas con formaciones de piedra caliza o regiones semiáridas tienden a tener un pH mayor que las áreas húmedas con suelos altamente lixiviados, siendo que las aguas naturales tienen un pH dentro del rango de 6 a 9; por otro lado, en las regiones con altas concentraciones de sustancias húmicas como las aguas amazónicas, tienen a tener un pH bajo, debido a los grupos ácidos presentes en ella, en estas aguas el pH puede variar de 4 a 4.5 (Boyd, 2020); sin embargo, es importante recalcar que un pH ácido causado por ácidos orgánicos es menos dañino para los organismos acuáticos que un pH ácido causado por ácidos minerales fuertes. Además, los organismos acuáticos que viven en las aguas amazónicas son más tolerantes a pH bajos en comparación a los organismos que viven en otros ambientes acuáticos. El aumento o disminución del pH puede afectar a diversos procesos acuáticos, por esta es la importancia de monitorear este parámetro (Casilla, 2014).

Oxígeno Disuelto (OD)

La concentración de (OD) en el agua varía con las presiones parciales, solubilidad de los gases, temperatura del agua y salinidad; disminuyendo su concentración a mayores altitudes (presión barométrica). Sus concentraciones en el agua se pueden expresar en miligramos o mililitros (Gutierrez, 2018). El grado de oxígeno disuelto resulta importante para determinar la calidad de agua, ya que es fundamental para la respiración aeróbica (Boyd, 2020), así mismo, este es un indicador del nivel de contaminación y si esta puede sustentar la vida acuática. El nivel alto de oxígeno disuelto representa aguas de buena calidad, sin embargo, concentraciones excesivas puede provocar traumatismos por burbujas de gas en los organismos acuáticos; por otro lado, las concentraciones menores al Estándar de calidad Ambiental (ECA), ocasionan estrés en los peces y otros organismos acuáticos o incluso matar a estos (Hilario y Mamani, 2021).

Cloruro

El cloruro es un anión principal natural que se encuentra en aguas naturales, principalmente en aguas residuales e industriales, este compuesto presente en las aguas superficiales al utilizarlo en el riego de la agricultura afecta al suelo deteriorándolo (Kelly et al., 2012). La presencia de cloruro en grandes cantidades puede ser perjudicial para la salud. Por lo tanto, es importante medir y controlar la cantidad de cloruro en el agua para garantizar su calidad y seguridad (Ramírez, 2005).

2.2.6. Parámetros Inorgánicos

Son aquellos parámetros que tienen una elevada densidad, al ser introducido al medio ambiente ocasiona alteraciones de la calidad de agua, estos elementos son causados por las diversas actividades antropológicas (Izquierdo y Verástegui, 2017).

Arsénico

Es un metal muy peligroso, tóxico y venenoso, está presente dentro de aguas superficiales como arseniato (AsO_4^{3-}) y arsenito (AsO_2^-); este metal es causada principalmente por las descargas industriales y el uso de insecticidas. Dentro de las cuencas hidrográficas se puede encontrar el arsénico a causa de la aportación geológica de la zona (Jimenez y Llico, 2020).

Boro

El boro se presenta como sólido cristalino y no cristalino, del mismo modo muestra comportamiento complejo en solución. Este metaloide es un semiconductor. Diversas investigaciones concluyen que en el agua se puede encontrar niveles cercanos a 4.5 mg/kg, mientras que en el suelo el nivel suele ser superior a 10 mg/kg (Ravelo, 2012).

Zinc

El zinc está dentro en la corteza terrestre en sulfuros, óxidos, silicatos y carbonatos; participa en la síntesis de clorofila. En los ambientes acuáticos los valores de Zinc son raramente alto (Boyd, 2020). El Zinc es muy importante dentro de los animales y las plantas, este metal en muy altas concentraciones puede ser tóxico en las especies acuáticas, el zinc dentro de las aguas puede representar que las aguas están siendo contaminadas por descargas industriales (Alarcón, 2019).

Cadmio

Este metal es altamente contaminante, su presencia abunda en la corteza terrestre, a veces cerca a otros minerales. Se presenta en el ambiente natural en forma de carbonatos e hidróxido con otros metales trazas, es tóxico para animales en concentraciones elevadas, pero benéfico en concentraciones normales (Boyd, 2020). Es un nutriente para algunas especies marinas, teniendo de papel en el aumento de la fotosíntesis (Lee et al., 1995; Lane y Morel 2000). Este metal se obtiene por diversos procesos metalúrgicos del plomo y zinc (Manhualaya, 2019).

Cobre

El cobre en su forma mineral es conocido como calcopirita, un sulfuro de hierro y cobre (CuFeS_2), está presente en el suelo principalmente como cobre adsorbido en arcilla y materia orgánica. Dentro de la célula el cobre actúa como cofactor de metaloenzimas, que catalizan la síntesis de ARN y ADN, en las plantas intervienen en la síntesis de clorofila, el metabolismo de las raíces y la lignificación (Boyd, 2020). En tiempos antiguos el cobre fue utilizado como fungicida y algicida, así como controlador de microorganismos en los embalses, y floraciones de fitoplancton en lagos y estanques Sucapuca (2022). El cobre es causado por las plantas industriales de metales, refinerías, fundiciones y vertidos domésticos, también por la escorrentía que arrastra fertilizantes y pesticidas (Izquierdo y Verástegui, 2017).

Hierro

Dentro de los organismos, el hierro es parte de muchas enzimas, que cumplen funciones de fotosíntesis y respiración. Según, Hilario y Mamani (2021), este metal es muy común, se encuentra en suelos y rocas, en su forma mineral es encontrado en los ambientes naturales como hematita (Fe_2O_3) y la magnetita (Fe_3O_4), también se encuentra en otros óxidos, hidróxidos, sulfuros, sulfatos, arseniatos y carbonatos. Por otro lado, el hierro puede sufrir alteraciones solubles lo que causaría la contaminación de aguas superficiales (Peris, 2006).

Plomo

El plomo se encuentra en su forma mineral como sulfuros, sulfatos y carbonatos; este metal es muy contaminante dentro del ambiente (Juberg, 1997). Este mineral entra al medio ambiente por medio de la contaminación, siendo la minería de roca dura y procesamiento de minerales las fuentes importantes de contaminación. Este resulta demasiado tóxico para el ser vivo que pueden absorberlo a través del contacto y del agua potable. Se acumula en el cuerpo y la exposición excesiva puede tener varios efectos, siendo los más graves los efectos adversos sobre el sistema

nervioso y el retraso del desarrollo mental de los niños (Boyd, 2020). Este es un metal muy utilizado en la minería, pero difícil de encontrar en su forma natural (Juberg, 1997).

Mercurio

Este metal es originado por las emisiones de los volcanes y la evaporación de cuerpos de agua, puede ingresar al recurso hídrico a través de los efluentes o de la deposición atmosférica (Sucapuca, 2022). Sin embargo, la gran cantidad de mercurio encontrado en los recursos hídricos es causada por las actividades del hombre, entre las fuentes de contaminación por mercurio se tiene la extracción de por parte de la minería, extracción de oro, la combustión del carbono, la producción de cemento y la minería (Izquierdo y Verástegui, 2017).

Aluminio

Este metal se encuentra en la corteza terrestre, está presente en muchas rocas de silicato y en depósitos de óxidos e hidróxidos de aluminio. Los niveles en las aguas con un pH cercano a natural raramente supera unas pocas décimas a 1mg/l; en tanto este puede ser alto en aguas muy acidas (Jimenez y Llico, 2020).

Manganeso

En el ambiente natural en su forma mineral es conocido como óxido de manganeso (MnO_2). Dentro de los organismos, el manganeso es un nutriente, siendo parte de enzimas que actúan como activador de enzimas, adicionalmente presenta acción de antioxidante. Este metal cuando produce su oxidación posibilita la formación precipitada, originando turbiedad y disminución del recurso hídrico (Gutierrez, 2018).

2.2.7. Parámetros microbiológicos y parasitológicos

En estos parámetros encontramos a aquellos microorganismos indicadores de la contaminación que en concentraciones elevadas pueden causar enfermedades diarreicas, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo (Pall et al., 2013). Las principales causas de la contaminación microbiológica son el vertimiento de las aguas

residuales y por las heces de los animales en la ribera del río (Casilla, 2014).

Coliformes Termotolerantes

Los coliformes termotolerantes son aquellas bacterias que se encuentran dentro del tracto digestivo de los animales, son indicadores de contaminación fecal en regiones tropicales y templadas (Pall et al., 2013). Este tipo de coliformes son desprendidos juntamente con las heces de los animales, y este puede colonizar a otros individuos, su principal fuente de contaminación son las aguas residuales sin tratamiento (Alarcón, 2019).

Huevos de helmintos

Los helmintos son aquellos gusanos que son denominados parasitarios como los no parasitarios. Estas pueden infectar a los seres vivos. Se originan en las aguas residuales domesticas sin tratamiento, su transmisión es a través del consumo de agua contaminada (R.J. N° 068, 2018). Los niveles elevados de huevos de helmintos en las aguas superficiales ocasionan una contaminación, el cual es perjudicial para la salud de las personas, por lo tanto, es importante medir y controlar la existencia de huevos de helmintos en el agua para garantizar su calidad y seguridad.

2.2.8. Índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE)

Es un mecanismo donde se representará a partir de un número la calidad de agua superficial, que de acuerdo a su calificación indicará si el agua está contaminada o no contaminada (Otero, 2002); se basan en funciones que permiten analizar gran cantidad de datos para luego resumirla en un valor único entre 0 a 100 (Uddin et al. 2021). De otro modo esta calificación ayuda a definir la calidad de agua del recurso hídrico (que va desde mala a excelente) (Bharti y Katyal, 2011).

El índice está compuesto por tres factores (alcance (F1), frecuencia (F2) y amplitud (F3)), los resultados de estos tres se reemplazarán en la fórmula final para determinar la calidad de agua

que estará comprendida el valor entre 0 y 100 (R.J. N° 068, 2018).

Determinación del ICA-PE para un (01) monitoreo

$$F1 = F2$$

Alcance (F1): Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa (ECA - Agua), respecto al total de parámetros a evaluar.

$$F1 = \left(\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}} \right) * 100$$

Frecuencia (F2):

$$F2 = \left(\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}} \right) * 100$$

Amplitud (F3): Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Exedentes}}{\text{Suma Normalizada de Exedente} + 1} \right) * 100$$

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\text{nse: Suma normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedentes}_i}{\text{Total de datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA – Agua.

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA – Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedentes}_i = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA agua}} \right) - 1$$

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA – Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (>4), pH (>6,5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera.

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

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

Tabla 2

Interpretación de la Calificación ICA-PE

CCME_WQI	Calificación	Interpretación
95- 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80- 94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65- 79	Favorable	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
45- 64	Regular	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento.
0- 44	Mala	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Nota: Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA.

2.2.9. Marco Legal

Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA

La presente Resolución aprueba la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales, los cuales estará clasificado según la categoría basadas en el D.S. 004-2017-MINAM. Asimismo, la normativa nos proporciona las siguientes informaciones (Código curso, nombre, categoría, longitud, código de la unidad hidrográfica (UH) y nombre de la unidad hidrográfica (UH)) (R.J. N° 056, 2018).

La presente investigación según la R.J. N° 056-2018-ANA, está clasificada en la Categoría 3, sub categoría. D1 – riego no restringido.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua D.S. N° 004-2017-MINAM

Este decreto menciona la cantidad y el grado de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deben estar en los cuerpos de agua. Esta normativa se realiza con la finalidad de determinar el nivel y grado de contaminación que tiene el recurso hídrico y está clasificado por 4 categorías: Categoría 1 (Poblacional y recreacional), Categoría 2 (Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales), Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) y Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático) (D.S. N° 004, 2017).

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA

La presente Resolución aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, mediante esta normativa se monitoreará en los 6 puntos de la microcuenca Huanta- Río Cachi y afluentes principales, tomando en

cuenta la toma de muestra, conservación, preservación y el envío del material (R.J. N° 010, 2016).

Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA

Mediante esta resolución se aprueba la metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales, esta metodología emplea tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), al ser calculados se reemplazará en la fórmula general del ICA-PE obteniendo un valor único entre 0 a 100 el cual representará la calidad de agua en la microcuenca Huanta- Río Cachi y afluentes principales (R.J. N° 068, 2018).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Contaminación de aguas

El crecimiento demográfico y las actividades económicas desarrolladas en las riberas de los ríos están afectando las cuencas hidrográficas, los cuales ocasionan contaminación y deterioro de la calidad de agua (Cerna et al, 2022).

Dentro de la microcuenca Huanta – Río Cachi, las principales causas son agricultura, ganadería, saneamiento, desmontes de pavimento y residuos sólidos en la orilla del río, los cuales están impactando en la calidad de agua.

2.3.2. Evaluación de la calidad de agua

La evaluación se realiza con la finalidad de verificar el cumplimiento con la normativa de estándar de calidad de agua, de acuerdo a la categoría que le corresponde (ANA, 2014). Esta evaluación se realiza mediante el uso de diferentes pruebas y análisis que determinan la presencia de parámetros como el pH, conductividad, sólidos disueltos totales, entre otros, asimismo la determinación del cloro y los contaminantes orgánicos y la presencia de patógenos.

2.3.3. Calidad de agua

Expresa la pureza y salubridad del agua, mediante este análisis se determinará el nivel de calidad, a través de este se podrá determinar si el agua está cumpliendo con la normativa; la calidad dependerá de factores internos y externos de los cuerpos superficiales (Chapman, et al., 1996).

2.3.4. Índice de calidad de agua

Es el método para determinar la calidad de agua, el resultado estará expresado en función en un valor comprendido de 0 a 100. (Brown et al., 1972). Para determinar se necesitará conceptos y conocimientos en temas de calidad de agua (Sucapuca, 2022). Los índices de calidad de agua comprenden cuatro procesos, primero se selecciona los parámetros de calidad de agua; segundo se realiza la toma de datos con sus concentraciones respectivas; tercero se calcula el factor de ponderación para cada uno del parámetro, y cuarto se determina el índice de calidad mediante una función establecida (Uddin et al., 2021).

2.3.5. Monitoreo de la calidad de agua

Se realiza con la finalidad de determinar las características físicas, químicas y biológicas a lo largo del tiempo y posteriormente analizar si la concentración está cumpliendo con la normativa (Chapman, et al., 1996). Los monitoreos se basan de acuerdo a la R.J. N° 010-2016-ANA, donde se aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

2.3.6. Parámetros de calidad de agua

Hacen referencia a variables cuantitativas (mediciones) o cualitativas (color, sabor, turbidez). Este valor se realiza de acuerdo a una medición (Rodríguez, 2019). El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, sobre Estándares de Calidad de Agua, esta normativa es de estricto cumplimiento para los actores involucrados en la temática de recurso hídrico.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, el cual busca conocer la realidad problemática en la zona de estudio (Borja, 2012), el nivel es descriptivo, porque se realizará mediciones para obtener información sobre las variables (Hernández, 2014), y posteriormente se describirán los resultados obtenidos de acuerdo al D.S. N° 004 – 2017 – MINAM y la Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA.

El diseño de la investigación es no experimental – longitudinal, el cual se recolectará datos en diferentes periodos de tiempo para verificar los niveles de concentración (Hernández, 2014), el enfoque es cuantitativo, el cual se empleará instrumentos para la obtención de los datos.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito temporal

La recopilación de datos in situ se realizó en dos épocas del año (húmeda y seca), la primera muestra se realizó el 18 de mayo del 2023 (época húmeda), mientras la segunda muestra se desarrolló el 16 de septiembre del 2023 (época seca).

Ámbito espacial

El ámbito de la investigación es la microcuenca Huanta – río cachi, el cual se estableció una red de seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1) entre el cauce principal y sus afluentes importantes, estos puntos fueron ubicados estratégicamente y de manera protocolar considerando la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

3.3. Población y muestra

Población

Lo constituye la microcuenca Huanta – río Cachi y afluentes importantes.

Muestra

Está constituida por una red de seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1), en dos épocas del año (húmeda y seca).

Muestreo:

La presente investigación es no probabilística, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de los propósitos del investigador (Hernández, 2014), el tipo de muestreo es deliberado porque busca acceder a la muestra en base a un criterio el cual sea conveniente para el estudio que nos permita dar respuesta a nuestra pregunta de investigación. Para el presente estudio se consideraron los puntos de monitoreo en función a la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

3.4. Instrumentos

Los instrumentos son los soportes físicos que se emplean para la recolección de información, el cual debe ser explícito y organizado para clasificar los datos (Hernández, 2014),

En la presente investigación se emplearon 3 instrumentos: 1) Ficha de identificación del punto de monitoreo (Anexo B1) en el cual se detalla la información básica de la zona de estudio, 2) Registro de datos en campo (Anexo B2), el cual se emplea para anotar los parámetros in situ y 3) Cadena de custodia, mediante este se registra los diferentes parámetros analizados en el laboratorio (Anexo B3), los cuales fueron empleados para la obtención de información.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

En la presente investigación los puntos de monitoreo fueron ubicados en función a la R.J. N° 010-2016-ANA “protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales”, mediante el cual se estableció seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1) entre la microcuenca Huanta – río Cachi y afluentes importantes, tal como se representa en la siguiente tabla.

Tabla 3

Puntos de monitoreo en la microcuenca Huanta – río Cachi y afluentes importantes

Puntos de monitoreo	Coordenadas (UTM)		Referencia
	Este	Norte	
RCach1	0572895	8577424	Ubicado en el punto de elevación de los 2185 m.s.n.m., referencia (Recreo Papayal).
RCach2	0573373	8573872	Ubicado en el punto de elevación de los 2212 m.s.n.m., referencia (puente peatonal Santa Rosa).
RCach3	0577085	8563681	Ubicado en el punto de elevación de los 2322 m.s.n.m., referencia (parte baja de la comunidad de Cangari).

Puntos de monitoreo	Coordenadas (UTM)		Referencia
	Este	Norte	
RCach4	0578791	8554878	Ubicado en el punto de elevación de los 2414 m.s.n.m., referencia (Recreo campestre “El encanto de Río Cachi”).
RHuar1	0572945	8574166	Ubicado en el punto de elevación de los 2207 m.s.n.m., referencia (espalda del AA.HH. Santa Rosa de Tinkuy).
RPong1	0579273	8554728	Ubicado en el punto de elevación de los 2419 m.s.n.m., referencia (Centro poblado la Viñaca).

Nota: En la presente tabla muestra los puntos de monitoreo para los análisis de la calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi y afluentes importantes

3.5.2. Frecuencia de monitoreo

Los monitoreos se realizaron en dos épocas del año, la primera muestra se realizó el 18 de mayo del 2023 (época húmeda), mientras la segunda muestra se desarrolló el 16 de septiembre del 2023 (época seca), el promedio de precipitación mensual en la época húmeda y seca fue 0.723 mm y 0.000 mm respectivamente, los cuales fueron obtenidos de la estación meteorológica Huanta (SENAMHI, 2023)

3.5.3. Recopilación de información

3.5.3.1. Clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marinos – costeros, (RJ N° 056–2018-ANA)

La microcuenca Huanta – río Cachi actualmente se encuentra dentro de la unidad hidrográfica del Mantaro de acuerdo a la RJ N° 056–2018-ANA, el cual está clasificada en la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental (ECA), para agua, DS N° 004-2017-MINAM.

Tabla 4

Clasificación de la microcuenca Huanta – río Cachi según la R,J, N° 202–2010-ANA

CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES (RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS)						
N°	Código Curso	Nombre	Categoría	Longitud (Km)	Código UH	Nombre
980	49962	Río Huarpa	Categoría 3	142,02	4996	Cuenca Mantaro

Nota: Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.

3.5.3.2. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, (DS N° 004-2017-MINAM)

Los parámetros fueron elegidos según la metodología del ICA-PE, el cual establece 17 parámetros (conductividad, DBO₅, OD, pH, cloruro, aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobre, hierro, manganeso, mercurio, plomo, zinc, coliformes termotolerantes y huevos de helmintos) para la evaluación de la calidad de agua, estos parámetros fueron evaluados y comparados con el DS N° 004-2017-MINAM (Categoría 3, subcategoría D1- riego no restringido).

Tabla 5

Valores de los parámetros según el DS N° 004-2017-MINAM

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		
Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
Físicos - Químicos		
Conductividad	(μS/cm)	2500
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 -8,5
Cloruro	mg/L	500
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Boro	mg/L	1
Cadmio	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	0,2

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales
Hierro	mg/L	5
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Plomo	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Microbiológicos y parasitológicos		
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000
Huevos de helmintos	Huevo/L	1

Nota: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

3.5.3.3. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, (R.J. N° 010-2016-ANA)

Planificación del monitoreo

Se realizó la planificación del monitoreo en gabinete de acuerdo a la RJ. N° 010-2016-ANA, mediante el cual se estableció una red de puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1), para la identificación de los puntos se empleó el programa Google Earth Pro, se preparó los materiales, equipos, reactivos, formato de campo y la logística para traslado del equipo de trabajo y el análisis de las muestras a la empresa SGS S.A. la cual se encuentra acreditada por el INACAL.

Medición de parámetros en campo

La medición de parámetros in situ se realizó con el equipo multiparámetro marca HANNA, modelo HI98194, mediante el cual se obtuvo los parámetros de conductividad, OD y pH. El procedimiento que se empleó para la obtención de estos parámetros fueron los siguientes.

- Se realizó la calibración del equipo in situ.
- Se prosiguió a enjuagar los electrodos con agua destilada.
- Se introdujo el multiparámetro en el agua, dejando estabilizar por 3 minutos, posteriormente se registró los datos en el (Anexo A2).

Toma de muestra para ensayos del cloruro

Se realizó la toma de muestra en un frasco de plástico de 60 ml, se enjuagó dos veces el envase con agua y se prosiguió a tomar la muestra contra corriente, hasta llenar el envase.

Toma de muestra para ensayos del DBO₅

Se realizó la toma de muestra en un frasco de plástico de 250 ml, se enjuagó dos veces el envase con agua y se prosiguió a tomar la muestra contra corriente, hasta llenar el envase en su totalidad para evitar el ingreso del oxígeno en el frasco.

Toma de muestra para ensayos inorgánicos

Se realizó la toma de muestra en un frasco de plástico de 60 ml, se enjuagó dos veces el envase con el agua y se prosiguió a tomar la muestra contra corriente, hasta tener el envase casi lleno. Posteriormente se le añadió el preservante “ácido nítrico”, el cual se introdujo 6 gotas para reducir el pH < 2, la importancia de este preservante es porque permitirá la conservación de la muestra hasta el laboratorio y no permitirá que sufra alteraciones en el trayecto.

Toma de muestra para ensayos microbiológicos

Para coliformes termotolerantes se empleó un frasco de 250 ml mientras para huevos de helmintos 1000 ml, se realizó la toma de muestra en $\frac{3}{4}$ partes del frasco.

Almacenamiento de las muestras

Las muestras fueron almacenadas en un cooler para el traslado al laboratorio, dentro de este se incluyó a un blanco viajero con la finalidad de ver la contaminación en el transporte.

3.5.3.4. Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, (R.J. N° 068 – 2018-ANA)

Para el cálculo del ICA-PE, se emplearon los resultados obtenidos de la época (húmeda y seca) de los seis puntos de monitoreo, posteriormente los datos fueron introducidos en Microsoft Excel donde fueron procesados. Se introdujo los valores del ECA y de los datos obtenidos del monitoreo, a partir de fórmulas matemáticas se obtuvieron el alcance (F1), frecuencia (F2) y la amplitud (F3). El valor final es calculado mediante la formula general del ICA-PE.

Determinación del ICA-PE época húmeda:

$$F1 = F2$$

Punto de monitoreo RCach1:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{8.52}{8.5}\right) - 1 = 0.00$$

$$nse: \text{Suma normalizada de excedente} = \frac{0.00}{17} = 0.00$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 0.00^2}{3}} = 95.20$$

Punto de monitoreo RCach2:**Alcance (F1) = Frecuencia (F2)**

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{8.74}{8.5}\right) - 1 = 0.03$$

nse: Suma normalizada de excedente = $\frac{0.03}{17} = 0.00$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 0.00^2}{3}} = 95.20$$

Punto de monitoreo RCach3:**Alcance (F1) = Frecuencia (F2)**

$$F1 = F2 = \left(\frac{0}{17}\right) * 100 = 0.00$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

“No hay excedentes”

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{0.00^2 + 0.00^2 + 0.00^2}{3}} = 100$$

Punto de monitoreo RCach4:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$F1 = F2 = \left(\frac{0}{17}\right) * 100 = 0.00$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

“No hay excedentes”

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{0.00^2 + 0.00^2 + 0.00^2}{3}} = 100$$

Punto de monitoreo RHuar1:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{8.56}{8.5}\right) - 1 = 0.01$$

$$nse: \text{Suma normalizada de excedente} = \frac{0.01}{17} = 0.00$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 0.00^2}{3}} = 95.20$$

Punto de monitoreo RPong1:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$F1 = F2 = \left(\frac{0}{17}\right) * 100 = 0.00$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

“No hay excedentes”

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{0.00^2 + 0.00^2 + 0.00^2}{3}} = 100$$

Determinación del ICA-PE época seca:**Punto de monitoreo RCach1:**

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.00}{0.00+1}\right) * 100 = 0.00$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{8.9}{8.5}\right) - 1 = 0.05$$

$$nse: \text{Suma normalizada de excedente} = \frac{0.05}{17} = 0.00$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$ICA-PE = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 0.00^2}{3}} = 95.20$$

Punto de monitoreo RCach2:**Alcance (F1) = Frecuencia (F2)**

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.01}{0.01+1}\right) * 100 = 1$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{9.23}{8.5}\right) - 1 = 0.09$$

$$\text{nse: Suma normalizada de excedente} = \frac{0.09}{17} = 0.01$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 1^2}{3}} = 95.16$$

Punto de monitoreo RCach3:**Alcance (F1) = Frecuencia (F2)**

$$F1 = F2 = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$F3 = \left(\frac{0.01}{0.01+1}\right) * 100 = 1$$

EXCEDENTE:

$$Excedentes_i = \left(\frac{9.55}{8.5}\right) - 1 = 0.12$$

$$\text{nse: Suma normalizada de excedente} = \frac{0.12}{17} = 0.01$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 1^2}{3}} = 95.16$$

Punto de monitoreo RCach4:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$\text{F1} = \text{F2} = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$\text{F3} = \left(\frac{0.01}{0.01+1}\right) * 100 = 1$$

EXCEDENTE:

$$\text{Excedentes}_i = \left(\frac{0.21121}{0.2}\right) - 1 = 0.10$$

$$\text{nse: Suma normalizada de excedente} = \frac{0.10}{17} = 0.01$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 1^2}{3}} = 95.16$$

Punto de monitoreo RHuar1:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$\text{F1} = \text{F2} = \left(\frac{2}{17}\right) * 100 = 11.74$$

Amplitud (F3):

$$\text{F3} = \left(\frac{0.02}{0.02+1}\right) * 100 = 2$$

EXCEDENTE:

$$\text{(pH) Excedentes}_i = \left(\frac{8.82}{8.5}\right) - 1 = 0.04$$

$$\text{(B) Excedentes}_i = \left(\frac{1.255}{1}\right) - 1 = 0.26$$

$$\text{nse: Suma normalizada de excedente} = \frac{0.04+0.26}{17} = 0.02$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{11.74^2 + 11.74^2 + 2^2}{3}} = 90.35$$

Punto de monitoreo RPong1:

Alcance (F1) = Frecuencia (F2)

$$\text{F1} = \text{F2} = \left(\frac{1}{17}\right) * 100 = 5.88$$

Amplitud (F3):

$$\text{F3} = \left(\frac{0.01}{0.01+1}\right) * 100 = 1$$

EXCEDENTE:

$$\text{Excedentes}_i = \left(\frac{9.41}{8.5}\right) - 1 = 0.11$$

$$\text{nse: Suma normalizada de excedente} = \frac{0.11}{17} = 0.01$$

Obtención del valor del ICA-PE:

$$\text{ICA-PE} = 100 - \sqrt{\frac{5.88^2 + 5.88^2 + 1^2}{3}} = 95.16$$

3.5.3.5. Métodos de ensayo y acreditación de los parámetros empleados por el laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron con la empresa SGS S.A., el cual se encuentra certificada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Tabla 6

Análisis, métodos y acreditación indicados por el laboratorio SGS S.A., para el muestreo de la microcuenca Huanta – río Cachi

Análisis	Método	Acreditación
Cloruro (mg/L)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016.	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AL, ALA, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASUB.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD):5 Day BOD test.	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AIRS, AL, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL.
Detección y/o Cuantificación de huevos de Helmintos (huevos/L)	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas del laboratorio. O.M.S. 1997. Item 2.1. Método Bailenger modificado (VALIDADO-modificado) (VALIDADO-aplicado fuera de alcance).2016. Detección y/o cuantificación de Huevos de Helmintos.	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AL, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL.
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP/100 mL)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed; 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AB, AC, ACE, AIRS, ALA, AM, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASL, ASUB, SAL.
Metales Totales_EPA200.8	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)	NTP-ISO/IEC 17025:2017 / AAC, AB, AC, ACE, AIRP, AL, ALA, AP, APR, ARD, ARI, ARM, AS, ASUB.

Nota: En la presente tabla se presentan los análisis, métodos y acreditaciones para los estudios de calidad de agua en la microcuenca Huanta- río Cachi.

3.6. Análisis de datos

Una vez que se obtuvo los resultados de las concentraciones en época (húmeda y seca), se elaboró los gráficos de líneas con el programa Microsoft Excel, asimismo se prosiguió a introducir los resultados de los parámetros en la tabla del ICA-PE con la finalidad de obtener el alcance, frecuencia, amplitud. Posteriormente de obtener los resultados se realizaron 3 mapas (red de puntos de monitoreo, ICA-PE en época húmeda, ICA-PE en época seca), empleando los shapefiles de ríos, limite distrital, limite provincial y limite regional; recopilados de la plataforma de GEO GPS PERÚ (<https://acortar.link/nRxaM5>) y a partir del cual se elaboró en el programa ArcGIS.

Se realizó la prueba de hipótesis mediante el programa SPSS, a partir del estadístico paramétrico (Prueba T de muestras emparejadas), para el cual se determinó las medias de las variables analizadas. En la contrastación de la hipótesis se determinaron a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajó es del 95% por ciento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación de la concentración de parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda y seca.

Los resultados de las concentraciones de los parámetros analizados en los seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1) en la época húmeda y seca se presentan en la tabla 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7

Concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda de la microcuenca Huanta – río Cachi

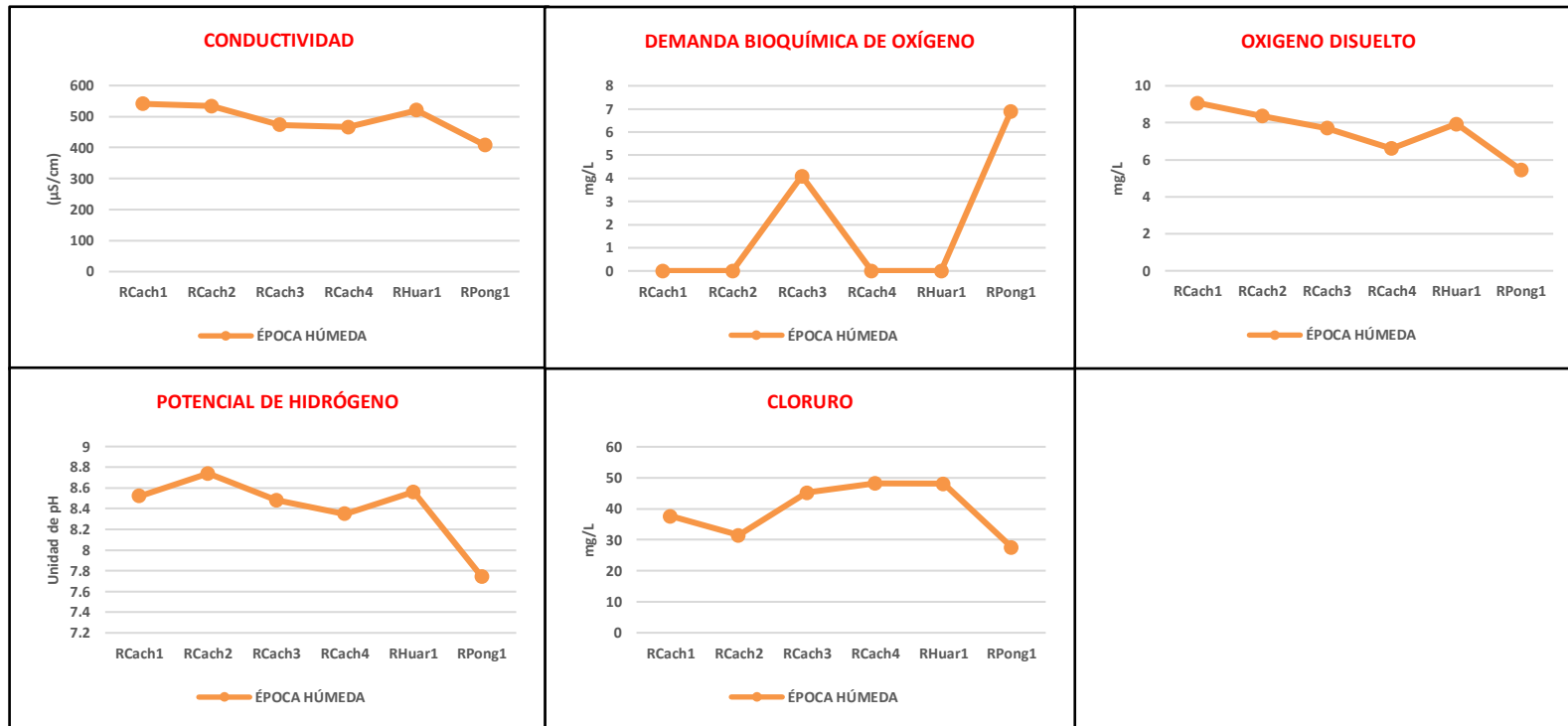
PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1
1	Conductividad	μS/cm	541	534	473	466	520	407
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 2.6	< 2.6	4.1	< 2.6	< 2.6	6.9
3	Oxígeno Disuelto	mg/L	9.08	8.36	7.72	6.61	7.93	5.46
4	Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.52	8.74	8.48	8.35	8.56	7.74
5	Cloruro	mg/L	37.604	31.502	45.179	48.199	48.055	27.61
6	Aluminio	mg/L	0.254	0.242	0.634	0.356	0.215	0.58
7	Arsénico	mg/L	0.03078	0.02049	0.06671	0.08229	0.05209	0.01757

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1
8	Boro	mg/L	0.502	0.515	0.463	0.551	0.449	0.206
9	Cadmio	mg/L	0.00017	0.00024	0.00051	<0.00003	<0.00003	<0.00003
10	Cobre	mg/L	0.00168	0.00253	0.00156	0.00131	0.00139	0.00116
11	Hierro	mg/L	0.2216	0.1982	0.4921	0.2858	0.1896	0.5016
12	Manganeso	mg/L	0.02493	0.02309	0.05438	0.01384	0.02657	0.195
13	Mercurio	mg/L	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009
14	Plomo	mg/L	< 0.0006	0.0009	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
15	Zinc	mg/L	0.0218	0.0287	0.0242	< 0.0026	< 0.0026	0.007
16	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	7.8	13	330	< 1.8	27	13
17	Huevos de helmintos	Huevo/L	0	0	0	0	0	0

Nota: Société Générale de Surveillance, 2023

Figura 1

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros físico-químicos en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

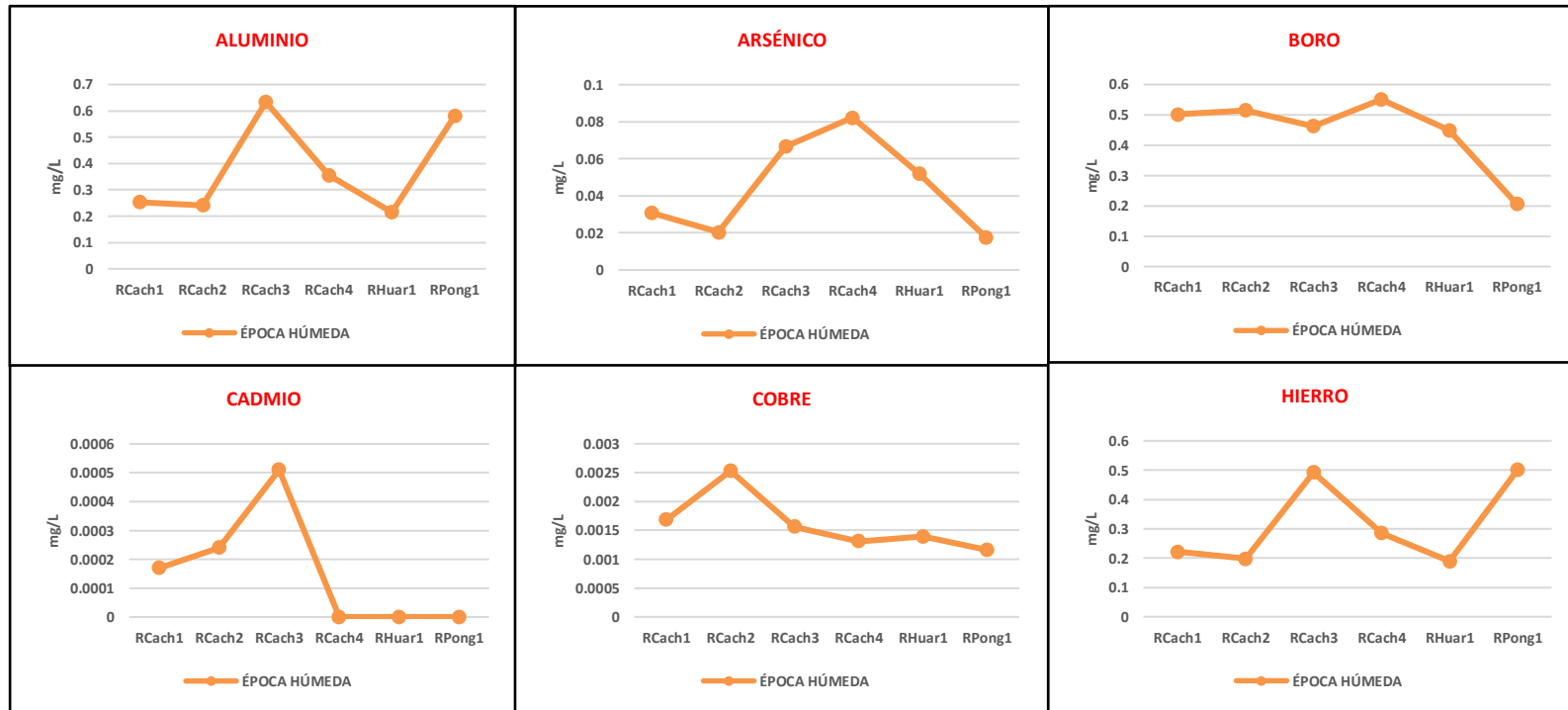


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 1, se observa las concentraciones de los parámetros físico-químicos en época húmeda de los cuales los parámetros de Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto y Cloruro se obtuvieron en bajas concentraciones en los 6 puntos de monitoreo debido a las características de la zona de estudio y a la autodepuración de las aguas, por otro lado, el pH obtuvo elevadas concentraciones en 3 puntos de monitoreo debida a las aguas residuales de la PTAR de Puca Puca, Totorilla y Acobamba.

Figura 2

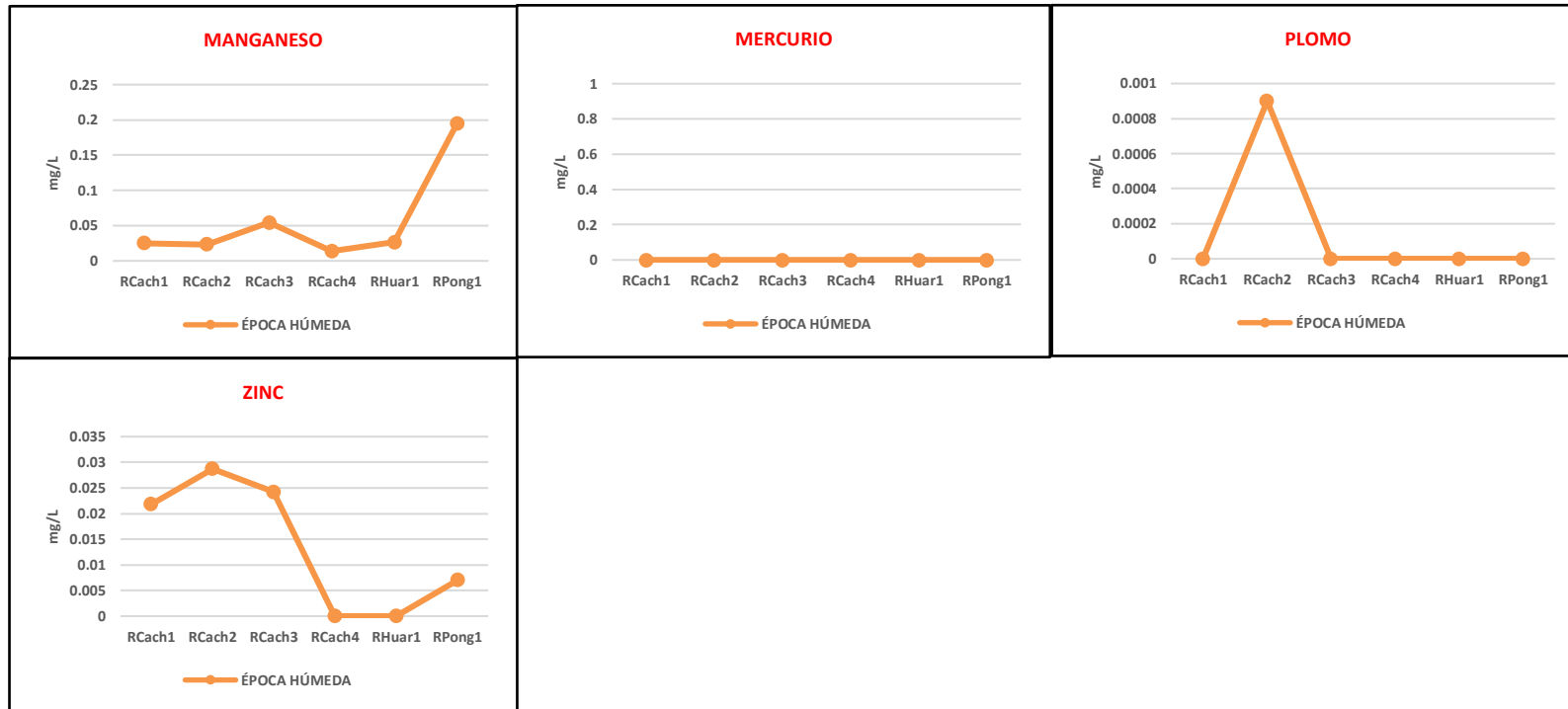
Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

Figura 3

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

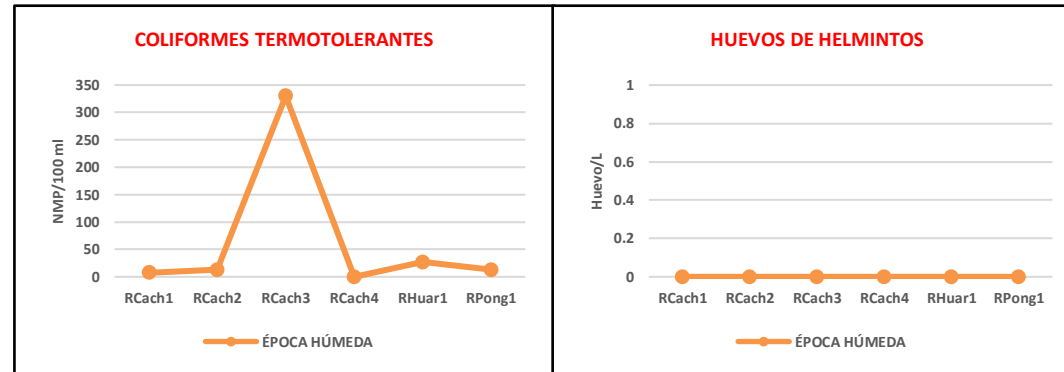


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 2 y 3, todos los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) obtuvieron bajas concentraciones en los 6 puntos de monitoreo, debido a la zona de estudio no se encontraron actividades industriales, de acuerdo a estos resultados en época húmeda las aguas de la microcuenca Huanta - Río Cachi no sufren alteraciones en su composición a nivel de los parámetros inorgánicos.

Figura 4

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros microbiológicos en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 4, los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helminthos), se obtuvieron en bajas concentraciones en los 6 puntos de monitoreo en la microcuenca Huanta – Río Cachi, en el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes en el punto Rcach3 hubo un leve aumento el cual no fue muy significativo porque aun esta en concentraciones bajas.

Tabla 8

Concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época seca de la microcuenca Huanta – río Cachi

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1
1	Conductividad	μS/cm	792	796	511	751	767	638
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	5.5	5.4	10.6	<2.6	<2.6
3	Oxígeno Disuelto	mg/L	8.45	12.17	11.23	5.86	7.8	8.28
4	Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.9	9.23	9.55	7.99	8.82	9.41
5	Cloruro	mg/L	85.912	83.607	78.037	68.886	91.431	90.734
6	Aluminio	mg/L	0.128	0.309	0.088	0.28	0.05	0.091

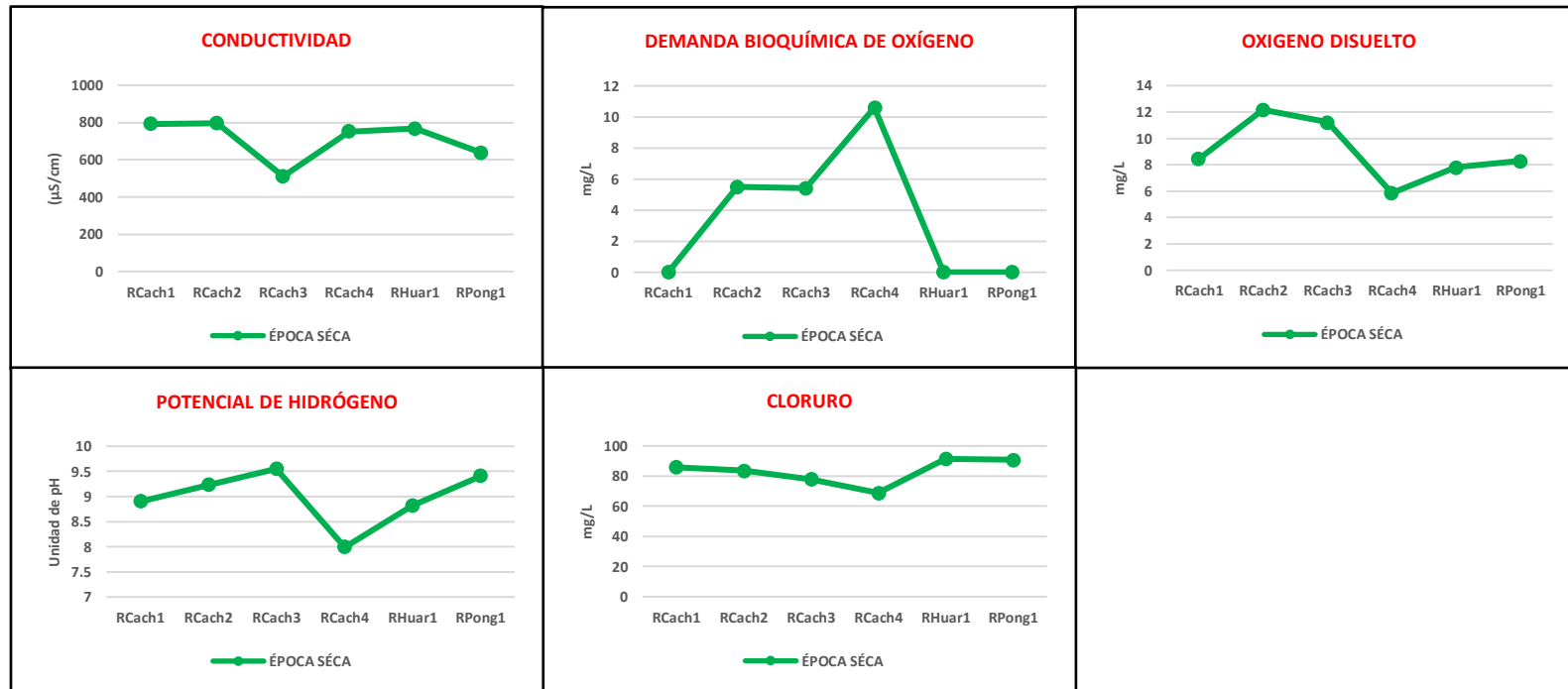
PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1
7	Arsénico	mg/L	0.03081	0.03789	0.04426	0.01691	0.02908	0.06657
8	Boro	mg/L	0.948	0.604	0.599	0.287	1.255	0.721
9	Cadmio	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
10	Cobre	mg/L	0.00113	0.00082	0.0015	0.00315	0.00125	0.00071
11	Hierro	mg/L	0.1122	0.2556	0.0721	0.2559	0.0464	0.08
12	Manganeso	mg/L	0.01775	0.06906	0.02702	0.21121	0.00537	0.00774
13	Mercurio	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009
14	Plomo	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
15	Zinc	mg/L	0.0039	<0.0026	0.0033	0.0058	0.0033	0.0045
16	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	33	4.5	230	2	230

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1
17	Huevos de helmintos	Huevo/L	0	0	0	0	0	0

Nota: Société Générale de Surveillance, 2023

Figura 5

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros físico-químicos en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

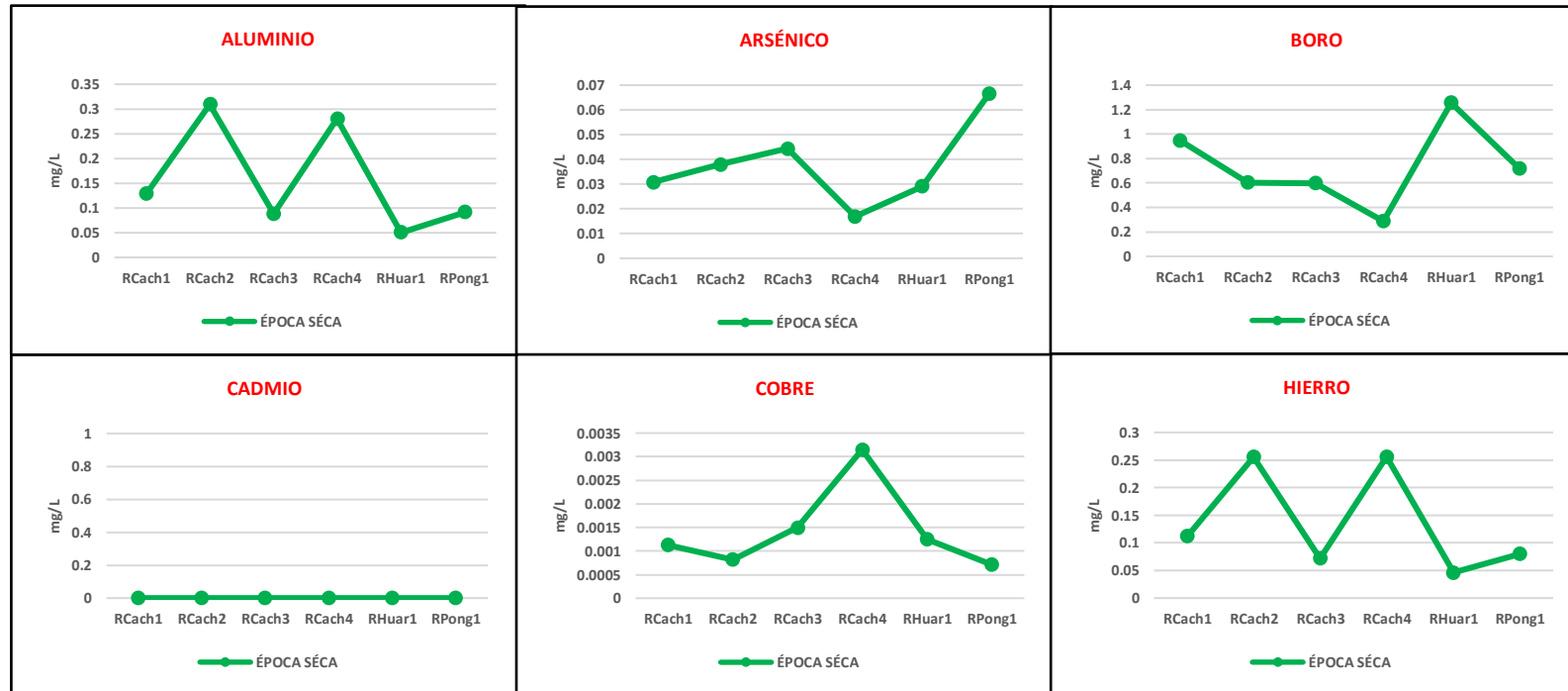


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 5, se obtuvo concentraciones bajas en los parámetros de Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto y Cloruro en los 6 puntos de monitoreo, estos niveles bajos se debieron a las características del lugar, por otro lado, el parámetro del pH obtuvo concentraciones elevadas en 5 puntos de monitoreo excepto en el punto RCach4 donde se obtuvo niveles de concentraciones bajas.

Figura 6

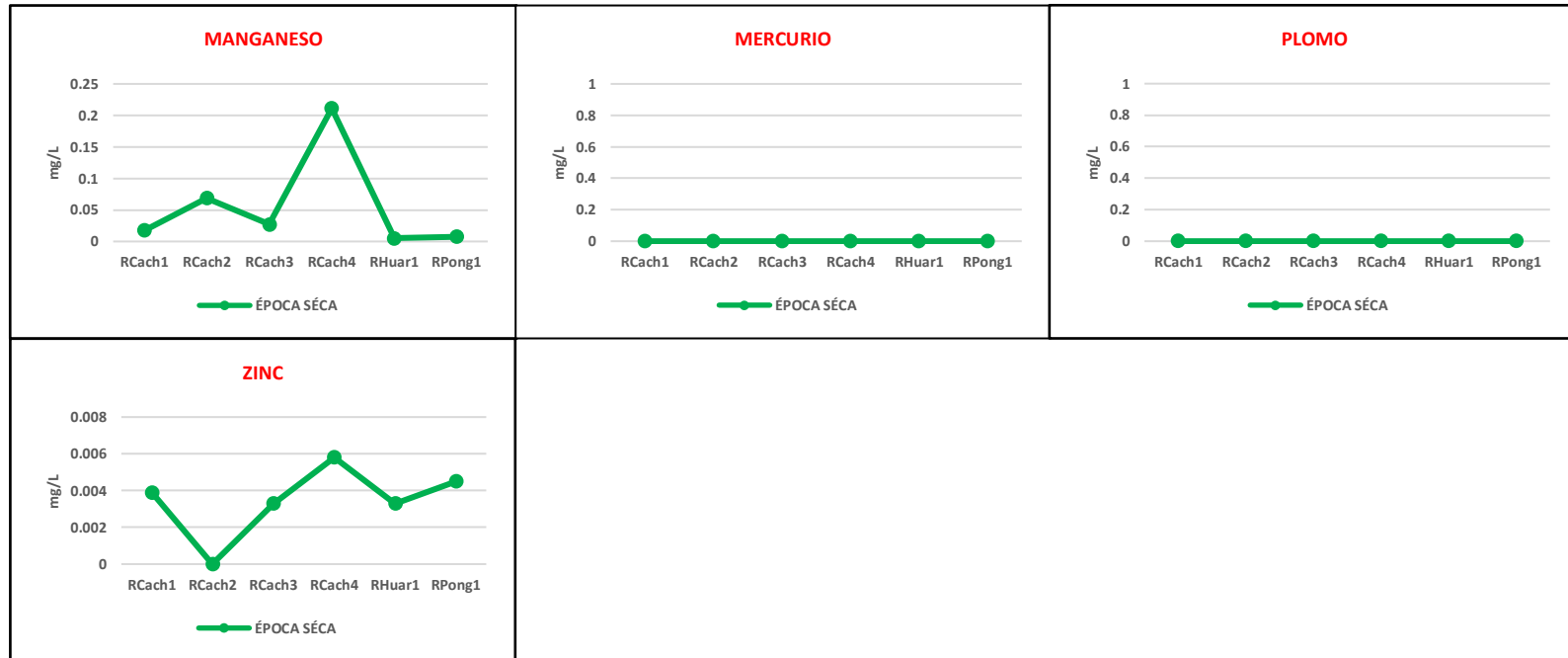
Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

Figura 7

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

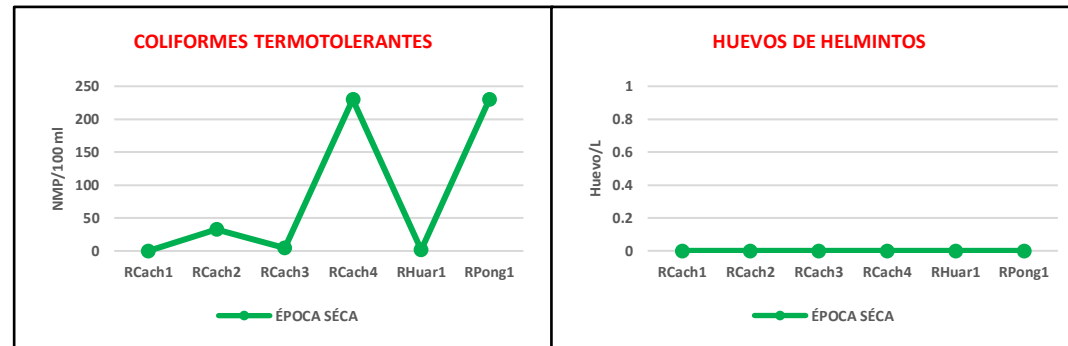


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 6 y 7, los parámetros de (Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro, Mercurio, Plomo y Zinc) obtuvieron concentraciones bajas en los 6 puntos de monitoreo, por otro lado el parámetro de Boro en el punto RHuar1 y el Manganeso en el punto RCach4 se encontraron en concentraciones elevadas debida a la geología del lugar y a las aguas residuales de la PTAR de Totorilla, Puca Puca y Acobamba.

Figura 8

Gráficos de líneas con concentraciones de los parámetros microbiológicos en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 8, los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helmintos), se obtuvieron en bajas concentraciones en los 6 puntos de monitoreo en la microcuenca Huanta – Río Cachi, en el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes hubo un breve incremento en el punto Rcach4, a pesar del aumento aun esta en concentraciones bajas, por otro lado el parámetro de Huevos del Helmintos en los 6 puntos de monitoreo se obtuvo una concentración de 0 Huevo/L.

4.1.2. Comparación de los parámetros analizados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), en época húmeda y seca.

Una vez obtenido los resultados de las concentraciones de los parámetros físicos-químicos (Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrogeno, Cloruro), inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) y microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helmintos) se realizó la comparación de los resultados con el (D.S. N° 004-2017-MINAM), Estándar de Calidad Ambiental para Agua en época húmeda y seca, tal como se muestra en la tabla 9 y 10 respectivamente.

Tabla 9

Comparación de las concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta – río Cachi

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO						ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1	
1	Conductividad	μS/cm	541	534	473	466	520	407	2 500
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 2.6	< 2.6	4.1	< 2.6	< 2.6	6.9	15
3	Oxígeno Disuelto	mg/L	9.08	8.36	7.72	6.61	7.93	5.46	≥ 4
4	Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.52	8.74	8.48	8.35	8.56	7.74	6,5-8,5
5	Cloruro	mg/L	37.604	31.502	45.179	48.199	48.055	27.61	500

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO					ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)	
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1	
6	Aluminio	mg/L	0.254	0.242	0.634	0.356	0.215	0.58	5
7	Arsénico	mg/L	0.03078	0.02049	0.06671	0.08229	0.05209	0.01757	0,1
8	Boro	mg/L	0.502	0.515	0.463	0.551	0.449	0.206	1
9	Cadmio	mg/L	0.00017	0.00024	0.00051	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0,01
10	Cobre	mg/L	0.00168	0.00253	0.00156	0.00131	0.00139	0.00116	0,2
11	Hierro	mg/L	0.2216	0.1982	0.4921	0.2858	0.1896	0.5016	5
12	Manganeso	mg/L	0.02493	0.02309	0.05438	0.01384	0.02657	0.195	0,2
13	Mercurio	mg/L	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	< 0.00009	0,001
14	Plomo	mg/L	< 0.0006	0.0009	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0,05
15	Zinc	mg/L	0.0218	0.0287	0.0242	< 0.0026	< 0.0026	0.007	2

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE			PUNTOS DE MONITOREO						ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)	
N°	Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1		
16	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	7.8	13	330	< 1.8	27	13	1000	
17	Huevos de helmintos	Huevo/L	0	0	0	0	0	0	1	

Nota: Société Générale de Surveillance, 2023

Figura 9

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros físico-químicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

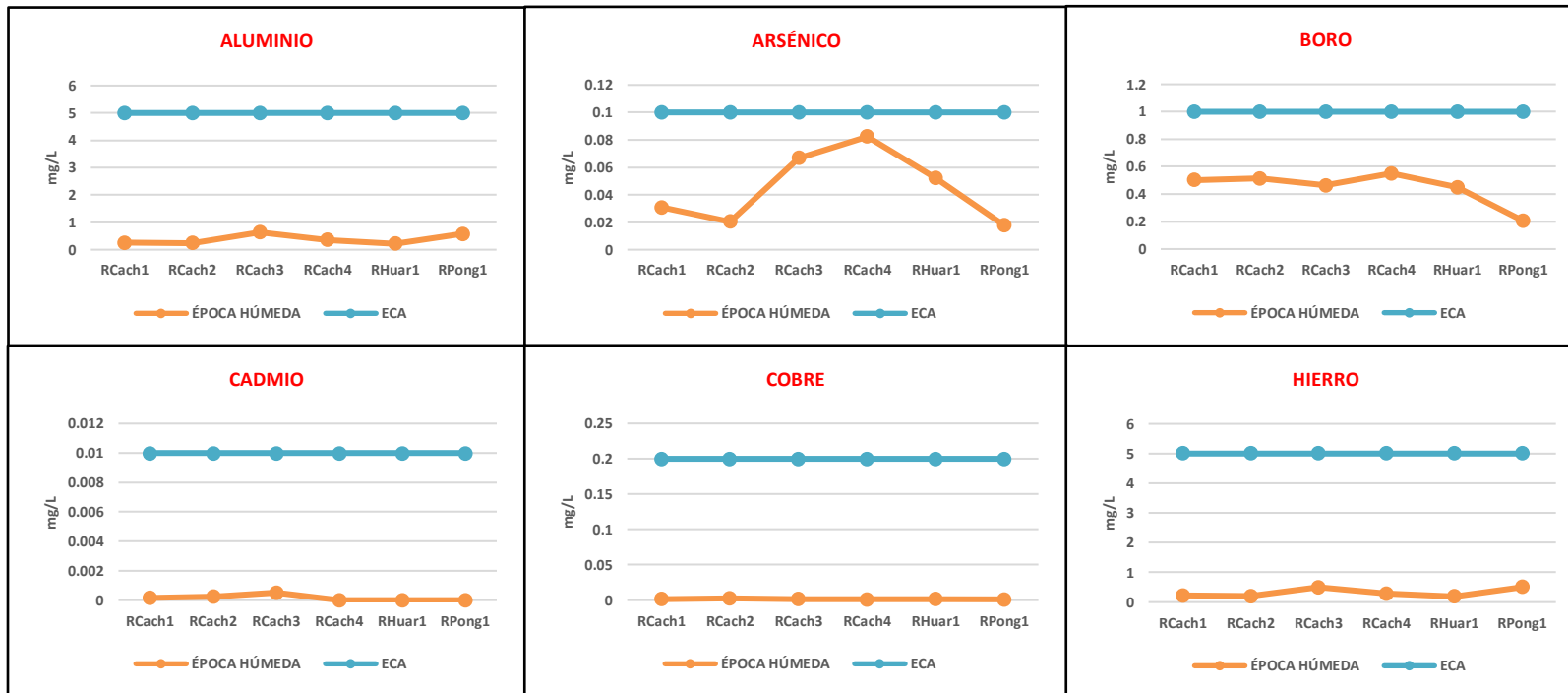


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 9 de los resultados obtenidos los parámetros de Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto y Cloruro se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, a excepción del parámetro de Potencial de Hidrogeno el cual sobrepasa la normativa nacional en los puntos RCach1 = 8.52, RCach2 = 8.74 y RHuar1 = 8.56.

Figura 10

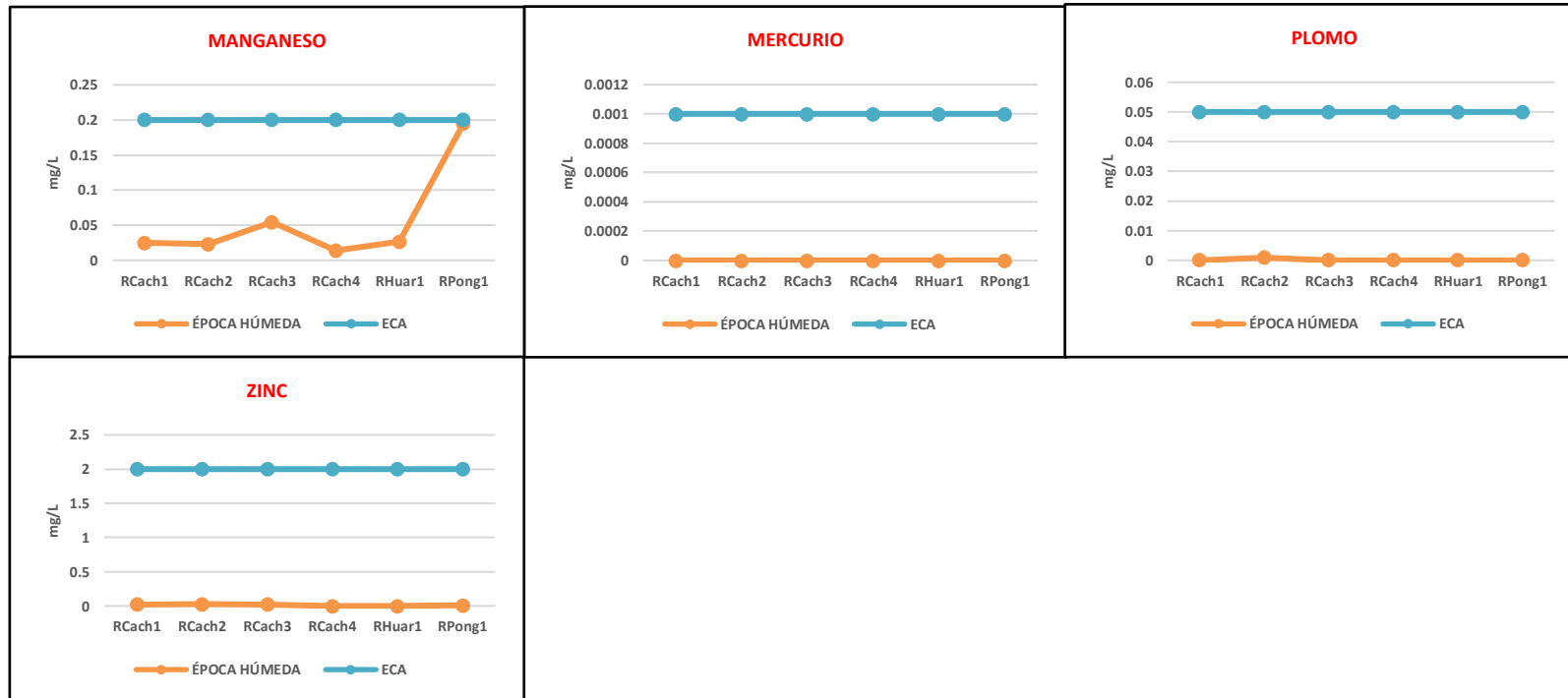
Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

Figura 11

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

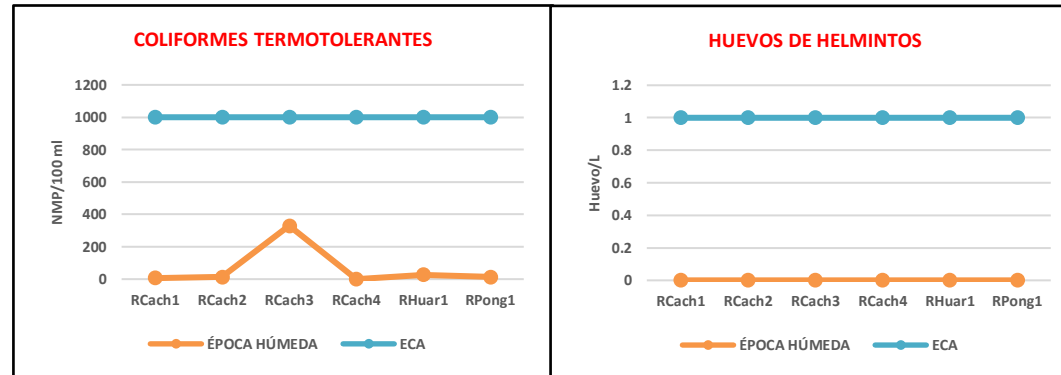


Nota: Elaboración propia

De la figura 10 y 11, todos los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) se encuentra por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, los valores del parámetro de Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc obtuvieron concentraciones cercanas a 0, el cual se verifica que las aguas de la microcuenca Huanta río – Cachi no se encuentran alteradas por actividades industriales.

Figura 12

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros microbiológicos respecto al ECA en época húmeda de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 12, los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helminthos) no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental para agua en los 6 puntos de monitoreo, asimismo del parámetro de Coliformes Termotolerantes hubo un aumento de las concentraciones en el punto Rcach3, mientras en el parámetro de Huevos del Helminthos las concentraciones se mantuvieron con 0 Huevos/L.

Tabla 10

Comparación de las concentraciones de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta – río Cachi

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE		PUNTOS DE MONITOREO						ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)
Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1	
Conductividad	μS/cm	792	796	511	751	767	638	2 500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<2.6	5.5	5.4	10.6	<2.6	<2.6	15
Oxígeno Disuelto	mg/L	8.45	12.17	11.23	5.86	7.8	8.28	≥ 4
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.9	9.23	9.55	7.99	8.82	9.41	6,5-8,5
Cloruro	mg/L	85.912	83.607	78.037	68.886	91.431	90.734	500
Aluminio	mg/L	0.128	0.309	0.088	0.28	0.05	0.091	5

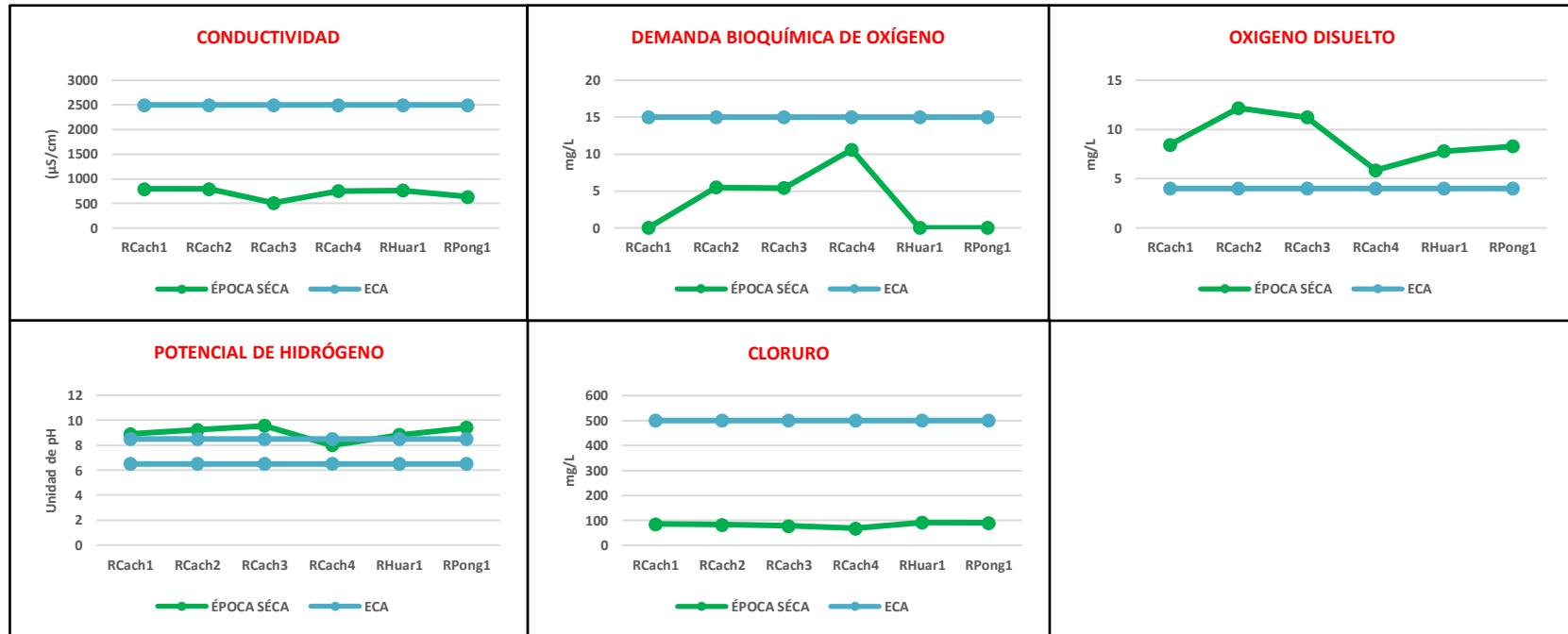
PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE		PUNTOS DE MONITOREO						ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)
Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1	
Arsénico	mg/L	0.03081	0.03789	0.04426	0.01691	0.02908	0.06657	0,1
Boro	mg/L	0.948	0.604	0.599	0.287	1.255	0.721	1
Cadmio	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0,01
Cobre	mg/L	0.00113	0.00082	0.0015	0.00315	0.00125	0.00071	0,2
Hierro	mg/L	0.1122	0.2556	0.0721	0.2559	0.0464	0.08	5
Manganeso	mg/L	0.01775	0.06906	0.02702	0.21121	0.00537	0.00774	0,2
Mercurio	mg/L	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	<0.00009	0,001
Plomo	mg/L	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0,05
Zinc	mg/L	0.0039	<0.0026	0.0033	0.0058	0.0033	0.0045	2
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	33	4.5	230	2	230	1000

PARÁMETROS A EVALUAR EN EL ICA-PE		PUNTOS DE MONITOREO						ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido)
Parámetros	Unidad	Rcach1	Rcach2	Rcach3	Rcach4	RHuar1	RPong1	
Huevos de helmintos	Huevo/L	0	0	0	0	0	0	1

Nota: Société Générale de Surveillance, 2023

Figura 13

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros físico-químicos respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

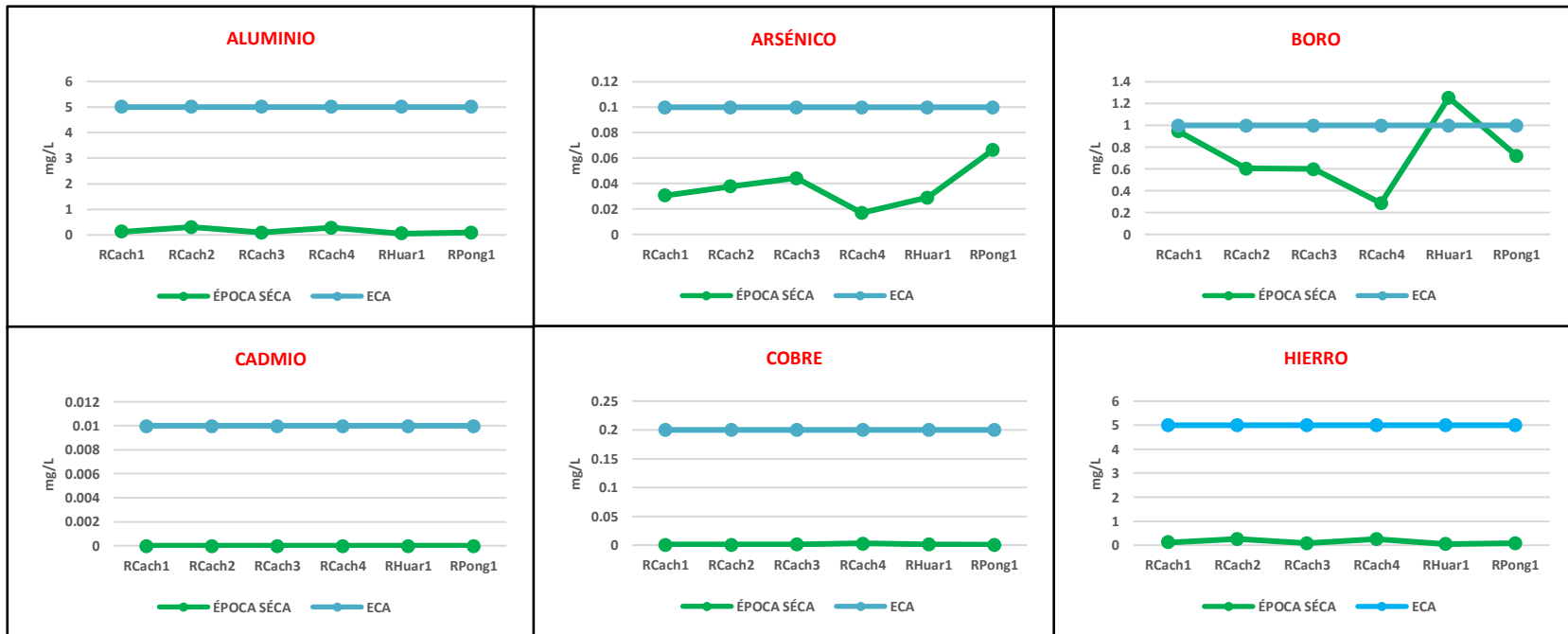


Nota: Elaboración propia

De la figura 13, los resultados de los parámetros de Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto y Cloruro se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, a excepción del parámetro de Potencial de Hidrogeno el cual sobrepasa la normativa nacional en los puntos RCach1 = 8.9, RCach2 = 9.23, RCach3 = 9.55, RHuar1 = 8.82 y RPong1 = 9.41, estas concentraciones elevadas se debieron a la PTAR de Totorilla, Puca Puca y Acobamba.

Figura 14

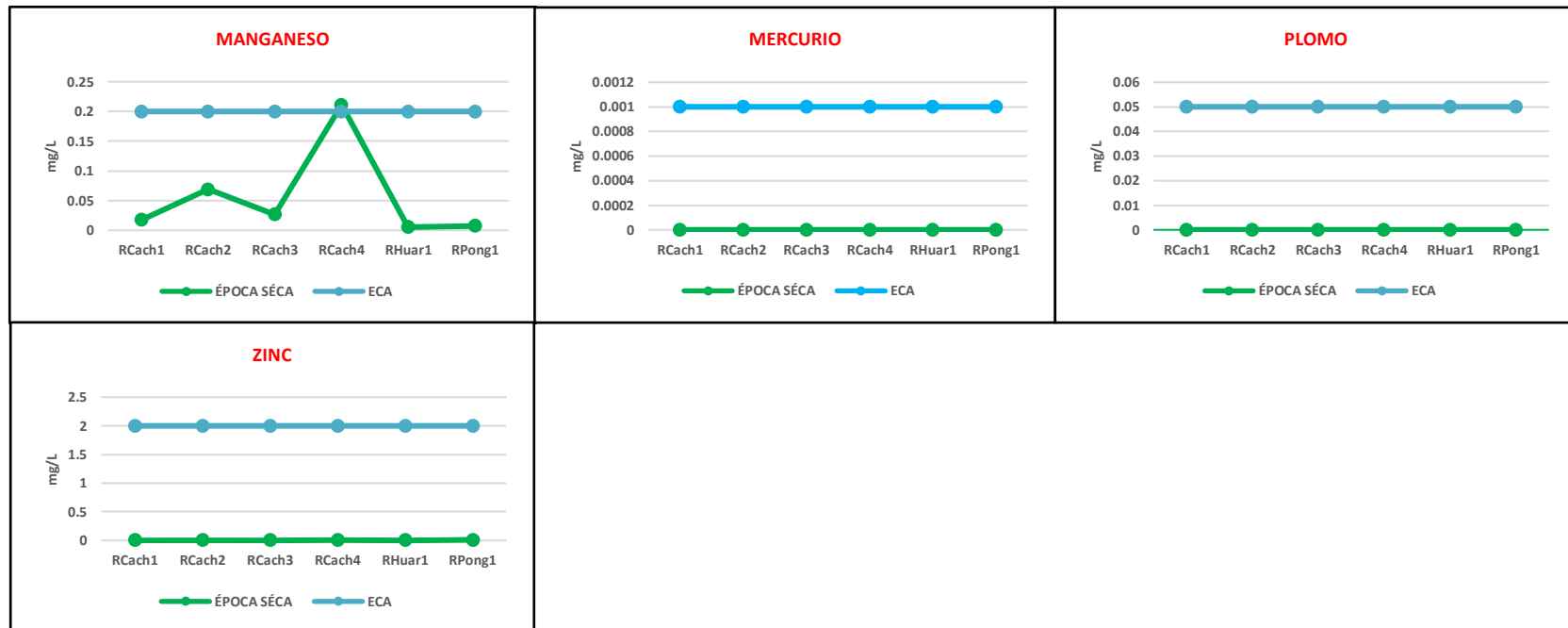
Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre y Hierro) respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

Figura 15

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros inorgánicos (Manganeso, Mercurio, Plomo y Zinc) respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes

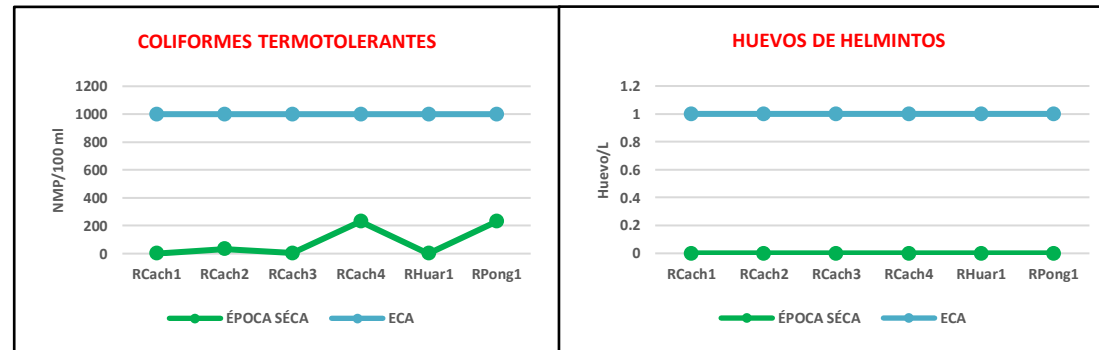


Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 14 y 15, los parámetros inorgánicos de (Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro, Mercurio, Plomo y Zinc) se encuentra por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, a excepción del parámetro de Manganeso en el punto RCach4 = 0.21121, y el Boro en RHuar1 = 1.255, los cuales sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental para agua. Estos valores son causados por la geología del lugar y por el vertimiento de las aguas residuales.

Figura 16

Gráficos de líneas de las concentraciones de los parámetros microbiológicos respecto al ECA en época seca de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes



Nota: Elaboración propia

De la figura 16, los parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helminthos) no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental para agua en los 6 puntos de monitoreo, asimismo del parámetro de Huevos del Helminthos sus concentraciones fueron de 0 Huevos/L. De igual forma en Coliformes Termotolerantes hubo un aumento de las concentraciones en el punto Rcach4.

4.1.3. Determinación de valores de Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) en época húmeda y seca.

4.1.3.1. Determinación de valores de Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) en época húmeda.

Los cálculos de F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud), de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes en época húmeda se realizó en función a los resultados de los 17 parámetros (Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Cloruro, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo, Zinc Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helmintos), posteriormente se obtuvo los siguientes resultados como se muestran en la tabla 11.

Tabla 11

Cálculos del F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud) en época húmeda

ÉPOCA HÚMEDA																										
RESULTADOS DE MONITOREO DE LA MICROCUENCA HUANTA - RÍO CACHI - 2023																				CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - MÉTODO CCME						
PUNTOS DE MONITOREO	PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS				PARÁMETROS INORGÁNICOS										MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		DATOS		F1	F2	% (Excedente respecto al valor ECA - Agua/ Valor ECA - Agua)	nse= Sumatoria de Ex/N total de datos	F3	ICA (CCME_WQI)		
	MONITOREO - ÉPOCA HÚMEDA	Conductividad	DBOs	OD	pH	Cloruro	Aluminio	Arsénico	Boro	Cadmio	Cobalto	Hierro	Manganeso	Mercurio	Plomo	zinc	Coliformes termotolerantes	Huevos de helmintos								Número de parámetros que no cumplen
18/05/2023	μS/cm	mg/L	mg/L	Unidad de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	Huevo/L									
RCach1	541	< 2.6	9.08	8.52	37.604	0.254	0.03078	0.502	0.00017	0.00168	0.2216	0.02493	< 0.00009	0.0006	0.0218	7.8	0	1	17	5.88	5.88	0.00	0.00	0.00	95.20	Excelente
RCach2	534	< 2.6	8.36	8.74	31.502	0.242	0.02049	0.515	0.00024	0.00253	0.1982	0.02309	< 0.00009	0.0009	0.0287	13	0	1	17	5.88	5.88	0.03	0.00	0.00	95.20	Excelente
RCach3	473	4.1	7.72	8.48	45.179	0.634	0.06671	0.463	0.00051	0.00156	0.4921	0.05438	< 0.00009	0.0006	0.0242	330	0	0	17	0.00	0.00		0.00	0.00	100	Excelente
RCach4	466	< 2.6	6.61	8.35	48.199	0.356	0.08229	0.551	< 0.0003	0.00131	0.2858	0.01384	< 0.00009	0.0006	0.0026	< 1.8	0	0	17	0.00	0.00		0.00	0.00	100	Excelente

ÉPOCA HÚMEDA

RESULTADOS DE MONITOREO DE LA MICROCUENCA HUANTA - RÍO CACHI - 2023																				CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - MÉTODO CCME						
PUNTOS DE MONITOREO	PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS					PARÁMETROS INORGÁNICOS										MICROBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICO		DATOS		F1	F2	% (Excedente respecto al valor ECA - Agua/ Valor ECA - Agua)	nse= Sumatoria de Ex/N total de datos	F3	ICA (CCME_WQI)	
	Conductividad	DBOs	OD	pH	Cloruro	Aluminio	Arsénico	Boro	Cadmio	Cobre	Hierro	Manganeso	Mercurio	Plomo	zinc	Coliformes termotolerantes	Huevos de helmintos	Número de parámetros que no cumplen	N° total de parámetros por punto							
RHuar1	520	<2.6	7.93	8.56	48.055	0.215	0.05209	0.449	<0.00003	0.00139	0.1896	0.02657	<0.00009	0.0006	0.0026	27	0	1	17	5.88	5.88	0.01	0.00	0.00	95.20	Excelente
RPong1	407	6.9	5.46	7.74	27.61	0.58	0.01757	0.206	<0.00003	0.00116	0.5016	0.195	<0.00009	0.0006	0.007	13	0	0	17	0.00	0.00		0.00	0.00	100	Excelente
ECA cat. 3 - D1 (riego no restringido)	2.500	15	≥4	$\frac{6.5}{8.5}$	500	5	0,1	1	0,01	0,2	5	0,2	0,001	0,05	2	1000	1									

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior se muestra los resultados de las frecuencias y del ICA-PE en época húmeda, estos valores obtenidos se detallan de forma resumida en la tabla 12.

Tabla 12

Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE en época húmeda

ÉPOCA HÚMEDA		
Punto de monitoreo	Valor ICA-PE	Calificación ICA-PE
RCach1	95.20	Excelente
RCach2	95.20	Excelente
RCach3	100	Excelente
RCach4	100	Excelente
RHuar1	95.20	Excelente
RPong1	100	Excelente

Los seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y Rpong1), obtuvieron una calificación de Excelente (95-100), interpretando que “la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados”.

4.1.3.2. Determinación de valores de Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) en época seca.

Los cálculos del F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud); de la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes importantes en época seca se basó en función a los resultados de los 17 parámetros (Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Cloruro, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo, Zinc Coliformes Termotolerantes y Huevos de Helminthos), como se muestra en la tabla 13.

Los valores altos de F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud) en el punto de monitoreo RHuar1, se debieron a las altas concentraciones de los parámetros de pH y Boro los cuales sobrepasan el ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido).

Tabla 13

Cálculos del F1 (alcance), F2 (frecuencia) y F3 (amplitud) en época seca

ÉPOCA SECA																										
RESULTADOS DE MONITOREO DE LA MICROCUENCA HUANTA - RÍO CACHI - 2023																			CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - MÉTODO CCME							
PUNTO S DE MONITOREO	PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS				PARÁMETROS INORGÁNICOS										MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO		DATOS		F1	F2	% (Excedente respecto al valor ECA - Agua/ Valor ECA - Agua)			F3	ICA (CCME_WQI)	
	Conductividad	DB Os	OD	pH	Cloruro	Aluminio	Arsénico	Boro	Cadmio	Cobre	Hierro	Manganeso	Mercurio	Plomo	zinc	Coliformes termotolerantes	Huevo de helmintos	Número de parámetros que no cumplen			N° total de parámetros por punto	pH	Boro			Mnganoso
MONITOREO - ÉPOCA SECA	µS/cm	mg/L	mg/L	Unidad de pH	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	Huevo/L									
16/09/2023																										
RCach1	792	< 2.6	8.45	8.90	85.912	0.128	0.03081	0.948	<0.00003	0.00113	0.1122	0.01775	< 0.00009	< 0.0006	0.0039	< 1.8	0	1	17	5.88	5.88	0.05	0.00	0.00	95.20	Excelente
RCach2	796	5.5	12.17	9.23	83.607	0.309	0.03789	0.604	<0.00003	0.00082	0.2556	0.06906	<0.00009	< 0.0006	<0.0026	33	0	1	17	5.88	5.88	0.09	0.01	1.00	95.16	Excelente
RCach3	511	5.4	11.23	9.55	78.037	0.088	0.04426	0.599	<0.00003	0.00150	0.0721	0.02702	< 0.00009	< 0.0006	0.0033	4.5	0	1	17	5.88	5.88	0.12	0.01	1.00	95.16	Excelente
RCach4	751	10.6	5.86	7.99	68.886	0.280	0.01691	0.287	<0.00003	0.00315	0.2559	0.21121	< 0.00009	< 0.0006	0.0058	230	0	1	17	5.88	5.88	0.10	0.01	1.00	95.16	Excelente
RHuar1	767	< 2.6	7.80	8.82	91.431	0.05	0.02908	1.255	<0.00003	0.00125	0.0464	0.00537	< 0.00009	< 0.0006	< 0.0033	2	0	2	17	11.74	11.74	0.04	0.02	2.00	90.35	Buena

ÉPOCA SECA

RESULTADOS DE MONITOREO DE LA MICROCUENCA HUANTA - RÍO CACHI - 2023

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA -
MÉTODO CCME

PUNTO S DE MONIT OREO	PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS																	PARÁMETROS INORGÁNICOS																	MICROBIOLÓ GICOS Y PARASITOLÓ GICO		DATOS		F1		F2		%(Excedente respecto al valor ECA - Agua/ Valor ECA - Agua)			nse= Sumat oria de Ex/N total de datos	ICA (CCME_WQI)		
	Conducti vidad	DB Os	OD	pH	Cloru ro	Alumi nio	Arséni co	Boro	Cadmi o	Cobre	Hierro	Mang aneso	Mercu rio	Plomo	zinc	Colifo rmes termo tole rantes	Huevo de helmi ntos	Número de parámet ros que no cumplen	Nº total de parám etros por punto			pH	Bor o	Mngan eso																									
RPong1	638	< 2.6	8.28	9.41	90.734	0.091	0.0665 7	0.721	<0.000 03	0.0007 1	0.0800	0.0077 4	< 0.0000 9	< 0.0006	0.0045	230	0	1	17	5.88	5.88	0.11			0.01	1.00	95.16	Excelente																					
ECA cat. 3 - D1 (riego no restringido)	2 500	15	≥ 4	6.5 8.5	500	5	0,1	1	0,01	0,2	5	0,2	0,001	0,05	2	1000	1																																

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior se muestra los resultados de las frecuencias y del ICA-PE en época seca, estos valores obtenidos se detallan de forma resumida en la tabla 14.

Tabla 14

Valores obtenidos del cálculo del ICA-PE en época seca

ÉPOCA SECA		
Punto de monitoreo	Valor ICA-PE	Calificación ICA-PE
RCach1	95.20	Excelente
RCach2	95.16	Excelente
RCach3	95.16	Excelente
RCach4	95.16	Excelente
RHuar1	90.35	Buena
RPong1	95.16	Excelente

Los puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4 y RPong1) obtuvieron una calificación de excelente (95-100), interpretando que “la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados”.

Por otro lado, el punto de monitoreo RHuar1 tiene la calificación de buena (80-94), interpretando que “la calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud”.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Evaluación de la concentración de parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda y seca.

Gutierrez (2018), en su investigación obtuvo concentraciones bajas en la cuenca Coata, donde evaluó 14 parámetros y solo obtuvo concentraciones altas de Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Coliformes Termotolerantes.

Asimismo, Jiménez y Llico (2020), evaluó 29 parámetros en el río Muyoc, donde todas las concentraciones resultaron bajas a excepción del Cloruro y pH. Estas concentraciones de pH fueron ocasionadas por los vertimientos de aguas residuales domésticas.

Los valores altos de concentración del Manganeseo tienen una relación con la tesis de (Rodriguez, 2019), donde evaluó la calidad de agua en la cuenca Chancay- Lambayeque, donde obtuvo niveles altos de concentración de Manganeseo, estas fueron causadas por la geología del lugar; estos resultados tienen concordancia con la presente investigación donde las concentraciones estuvieron influenciadas por los mismos factores.

De los resultados obtenidos, se deduce que los niveles de concentración se aumentan en la época seca debido a las bajas precipitaciones y a la poca cantidad de caudal (Sucapuca, 2022).

4.2.2. Comparación de los parámetros analizados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), en época húmeda y seca

Los análisis que se obtuvieron de la investigación de Cárdenas (2019), donde evaluó la calidad de agua del río Savia en 1 punto de monitoreo (Captación), donde se obtuvo concentraciones altas de los parámetros de (Hierro 0.505 mg/L y Aluminio 0.46 mg/L) sobrepasando el ECA – Agua.

Por otro lado, Mendoza (2018), evaluó la calidad de agua

superficial en el centro poblado de Sacsamarca, donde el monitoreo se realizó en Junio y Septiembre del año 2017, donde se estableció 8 puntos de monitoreo, los parámetros estudiados no sobrepasan el ECA – Agua, a excepción de Fosfato (1.51 ppm) y Arsénico con (0.13 ppm)

Cerna et al., (2022), en su investigación de calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga evaluó los parámetros (físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos) en función de los datos de la Autoridad Nacional del Agua, los cuales cuenta con 139 puntos de monitoreo donde los principales parámetros que sobrepasaron el ECA fueron: Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli, pH, Manganesio, Hierro y Aluminio.

4.2.3. Determinación de valores de Índices de Calidad de Agua (ICA-PE) en época húmeda y seca.

Los resultados obtenidos del ICA-PE, tienen una relación con el estudio realizado por Cacsire y Valencia (2021), donde evaluó la calidad de agua en 6 puntos de monitoreo, en 3 tiempo, 1) Temporada húmeda del año 2018 obteniendo 5 puntos “excelente” y el punto L-2 clasificado como “bueno”. 2) Temporada seca del año 2018 obteniendo en todos los puntos “excelente”. 3) Temporada seca del año 2019 obteniendo 5 puntos “excelente” y el punto E-4A clasificado como “bueno”.

Asimismo, Oré et al., (2022), en su investigación evaluó la calidad de agua en dos ríos (Bella y Supte Chico) en tres puntos (punto alto, punto medio y punto bajo), donde obtuvo el ICA-PE en el río Supte Chico aguas de “regular” calidad en los 3 puntos de monitoreo, mientras en el río Bella obtuvo aguas de “mala” calidad en los 3 puntos monitoreados.

Por otro lado, Hilario y Mamani (2021), analizó la calidad del agua del río Escalera durante el periodo 2015-2018, en dos puntos (REsca1 y REsca2), donde obtuvo valores del ICA – PE para el año 2015 una clasificación “favorable” con un valor de 73,14 mientras para el 2018 fue “regular” llegando a un valor de 61,85.

Gil et al., (2018), evaluó la calidad del agua superficial en la

cuenca del Río Guarapiche, en 7 puntos de monitoreo en las comunidades de (Miraflones, Triste, San Félix de Caicara, Merecure, Jusepín, Bajo Guarapiche y palmonagas). De los resultados obtenidos el ICA va desde 44.38 (Muestreo estación San Félix) clasificada como “excelente” a 363.69 (Estación de muestreo Palmonagas) categorizada como “no apta para consumo humano”.

Fontalvo y Tamaris (2018), en su investigación evaluó la calidad del agua en el río Córdoba en su parte baja en 6 puntos de monitoreo en época de sequías y lluvias entre los años del 2010 al 2011. El ICA-NSF varió de 52.6 en época de lluvia “Muelle carbonífero” a 72.4 en época de sequía “Paso de los anillos”, de lo anterior representa que la calidad de agua se categorizo de “regular” a “buena”.

4.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

La estadística inferencial de la variable, “Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca Huanta - río Cachi, aplicando el Método del Índice de Calidad Ambiental para Agua”, primeramente, se obtuvo las medias de la época húmeda y seca posteriormente se obtuvo la diferencia con el comando transformar (calcular variable), seguidamente con comando analizar (estadísticos descriptivos - explorar), se obtuvo la prueba normalizada y se basó en función de Shapiro – Wilk, los valores obtuvieron menores a 0.05 lo que significa que una prueba no paramétrica. Seguidamente se realizó el Test de Wilcoxon mediante el comando analizar (prueba no paramétrica – cuadro de diálogos antiguos – dos muestras relacionadas) donde se obtuvo Sig. Asintótica (bilateral).

Para la contrastación de la hipótesis se determinaron a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%), por lo tanto, el nivel de confianza con el que se trabajo es del 95% por ciento.

Tabla 15

Prueba de normalidad de los parámetros físicos - químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta- río Cachi

PRUEBA DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	.436	17	<.001	.362	17	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 15, se obtuvo un valor de Sig <.001, el cual es menor a 0.05, a partir del cual los datos no siguen una distribución normal, por lo tanto, existe diferencia en los valores y se aplica el Test de Wilcoxon.

Tabla 16

Estadísticos descriptivos de los parámetros físicos - químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta- río Cachi

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Época húmeda	17	36.2493	118.30150	.00	490.17
Época seca	17	52.9282	171.27564	.00	709.17

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 16, se obtuvo un en función de 17 parámetros en época húmeda y seca, la media fue (36.2493), (52.92822) respectivamente. La desviación estándar en época húmeda resulto 118.30150, mientras en época seca fue 171.27564.

Los valores mínimos resultaron .00 en las dos épocas mientras los máximos fueron 490.17 en época húmeda mientras en época seca fue 709.17.

Tabla 17

Estadísticos de prueba de los parámetros físicos - químicos, inorgánicos y microbiológicos en la microcuenca Huanta- río Cachi

Estadísticos de prueba^a	
	Época seca - Época húmeda
Z	-1.477 ^b
Sig. asin. (bilateral)	.140
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Nota: Elaboración propia

El valor de Sig. asin. (bilateral) fue .140 el cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no existe diferencia significativa de los valores en época húmeda y seca, por lo tanto, los ICA-PE en época húmeda y seca no existe variación.

TABLA DE FRECUENCIA

La tabla de frecuencia se realizó en el programa SPSS, mediante el estadístico descriptivo con la opción frecuencias, a partir del cual se obtuvo las siguientes tablas con los parámetros que sobrepasan el ECA – Agua.

Tabla 18

Tabla de frecuencia del parámetro de Potencial de Hidrógeno en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

pH (Época húmeda)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.00	3	50.0	50.0	50.0
	8.52	1	16.7	16.7	66.7
	8.56	1	16.7	16.7	83.3
	8.74	1	16.7	16.7	100.0
	Total	6	100.0	100.0	

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

Tabla de frecuencia del parámetro de Potencial de Hidrógeno en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

pH (Época seca)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.00	1	16.7	16.7
	8.82	1	16.7	33.3
	8.90	1	16.7	50.0
	9.23	1	16.7	66.7
	9.41	1	16.7	83.3
	9.55	1	16.7	100.0
	Total	6	100.0	100.0

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 18 y 19, se obtuvieron los valores de los datos de (Frecuencia, Porcentaje, Porcentaje válido y Porcentaje acumulado) en época húmeda y época seca del parámetro de Potencial de Hidrógeno.

Se obtuvo 3 valores en época húmeda los cuales sobrepasan el ECA - Agua, el primer valor fue 8.52 representa el (66.7%), el segundo valor de 8.56 (83.3%) y el tercer valor de 8.74 (100%).

En la época seca se obtuvo 5 valores los cuales sobrepasan el ECA – Agua, el primer valor fue 8.82 el cual representa el (33.3%), el segundo valor fue 8.90 (50.0%), el tercer valor de 9.23 (66.7%), el cuarto valor de 9.41 (83.3) y el quinto valor de 9.55 el cual representa el (100.0%).

Tabla 20

Tabla de frecuencia del parámetro de Boro en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

Boro (Época húmeda)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.00	6	100.0	100.0
do				

Nota: Elaboración propia

Tabla 21

Tabla de frecuencia del parámetro de Boro en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

Boro (Época seca)					
		Frecuenci	Porcentaj	Porcentaje	Porcentaje
		a	e	válido	acumulado
Váli	.00	5	83.3	83.3	83.3
	1.26	1	16.7	16.7	100.0
	Total	6	100.0	100.0	

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 20 y 21, se obtuvieron los valores de los datos de (Frecuencia, Porcentaje, Porcentaje válido y Porcentaje acumulado) en época húmeda y época seca del parámetro del Boro.

En la época húmeda ningún parámetro sobrepasa el ECA – Agua, mientras en época seca sobrepasa en un punto con un valor de 1.26 el cual representa el 100% de los datos.

Tabla 22

Tabla de frecuencia del parámetro de Manganeso en época húmeda de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

Manganeso (Época húmeda)					
		Frecuenci	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
		a		válido	acumulado
Váli	.00	6	100.0	100.0	100.0
do					

Nota: Elaboración propia

Tabla 23

Tabla de frecuencia del parámetro de Manganeso en época seca de la microcuenca Huanta – Río Cachi.

Manganeso (Época seca)					
		Frecuenci	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
		a		válido	acumulado
Váli	.00	5	83.3	83.3	83.3
do	.21	1	16.7	16.7	100.0
	Total	6	100.0	100.0	

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 22 y 23, se obtuvieron los valores de los datos de (Frecuencia, Porcentaje, Porcentaje válido y Porcentaje acumulado) en época húmeda y época seca del parámetro de Manganeso.

En la época húmeda ningún parámetro sobrepasa el ECA – Agua, mientras en época seca sobrepasa en un punto con un valor de .21 el cual representa el 100% de los datos.

V. CONCLUSIONES

- La calidad de agua en la microcuenca Huanta - Río Cachi en época húmeda se clasificó como “excelente”, mientras en época seca la microcuenca Huanta obtuvo dos clasificaciones las cuales varían de “buena” a “excelente”, a partir de estos resultados se verifica que las aguas son aptas para el riego de los cultivos de tallo bajo.
- Se obtuvieron las concentraciones de 17 parámetros de acuerdo a la metodología establecida en la R.J. N° 068-2018-ANA, obteniendo niveles altos de los parámetros físicos-químicos y inorgánicos, a excepción del parámetro microbiológico el cual se obtuvo en concentraciones bajas.
- De los resultados obtenidos en la época húmeda el pH sobrepasa el ECA en los puntos (Rcach1=8.52, Rcach2=8.74 y RHuar1= 8.56), mientras en la época seca el pH sobrepasa en los puntos (Rcach1=9, Rcach2=9.23, Rcach3=9.55, RHuar1=8.82 y Rpong1=9.41), el boro en el (RHuar1=1.255) y el manganeso en el (Rcach4=0.21121). Los niveles altos de pH y boro se debieron al vertimiento de aguas residuales de las PTAR de Puca Puca, Acobamba y Totorilla y las concentraciones elevadas de manganeso fueron causadas por la geología del lugar.
- En la época húmeda el ICA-PE obtuvo una calificación de “excelente” en los seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1), asimismo en la época seca tuvo una concordancia en cinco puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4 y RPong1) obteniendo una calificación de “excelente”, a excepción del punto RHuar1 donde obtuvo un valor de 90.35, el cual está clasificada como “Buena”, este último punto de monitoreo tuvo esta clasificación debido a los parámetros de pH y Boro los cuales sobrepasan el ECA - Cat 3 (D1-riego no restringido).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad provincial de Huanta a través de la Gerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental publicar los resultados de los monitoreos de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR), asimismo realizar trabajos mancomunados con la Universidad Nacional Autónoma de Huanta para fines académicos y de investigación.
- Se recomienda a la Universidad Nacional Autónoma de Huanta incentivar a los estudiantes en la investigación enfocado a la mitigación, preservación y recuperación de los recursos hídricos dentro de la Provincia de Huanta.
- Se recomienda a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), a través de la Autoridad Local del Agua Ayacucho (ALA-AYACUCHO), realizar monitoreos trimestrales y aumentar los puntos de monitoreo en las principales fuentes de contaminación como la desembocadura de la PTAR de Puca Puca con la microcuenca Huanta- Río Cachi.
- Se recomienda a la población cercanas a la ribera del río o quienes utilizan las aguas en sus cultivos, realizar actividades de monitoreo en los efluentes por medio de las autoridades locales, regionales y otras autoridades competentes.
- Se recomienda la aplicación de otros métodos de evaluación de calidad de agua, para complementar los resultados obtenidos en este estudio.

VII. REFERENCIAS

- Alarcón, J. (2019). Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Aronés, E., Véliz, R. y Palomino, Y. (2018), Evaluación de la calidad del agua del río Huatatas, aplicando el ICA, región Ayacucho. *Rev. Inv. UNSCH*, Vol (26), pp. 117 – 125. <https://acortar.link/6eFpQJ>
- Autoridad Nacional del Agua (2014). Evaluación de la calidad de agua y de los sedimentos en la cuenca del río Moche- La Libertad, febrero 2014. <https://acortar.link/XemmXZ>
- Autoridad Nacional del Agua (agosto del 2013). Construyendo la institucionalidad de la gestión integrada de los recursos hídricos a través de la gobernanza en la Autoridad nacional del Agua. <https://acortar.link/80acvb>
- Bayram, A., Önsoy, H., Kömürçü, M. İ., y Tüfekçi, M. (2014). Reciprocal influence of Kürtün Dam and wastewaters from the settlements on water quality in the stream Harşit, NE Turkey. *Environmental earth sciences*, Vol (72), pp. 2849 - 2860. <https://acortar.link/edirpC>
- Bharti, N., y Katyal, D. (2011). Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. *International Journal of Environmental Sciences*, Vol (2), pp. 154-173. <https://acortar.link/Dd2E3t>
- Boyd, C. E. (2020). Water quality: an introduction. Springer Nature.
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Studocu. <https://acortar.link/MaJm0j>
- Brown, R., McClelland, N., Deininger, R. y Connor, M. (1972). A water quality index - crashing the psychological barrier. *Indicators of Environmental Quality*. Vol (1), pp. 173 – 182. <https://acortar.link/8PPjkS>
- Cacsire, R. y Valencia, V. (2021). Evaluación del índice de calidad ambiental fisicoquímicos de la laguna Tinquicocha mediante la metodología ICA-PE en el departamento de Huánuco en el año 2018-2019. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Católica de Santa María.

- Cárdenas, A. (2019). Evaluación de la calidad de agua del río Savia, para uso potable del distrito de Canayre – Huanta – Ayacucho, 2016. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Carhuasuica, Y., Gonzales, S., (2022). Índice de calidad de agua, aplicando el ICARHS en el río Vilcanota en el tramo Paclamayo- Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco -2021. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Andina del Cusco
- Casilla, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suhez. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola]. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Cerna, A., Aguirre, C., Wong, B., Tello, J. y Pinchi, W. (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú. *Scientia Agropecuaria*, Vol (3), pp. 239-248. <https://acortar.link/UtyULq>
- Chiles, G. (2020). Caracterización de la variabilidad climática de la cuenca hidrográfica del río Miraen el período 1981-2010, con base en la información hidrometeorológica disponible. [Tesis para optar el grado de maestro en Cambio Climático y Negociación Ambiental]. Universidad Andina Simón Bolívar.
- De Oliveira, J. A., Balaban, O., Doll, C. N., Moreno, R., Gasparatos, A., Lossifova, D., y Suwa, A. (2011). Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation*, Vol (144), pp. 1302- 1313. <https://acortar.link/c8Zjq5>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones complementarias (07 de junio del 2017). <https://acortar.link/SMfb24>.
- Fernández, M., y Guardado, R. (2021), Evaluación del Índice de Calidad de Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa – Cuba. *Minería y geología*, Vol (37), pp. 105 – 119. <https://acortar.link/lAykFS>
- Fontalvo, F., Tamaris, C. (2018). Calidad del agua de la parte baja del río Córdova (Madgalena, Colombia), usando el ICA – NSF. *Intropica*, Vol

- (2), pp. 101 – 111. <https://acortar.link/neX1ef>
- Gamboa, N. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú. [Tesis para optar el grado de magister en Química]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- GESAAM (2015). Gestión del agua y del ambiente en la microcuenca del río Cachi (1^{ra} ed.). Biblioteca Nacional del Perú. <https://acortar.link/FHd6Qy>
- Gil, J., Vizcaino, C. y Montaña, N. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales científicos, Vol (79)*, pp. 111 – 119. <https://acortar.link/m977Rn>
- Gutiérrez, S. (2019). Evaluación espacio temporal de la calidad del agua del río Monjas, sectores Pomasqui y San Antonio de Pichincha mediante ICA-NSF. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Universidad Central de Ecuador.
- Gutierrez, V. (2018). Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el índice de calidad de agua del consejo Canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno – 2018. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental]. Universidad Peruana Unión.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. Interamericana. <https://acortar.link/KluN4a>
- Hernández, U., Pinedo, J., Paternina, R. y Marrugo, J.(2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Actualidad y Divulgación Científica, Vol (24)*, pp. 01 – 10. <https://acortar.link/FLQSIV>
- Hilario, M. y Mamani, L. (2021). Variación del índice de calidad de agua aplicando ICA-PE, del río Escalera, en el distrito de Huachocolpa, Provincia de Huancavelica durante el periodo 2015 – 2018. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Huallanca, K. y Toscano, R. (2019). Aplicación del método “Índice de calidad de agua The National Sanitation Foundation –ICA NSF” en un tramo de la microcuenca de Huatatas, provincia de Huamanga, departamento de

- Ayacucho. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental]. Universidad Peruana Unión.
- Huanca-Arohuanca, J. W., Butrón, S. B., Supo, L.A. y Supo, F. (2020). Evaluación y monitoreo de la calidad ambiental del agua en el proyecto sistema de riego Canal N, provincia de Melgar – Puno, Perú. *Ciencia & Desarrollo*, Vol (26), pp. 88 – 96. <https://acortar.link/BIJbXu>
- Ibáñez, S., Ramón, H., y Blanquer, J. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo y Medio Natural]. Universidad Politécnica de Valencia.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). Agua. <https://acortar.link/CwtF4g>
- Izquierdo, J. y Verástegui, S. (2017). Concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, en relación a los Estándares de calidad del agua - categoría 3, cajamarca - 2016. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental y de Prevención de Riesgos]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello.
- Jimenez, J., y Llico, M. (2020). Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca-2019. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental]. Universidad Privada del Norte.
- Juberg, D. (1997). Lead and human health: an update. Editorial. American Council on Science and Health. <https://acortar.link/go3BKK>
- Kelly, W., Panno, S., y Hackley, K. (2012). The Sources, Distribution, and Trends of Chloride in Waters of Illinois. <https://acortar.link/RUZz9o>
- Lee, J. G. y Samantha, B. R. (1995). Cadmium: A nutrient for the marine diatom *Thalassiosira weissflogii*. *Oceanogr*, Vol (6), pp. 1056-1063. <https://acortar.link/YyViaG>
- Lima, L. (2020). Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental]. Universidad Continental.
- Lorena, S., Arguello, A., y Parra, R. (2019). Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. *INNOVA*

- Research Journal*. Vol (4). pp. 59 – 71. <https://acortar.link/APBvr3>
- Manhualaya, E. (2019). Determinación de cadmio, arsénico y plomo por espectrofotometría de absorción atómica en aguas de pozo de Castillo Grande – Tingo María, julio - septiembre 2019. [Tesis para optar el título de Segunda Especialidad en Toxicología y Química legal]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Chapman, D.V., WHO., UNESCO y UNEP (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* (2ª ed.). Deborah Chapman. <https://acortar.link/Jt7KIJ>
- Niu, A., Canción, L., Xiong, Y., Jiao Lu, C., Junaid, M. y Sheng Pei, D. (2019). Impact of water quality on the microbial diversity in the surface water along the Three Gorge Reservoir (TGR), China. *Ecotoxicology and environmental safety*, Vol (181), pp. 412 - 418. <https://acortar.link/dl0DC3>
- Oré, L., Quispicho, S., Loarte, W., Oré, J. y López, C. (2022). Calidad ambiental del agua del Río Bella y Supte Chico – Huánuco. *Revista Científica y Tecnológica Fitovida*, Vol (1) pp. 41 – 55. <https://acortar.link/EnL63Y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?. <https://acortar.link/hAuL5p>
- Orjuela, O., Castaño, G. (2019). Evaluación de los impactos ambientales en el agua y suelo generados por la industria petrolera en la subzona hidrográfica río Tua, departamento del Casanare. [Tesis para optar el grado de maestro en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente]. Universidad de Manizales.
- Otero, S. (2002). Creación y diseño de organismo de cuencas en la Sub Cuenca Río Copán Honduras. [Tesis de para optar el grado de maestra en desarrollo y conservación ambiental]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Páll, E., Niculae, M., Kiss, T., Şandru, C. D., y Spînu, M. (2013). Human impact on the microbiological water quality of the rivers. *Journal of medical microbiology*, Vol(11), pp. 1635-1640. <https://acortar.link/EtWhhz>
- Penn, M. R., Pauer, J. J., y Mihelcic, J. R. (2009). Biochemical oxygen demand. *Environmental and ecological chemistry*. Vol (2). pp. 01 – 08.

<https://acortar.link/FBat90>

- Peris, M. (2006). Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellon. [Tesis para optar el grado de doctora en biología]. Universidad de Valencia.
- Putro, B., Kjeldsen, T. R., Hutchins, M. G., y Millerc, J. (2016). An empirical investigation of climate and land-use effects on water quantity and quality in two urbanising catchments in the southern United Kingdom. *Science of the Total Environment*, Vols. (548-549), pp. 164-172. <https://acortar.link/LvTfZU>
- Ramírez, F. (2005). Tratamiento de desinfección del agua potable. Editorial Canal educa. <https://acortar.link/DqDDr0>
- Ravelo, B. (2012). Adsorción de boro del agua. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Técnico Industrial]. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Aprobar el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” (11 de enero del 2016). <https://acortar.link/FRcTGj>
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Aprobar la clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales (13 de febrero del 2018). <https://acortar.link/IuynV1>
- Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA Aprobar la "Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales" (21 de febrero del 2018). <https://acortar.link/XdwjOE>
- Robledo, J. (2022). Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala y Centroamérica. *Tecnología en Marcha*, Vol (36), pp. 106–116. <https://acortar.link/vaPQAZ>
- Rodríguez, R. (2019). Evaluación de la calidad del agua en la cuenca Chancay – Lambayeque (Perú) en términos de índices de calidad del agua ICA-PE y NSF-WQI. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad Nacional del Callao.
- Romero, R. (2010). Equidad en el acceso al agua en la ciudad de Lima: Una

- miradaa partir del derecho humano al agua. [Tesis para optar el título profesional de Abogado]. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Salas, N. y Segura, W. (2022). Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales en la Minería Legal e Ilegal, Ayacucho – Arequipa 2017-2021. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental]. Universidad César Vallejo.
- Sany, S. B., Monazami, G., Rezayi, M., Tajfard, M., y Borgheipour, H. (2019). Application of water quality indices for evaluating water quality and anthropogenic impact assessment. *International journal of environmental science and technology*, Vol (16), pp. 3001-3012. <https://acortar.link/PdfekS>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (14 de noviembre del 2023). Datos / Datos Hidrometeorológicos. Portal de transparencia. Recuperado el 14 de noviembre del 2023 de <https://acortar.link/Otcmka>
- Sucapuca, R. (2022). Evaluación de la calidad del agua del río Crucero, aplicando el ICA – PE y CCME-WQI en proximidades de la zona urbana del distrito de Crucero, Carabaya, Puno (Perú). [Tesis para optar el título de Ingeniera Ambiental]. Universidad Peruana Unión.
- Uddin, M. G., Nash, S., y Olbert, A. I. (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, Vol (122), pp. 107218. <https://acortar.link/PmGkj3>
- Vörösmarty, C., McIntyre, P., Gessner, M., Dudgeon, D., Prusevich, A., Verde, P., Glidden, S., Bunn, S., Sullivan, C., Reidy, C. y Davies, P. (2010). *Amenazas globales para la seguridad humana del agua y la biodiversidad fluvial*. *Nature*, Vol (467), pp. 555 – 561. <https://acortar.link/eHITSi>
- World Health Organization. (2019). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. <https://acortar.link/ffZdSG>

VIII. ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia

TITULO: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA HUANTA- RÍO CACHI,
APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>INTERROGANTE GENERAL</p> <p>- ¿Cuál es la calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi, aplicando el método del índice de calidad ambiental para agua?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>- Determinar la calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi, aplicando el método del índice de calidad ambiental para agua.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>- La calidad de agua en la microcuenca Huanta – río Cachi está clasificada como mala de acuerdo al índice de calidad de agua (ICA-PE).</p>	<p>VARIABLE 1</p> <p>-Calidad del agua.</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>-Parámetros físicos-químicos.</p>	<p>-Conductividad</p> <p>-DBO₅</p> <p>-OD</p> <p>-pH</p> <p>-Cloruro</p>	<p>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>(tipo aplicada – nivel descriptivo)</p>

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>INTERROGANTES ESPECÍFICAS</p> <p>- ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>- Determinar las concentraciones de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos de calidad de agua en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>- Las concentraciones de los parámetros físicos-químicos, inorgánicos y microbiológicos en época húmeda y seca son altos.</p>	<p>-Parámetros inorgánicos.</p> <p>-Parámetros microbiológicos.</p>	<p>-Aluminio -Arsénico -Boro -Cadmio -Cobre -Hierro -Manganeso -Mercurio -Plomo -zinc</p> <p>-Coliformes Termotolerantes. -Huevos de helmintos.</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>El diseño de la investigación es no experimental – longitudinal</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Lo constituye la microcuenca Huanta – río Cachi y afluentes importantes.</p>


PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>- ¿Qué resultado nos da la Comparación de las concentraciones de los parámetros analizados con el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA), ¿en época húmeda y época seca?</p>	<p>- Comparar las concentraciones de los parámetros analizados con el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA), en época húmeda y época seca.</p>	<p>- La comparación de los niveles de concentración en época húmeda y seca sobrepasan el D.S. 004-2017-MINAM, Estándar de Calidad Ambiental para Agua.</p>	<p>VARIABLE 2</p> <p>-Índice de calidad ambiental para agua.</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>- Factores del índice del ICA-PE.</p>	<p>- Alcance</p> <p>- Frecuencia</p> <p>- Amplitud</p>	<p>MUESTRA</p> <p>Está constituida por una red de seis puntos de monitoreo (RCach1, RCach2, RCach3, RCach4, RHuar1 y RPong1), en dos épocas del año (húmeda y seca).</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>En la presente investigación se emplearon 3 instrumentos: 1) Ficha de identificación del punto de monitoreo (Anexo B1) en el cual se detalla la información básica de la zona de estudio, 2) Registro de</p>

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>- ¿Cuáles son los valores del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca?</p>	<p>- Determinar los valores del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales en época húmeda y época seca.</p>	<p>- El Índice de Calidad de Agua (ICA-PE) en la microcuenca Huanta - río Cachi y afluentes principales es “mala” en época húmeda y seca.</p>	<p>- Calificación del ICA-PE</p>	<p>-Escala cromática. -Indicadores de calidad.</p>	<p>datos en campo (Anexo B2), el cual se emplea para anotar los parámetros in situ y 3) Cadena de custodia, mediante este se registra los diferentes parámetros analizados en el laboratorio (Anexo B3), los cuales fueron empleados para la obtención de información.</p>

Anexo B: Documentos utilizado

Anexo B1: Ficha de identificación del punto de monitoreo.

Ficha de identificación del punto (RCach1).



ANA
Autoridad Nacional del Agua

ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección Geográficas

Norte / Latitud: Zona: (17,18 o 19; para UTM solamente)


Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Elaborado por: Fantela Silveira Joseph Frankichese

Fecha: 16/09/2023

Ficha de identificación del punto (RCach2).

ANEXO IV



FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO Autoridad Nacional del Agua

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN


Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección Geográficas


Norte / Latitud: Zona: (17,18 o 19; para UTM solamente)

Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: Enatelu Silveira Joseph Francisco Fecha: 16/09/2023

Ficha de identificación del punto (RCach3).



ANA
Autoridad Nacional del Agua

ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4. del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN


Distrito:	Provincia:	Departamento:
Huanta	Huanta	Ayacucho

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección
 Geográficas


Norte / Latitud: Zona: (17,18 o 19, para UTM solamente)

Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: Estelita Silveira Joseph Frankchoris Fecha: 16/09/2023

Ficha de identificación del punto (RCach4).



ANA
Autoridad Nacional del Agua

ANEXO IV

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN


Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección Geográficas

Norte / Latitud: Zona: (17,18 o 19; para UTM solamente)

Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)




Elaborado por: Geotelu Silveira Joseph Frankchesio

Fecha: 16/09/2023

Ficha de identificación del punto (RHuar1).

ANEXO IV


Autoridad Nacional del Agua

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:


Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección Geográficas

Norte / Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)


Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Elaborado por: Eustaquio Silveira Joseph Frankherso Fecha: 16/09/2023



Ficha de identificación del punto (RPong1).

ANEXO IV

 **ANA**
Autoridad Nacional del Agua

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo con la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Pfaffstatter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto del monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4. del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción
(Origen/ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante,...)

Reconocimiento del entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN


Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección Geográficas

Norte / Latitud: Zona: (17,18 o 19; para UTM solamente)

Este / Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)



Elaborado por: Estelita Silveira Joseph Frankchenko Fecha: 16/09/2023

Anexo B2: Registro de datos en campo.

Registro de datos en campo (Época Húmeda).

ANEXO I
REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: microcuenca Huanta - Río rachi
 AAA/ALA: Mantaro / Ayacucho
 REALIZADO POR: Eastela Eulvina Joseph Frankdreas
 RESPONSABLE: Herrera Diaz Santos Domingo

Punto de monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas ¹		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	COND	Caudal/ ² profundidad m ³ /s o m	Observaciones ³
						°C	mg/L					µS/cm				
Rcach 1	Rivero papayal	Churupampa	Juivacha	Huanta	Ayacucho	8577424	0572895	2185	18/05/23			8.52	9.08	541		ninguna
Rcach 2	punto Santa Rosa	Santa Rosa	Juivacha	Huanta	Ayacucho	8573872	0573373	2212	18/05/23			8.74	8.36	534		ninguna
Rcach 3	Comunidad de Cangani	Cangani	Huanta	Huanta	Ayacucho	8563681	0577085	2322	18/05/23			8:48	7.72	473		ninguna
Rcach 4	El encanto del río	Laramate	Sombago de pinto	Huamanga	Ayacucho	8554898	0578791	2414	18/05/23			8:35	6.61	466		ninguna
R.Huan 1	AA.HH. Santa Rosa	Santa Rosa	Mariano	Alexandria	Huancavelica	8574166	0572845	2207	18/05/23			8:56	7.93	520		ninguna
Rpong 1	Comunidad de Lempario	Lempario	Pirayocan	Huamanga	Ayacucho	8554728	0579273	2419	18/05/23			7:74	5.46	407		ninguna

(1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.
 (2) Para el caso de cuerpo lóxico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar la profundidad.
 (3) Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

go. Juan Carlos Casco Vargas
 Director
 Soc. de Gestión de Recursos Hídricos

Firma del responsable del monitoreo

Anexo C: Informe del laboratorio

Anexo C1: Informe del laboratorio (Época Húmeda).



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

GASTELU SILVERA JOSEPH FRANKCHESCO

AV. CARLOS LA TORRE N°246 - AYACUCHO - HUANTA - HUANTA

ENV / LB-352327-003

PROCEDENCIA : RIO CACHI

Fecha de Recepción SGS : 19-05-2023

Fecha de Ejecución : Del 19-05-2023 al 26-05-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
RCach1
RCach2
RHuarp1
RCach3
RCach4
RPong1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 26/05/2023

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

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



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RCach1	RCach2
FECHA DE MUESTREO					18/05/2023	18/05/2023
HORA DE MUESTREO					10:40:00	11:58:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6 (**)	<2.6 (**)
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	37.604 ± 4.89	31.502 ± 4.095
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	7.8 (**)	13 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevo/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.254 ± 0.023	0.242 ± 0.022
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00090 ± 0.00025	0.00128 ± 0.00036
Arsenico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03078 ± 0.0034	0.02049 ± 0.0023
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0735 ± 0.0066	0.0666 ± 0.0060
Benilo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.502 ± 0.060	0.515 ± 0.062
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00017 ± 0.000040	0.00024 ± 0.000060
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	59.459 ± 5.95	62.325 ± 6.23
Ceño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00057 ± 0.000050	0.00034 ± 0.000030
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0087 ± 0.0015	0.0123 ± 0.0021
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00028 ± 0.000030	0.00026 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00168 ± 0.00042	0.00253 ± 0.00063
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004 ± 0.00010	<0.0003
Estañio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4750 ± 0.043	0.4331 ± 0.039
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.110 ± 0.031	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2216 ± 0.018	0.1982 ± 0.016
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1516 ± 0.014	0.1768 ± 0.016
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	10.750 ± 1.29	11.022 ± 1.32
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02493 ± 0.0018	0.02309 ± 0.0016
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00100 ± 0.00023	0.00071 ± 0.00016
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0007 ± 0.00020	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0009 ± 0.00010
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.34 ± 0.43	4.84 ± 0.39
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0221 ± 0.0022	0.0262 ± 0.0026
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	25.68 ± 3.080	19.60 ± 2.34
Silico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	12.003 ± 1.44	9.115 ± 1.094
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	37.987 ± 4.18	29.240 ± 3.22
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Taluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0086 ± 0.0011	0.0049 ± 0.00060
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000928 ± 0.00020	0.000359 ± 0.000075
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0012 ± 0.00020	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0218 ± 0.0022	0.0287 ± 0.0029
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RHuarp1	RCach3
FECHA DE MUESTREO					18/05/2023	18/05/2023
HORA DE MUESTREO					12:10:00	15:38:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RHuarp1	RCach3
FECHA DE MUESTREO					18/05/2023	18/05/2023
HORA DE MUESTREO					12:10:00	15:38:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6 (**)	4.1 ± 0.90
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	48.055 ± 6.25	45.179 ± 5.87
Análisis Microbiológicos						
Numaración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	27 (**)	330 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminthos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.215 ± 0.019	0.634 ± 0.057
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.05209 ± 0.0057	0.06671 ± 0.0073
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0740 ± 0.0067	0.0680 ± 0.0061
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.449 ± 0.054	0.463 ± 0.056
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00051 ± 0.00012
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	45.587 ± 4.56	38.453 ± 3.85
Cenizo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00041 ± 0.000030	0.00121 ± 0.00010
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0019 ± 0.00030	0.0026 ± 0.00040
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00024 ± 0.000020	0.00038 ± 0.000030
Cobres Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00139 ± 0.00035	0.00156 ± 0.00039
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0023 ± 0.00060	0.0038 ± 0.0010
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4894 ± 0.044	0.4348 ± 0.039
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.298 ± 0.083	0.334 ± 0.094
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00012 ± 0.000010
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.00006	<0.00006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1896 ± 0.015	0.4921 ± 0.039
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1004 ± 0.0090	0.1002 ± 0.0090
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	8.861 ± 1.063	7.597 ± 0.91
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02657 ± 0.0019	0.05438 ± 0.0038
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00125 ± 0.00029	0.00120 ± 0.00028
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00030	0.0027 ± 0.00060
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.00006	<0.00006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	6.36 ± 0.51	6.46 ± 0.52
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0127 ± 0.0013	0.0144 ± 0.0014
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	36.22 ± 4.35	39.16 ± 4.70
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	16.932 ± 2.032	18.306 ± 2.20
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	53.945 ± 5.93	50.825 ± 5.59
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0091 ± 0.0012	0.0144 ± 0.0019
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001970 ± 0.00041	0.001410 ± 0.00030
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0035 ± 0.00050	0.0049 ± 0.00070
Wolframo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.00006	<0.00006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026	0.0242 ± 0.0024
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	0.00077 ± 0.00018

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RCach4	RPong1
FECHA DE MUESTREO					18/05/2023	18/05/2023
HORA DE MUESTREO					17:48:00	16:37:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RCach4	RPong1
FECHA DE MUESTREO					18/05/2023	18/05/2023
HORA DE MUESTREO					17:48:00	16:37:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	6.9 ± 1.40
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	48.199 ± 6.27	27.610 ± 3.59
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)	13 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminfos	EW_SGS_MB_21	huevo/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.356 ± 0.032	0.580 ± 0.052
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.08229 ± 0.0091	0.01757 ± 0.0019
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0691 ± 0.0053	0.0663 ± 0.0060
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.551 ± 0.066	0.206 ± 0.025
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	35.591 ± 3.56	26.761 ± 2.68
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00061 ± 0.000050	0.00146 ± 0.00012
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0045 ± 0.00080	0.0005 ± 0.00010
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00017 ± 0.000020	0.00042 ± 0.000040
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00131 ± 0.00033	0.00116 ± 0.00029
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0007 ± 0.00020
Estatio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4220 ± 0.038	0.2394 ± 0.022
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.069 ± 0.017	0.896 ± 0.25
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00013 ± 0.000010
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2858 ± 0.023	0.5016 ± 0.040
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1177 ± 0.011	0.0421 ± 0.0038
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	6.576 ± 0.79	7.704 ± 0.92
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01384 ± 0.00097	0.19500 ± 0.014
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00096 ± 0.00022	0.00215 ± 0.00049
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.00020	0.0010 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.59 ± 0.45	7.42 ± 0.59
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0164 ± 0.0016	0.0115 ± 0.0012
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	35.48 ± 4.26	42.48 ± 5.10
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	16.586 ± 1.99	19.857 ± 2.38
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	47.999 ± 5.28	41.973 ± 4.62
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0077 ± 0.0010	0.0223 ± 0.0029
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000854 ± 0.00018	0.002176 ± 0.00046
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0041 ± 0.00060	0.0055 ± 0.00080
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026	0.0070 ± 0.00070
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	0.00076 ± 0.00017



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		100%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 101%	92 - 107%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	95 - 96%	98%	6%
Arsenico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	8%	96 - 102%	99 - 103%	5%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	99 - 100%	93 - 104%	8%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	1%	95 - 96%	94 - 109%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 94%	91 - 98%	1%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	4%	92 - 97%	101 - 106%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	3%	95 - 103%	96 - 100%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	1%	101 - 103%	99 - 100%	1%
Ceño Total	mg/L	0.00024	<0.00024	7%	96 - 120%	98 - 99%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	97 - 99%	102 - 107%	2%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	1%	91 - 96%	95 - 104%	8%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	96 - 97%	91 - 97%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	91 - 99%	91 - 93%	0%
Estano Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 101%	97%	5%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	2%	97 - 109%	94 - 106%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	96 - 99%	99%	3%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	92 - 97%	98 - 99%	4%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	103 - 104%	94 - 99%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	1%	97 - 98%	91 - 103%	3%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	95 - 105%	91 - 98%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	8%	94 - 98%	96 - 101%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	6%	102 - 104%	93 - 101%	7%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	4%	96 - 102%	103 - 105%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	98 - 101%	95 - 99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	4%	100%	91 - 103%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	107 - 109%	91 - 100%	11%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 100%	95 - 97%	5%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	99 - 103%	94 - 101%	4%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	7%	92 - 94%	95 - 99%	0%
Plata Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	94 - 98%	91 - 96%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	8%	103 - 108%	91 - 104%	9%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	6%	94 - 96%	97 - 98%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	2%	100 - 105%	101 - 109%	5%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	94 - 97%	96 - 109%	4%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	106%	92 - 103%	2%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	95 - 106%	92 - 103%	2%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	8%	100 - 106%	98 - 101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	7%	93 - 98%	95 - 96%	2%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	96 - 103%	95 - 101%	10%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 103%	91 - 105%	11%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	4%	91 - 99%	97 - 99%	5%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 108%	94 - 100%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	93 - 100%	91 - 95%	6%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	106%	96 - 109%	13%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	5%	95 - 98%	95 - 99%	2%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	96 - 100%	95 - 100%	3%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	2%	100 - 107%	104 - 106%	2%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	1%	98 - 100%	100 - 101%	2%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. O.M.S. 1997. Item 2.1 Método Bailenger modificado (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2016. Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2317821 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

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

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo C2: Informe del laboratorio (Época Seca).



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

GASTELU SILVERA JOSEPH FRANKCHESCO

AV. CARLOS LA TORRE N°246 - AYACUCHO - HUANTA - HUANTA

ENV / LB-352948-002

PROCEDENCIA : RIO CACHI

Fecha de Recepción SGS : 17-09-2023

Fecha de Ejecución : Del 17-09-2023 al 24-09-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
Rcach1
Rcach2
RHuar1
Rcach3
Rcach4
RPong1

Emitido por **SGS del Perú S.A.C.**

Impreso el **24/09/2023**

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

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



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					Rcach1	Rcach2
FECHA DE MUESTREO					16/09/2023	16/09/2023
HORA DE MUESTREO					08:12:00	08:12:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	5.5 ± 1.20
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	85.912 ± 11.17	83.607 ± 10.87
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)	33 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.128 ± 0.012	0.309 ± 0.028
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00112 ± 0.00031	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03081 ± 0.0034	0.03789 ± 0.0042
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0993 ± 0.0089	0.1173 ± 0.011
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.948 ± 0.11	0.604 ± 0.072
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	76.102 ± 7.61	79.776 ± 7.98
Cenizo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00032 ± 0.000030	0.00069 ± 0.000060
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0138 ± 0.0023	0.0017 ± 0.00030
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00006 ± 0.000010	0.00024 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00113 ± 0.00028	0.00082 ± 0.00021
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.00014 ± 0.000030
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6862 ± 0.062	0.7871 ± 0.071
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	0.162 ± 0.045
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1122 ± 0.0090	0.2556 ± 0.020
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.2720 ± 0.025	0.1352 ± 0.012
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	17.678 ± 2.12	16.905 ± 2.029
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01775 ± 0.0012	0.06906 ± 0.0048
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00143 ± 0.00033	0.00185 ± 0.00043
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	7.68 ± 0.61	7.41 ± 0.59
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0329 ± 0.0033	0.0122 ± 0.0012
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	22.20 ± 2.66	33.27 ± 3.99
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	10.375 ± 1.25	15.551 ± 1.87
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	76.172 ± 8.38	90.817 ± 9.99
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0030 ± 0.00040	0.0087 ± 0.0011
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001962 ± 0.00041	0.003923 ± 0.00082
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0050 ± 0.00080	0.0099 ± 0.0015
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0039 ± 0.00040	<0.0026
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RHuar1	Rcach3
FECHA DE MUESTREO					16/09/2023	16/09/2023
HORA DE MUESTREO					08:12:00	08:12:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					RHuar1	Rcach3
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					16/09/2023 08:12:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	16/09/2023 08:12:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHAS210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	5.4 ± 1.10
Amonios						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	91.431 ± 11.89	78.037 ± 10.14
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APH9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2 (**)	4.5 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminthos	EW_SGS_MB_21	huevo/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.050 ± 0.0050	0.088 ± 0.0080
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00208 ± 0.00058	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02908 ± 0.0032	0.04426 ± 0.0049
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0982 ± 0.0088	0.0756 ± 0.0068
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	1.255 ± 0.15	0.599 ± 0.072
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	81.599 ± 8.16	59.342 ± 5.93
Ceño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0255 ± 0.0043	0.0033 ± 0.00060
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00010 ± 0.000010	0.00016 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00125 ± 0.00031	0.00150 ± 0.00038
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00034 ± 0.000060	0.00018 ± 0.000030
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6823 ± 0.061	0.5976 ± 0.054
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	0.358 ± 0.10
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0464 ± 0.0037	0.0721 ± 0.0058
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3913 ± 0.035	0.1273 ± 0.012
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	20.628 ± 2.47	11.308 ± 1.36
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00537 ± 0.00038	0.02702 ± 0.0019
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00097 ± 0.00022	0.00169 ± 0.00039
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	8.93 ± 0.71	8.33 ± 0.67
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0534 ± 0.0053	0.0164 ± 0.0016
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	21.53 * ± 2.58	34.49 * ± 4.14
Siñico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	10.064 ± 1.21	16.122 ± 1.93
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	72.581 ± 7.98	77.804 ± 8.56
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Tiñonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0018 ± 0.00020	0.0036 ± 0.00050
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000691 ± 0.00015	0.002077 ± 0.00044
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0052 ± 0.00080	0.0119 ± 0.0018
Wolframo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0033 ± 0.00030	0.0033 ± 0.00030
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACION DE MUESTRA					Rcach4	RPong1
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					16/09/2023 08:12:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	16/09/2023 08:12:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					Reach4	RPong1
FECHA DE MUESTREO					16/09/2023	16/09/2023
HORA DE MUESTREO					08:12:00	08:12:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	10.6 ± 2.20	<2.6
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	68.886 ± 8.95	90.734 ± 11.79
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	230 (**)	230 (**)
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevo/litro	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.280 ± 0.025	0.091 ± 0.0080
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00017 ± 0.000050	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01691 ± 0.0019	0.06657 ± 0.0073
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0677 ± 0.0079	0.0691 ± 0.0053
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.00004 ± 0.000010	<0.00003
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.287 ± 0.034	0.721 ± 0.087
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Cenizas Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	49.408 ± 4.94	41.334 ± 4.13
Cenizas Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00077 ± 0.000060	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ± 0.00030	0.0058 ± 0.0010
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00058 ± 0.000050	0.00016 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00315 ± 0.00079	0.00071 ± 0.00018
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0007 ± 0.00020	<0.00003
Estañio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00020 ± 0.000040	0.00010 ± 0.000020
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	4.058 ± 0.037	0.5190 ± 0.047
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	2.176 ± 0.61	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.2559 ± 0.021	0.0800 ± 0.0064
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0683 ± 0.0061	0.1489 ± 0.013
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	13.617 ± 1.63	9.122 ± 1.095
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.21121 ± 0.015	0.00774 ± 0.00054
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00325 ± 0.00075	0.00098 ± 0.00023
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00030	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	14.36 ± 1.15	6.64 ± 0.53
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0222 ± 0.0022	0.0185 ± 0.0019
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	50.93 ± 6.11	27.42 ± 3.29
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	23.806 ± 2.86	12.815 ± 1.54
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	85.548 ± 9.41	69.529 ± 7.65
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Tiobo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Tiobo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0174 ± 0.0023	0.0025 ± 0.00030
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.004029 ± 0.00085	0.001254 ± 0.00026
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0138 ± 0.0021	0.0114 ± 0.0017
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0058 ± 0.00060	0.0045 ± 0.00050
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00053 ± 0.00012	<0.00045



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		99 - 100%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 105%	106 - 108%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	2%	99 - 103%	94 - 99%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	94 - 104%	94 - 96%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	98 - 99%	96 - 105%	0%
Benio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	104 - 106%	102 - 107%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	101 - 106%	92 - 100%	1%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 107%	95 - 105%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 100%	93 - 98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	92 - 103%	100%	0%
Ceño Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	101 - 122%	101 - 107%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	98 - 100%	98 - 102%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	95 - 100%	95 - 98%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	98 - 100%	100 - 102%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	94 - 101%	97 - 100%	2%
Estano Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	103 - 107%	102 - 104%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 103%	95 - 102%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	103 - 107%	99%	2%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	106 - 108%	95 - 101%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 100%	98%	3%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	91 - 92%	97 - 103%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	1%	103 - 106%	100 - 102%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	102 - 106%	99 - 108%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	106%	94 - 95%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	98 - 107%	104 - 107%	3%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	107 - 108%	92 - 99%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 102%	100 - 104%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103 - 106%	91 - 98%	5%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	5%	94 - 101%	97%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	93 - 100%	97 - 99%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 108%	101 - 106%	2%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	100%	99%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 93%	99%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	6%	93 - 100%	98 - 100%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	2%	100%	103 - 104%	1%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	91 - 94%	92 - 93%	2%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	96%	95 - 103%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	96 - 109%	95 - 103%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	95 - 101%	92 - 100%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	1%	96 - 98%	94 - 100%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	93 - 106%	97 - 107%	2%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 96%	96 - 101%	0%
torio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	107 - 108%	97%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	102%	98 - 101%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	101 - 103%	98 - 100%	6%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	8%	108%	99 - 109%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 100%	97 - 99%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	103%	100 - 108%	1%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	95 - 96%	95%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	97 - 109%	102 - 103%	0%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. O.M.S. 1997. Item 2.1 Método Bailenger modificado (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2016. Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2331821 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

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

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo D: Panel fotográfico

Materiales utilizados



Equipos utilizados



Preservante utilizado



Indumentaria utilizada



Recolección de muestras con los frascos de plástico



Medición in situ con el multiparámetro



Adición de gotas de ácido nítrico al frasco



Comparación del resultado con el Phmetro de tira



Almacenamiento de las muestras de agua

