

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga de acuerdo al ECA Agua,**

**Región Pasco 2020 – 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Antony Junior RIVERA GARCÍA**

**Asesor:**

**Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga de acuerdo al ECA Agua,**

**Región Pasco 2020 – 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios.

A mis docentes de la Universidad Nacional

Daniel Alcides Carrión.

A mi familia y a todas las personas que de una  
u otra manera me apoyaron.

## RESUMEN

El Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM, que determina los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), establece las condiciones aceptables a cumplirse que permita asegurar la protección de los recursos hídricos y con ello también, asegurar la salud de los pobladores cercanos y que hacen uso de dicho recurso. Bajo ese enfoque, esta investigación ha sido desarrollada a finales del 2022, teniendo como objetivo determinar la calidad de agua superficial de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022 de acuerdo a su estándar de calidad ambiental.

Se ha empleado la técnica del muestreo puntual en los monitores participativos programadas por la Autoridad Nacional del Agua en el periodo ya descrito y se ha hecho uso de la técnica de observación estructurada y documental para registrar y cuantificar los datos de las mediciones realizadas a los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos.

La principal conclusión que se ha consolidado es que la medición de los diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados para conocer la calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022 sobrepasan los niveles aceptables de acuerdo a la normativa vigente sobre todo en el Río Tingo. Sin embargo, en lo que respecta a las mediciones a los parámetros inorgánicos, estas no sobrepasan lo estipulado en la normativa mencionada demostrándose una mejora a comparación de los resultados del monitoreo participativo practicado en el 2019.

**Palabras Clave:** Calidad del agua, Intercuenca Alto Huallaga, ECA-Agua

## **ABSTRACT**

Supreme Decree No. 004 - 2017 - MINAM, which determines the Environmental Quality Standards for Water (ECA-Water), establishes the acceptable conditions to be met that ensure the protection of water resources and with it, also, ensure the health of the nearby residents who make use of said resource.

Under this approach, this research has been developed at the end of 2022, with the objective of determining the surface water quality of the Alto Huallaga Interbasin in the Pasco region during the years 2020 to 2022 according to its environmental quality standard.

The punctual sampling technique has been used in the participatory monitors programmed by the National Water Authority in the period already described and use has been made of the structured and documentary observation technique to record and quantify the data of the measurements made to the parameters. physicochemical, inorganic and microbiological.

The main conclusion that has been consolidated is that the measurement of the various physicochemical and microbiological parameters carried out to determine the water quality of the Alto Huallaga Interbasin in the Pasco region during the years 2020 to 2022 exceed the acceptable levels according to current regulations. especially in the Tingo River. However, with regard to the measurements of the inorganic parameters, these do not exceed what is stipulated in the aforementioned regulations, demonstrating an improvement compared to the results of the participatory monitoring practiced in 2019.

**Palabras Clave:** Water quality, Upper Huallaga Interbasin, EQS-Water

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación ha sido realizada en diversos puntos de monitoreo en la región Pasco de la Intercuenca Huallaga en el periodo comprendido entre el 2020 y el 2022, para evaluar la calidad del agua de dicho componente hídrico.

Tal es así, que se ha logrado consolidar el presente informe de tesis, el cual se constituye en cuatro capítulos, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de grados y títulos de nuestra universidad que son detallados brevemente: en el capítulo I se describe el problema a investigar, así como los propósitos e importancia de la investigación; en el capítulo II se presenta los antecedentes y las bases teóricas y conceptuales utilizados para nuestra investigación; en el capítulo III explicamos los métodos y técnicas de investigación utilizados; y el capítulo IV se expone e interpreta los resultados producto de la investigación. Al finalizar, detallamos las conclusiones y algunas recomendaciones que permitirán establecer otras investigaciones y acciones futuras en favor de mejorar las condiciones de la zona en estudio.

Esperemos que esta investigación, contribuya en solucionar problemas de esta índole y sirva como material de referencia para otros trabajos de este tipo.

El autor.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

|        |                                                   |   |
|--------|---------------------------------------------------|---|
| 1.1.   | Identificación y determinación del problema. .... | 1 |
| 1.2.   | Delimitación de la investigación. ....            | 4 |
| 1.2.1. | Delimitación geográfica ....                      | 4 |
| 1.2.2. | Delimitación temporal ....                        | 4 |
| 1.2.3. | Delimitación del universo ....                    | 4 |
| 1.2.4. | Delimitación del contenido ....                   | 4 |
| 1.3.   | Formulación del problema. ....                    | 4 |
| 1.3.1. | Problema general ....                             | 4 |
| 1.3.2. | Problemas específicos ....                        | 5 |
| 1.4.   | Formulación de objetivos. ....                    | 5 |
| 1.4.1. | Objetivo general ....                             | 5 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos ....                        | 5 |
| 1.5.   | Justificación de la investigación. ....           | 6 |
| 1.5.1. | Justificación teórica ....                        | 6 |
| 1.5.2. | Justificación práctica ....                       | 6 |
| 1.5.3. | Justificación metodológica ....                   | 7 |

|                                             |   |
|---------------------------------------------|---|
| 1.5.4. Justificación social.....            | 7 |
| 1.6. Limitaciones de la investigación. .... | 7 |

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Antecedentes de estudio. ....                                              | 8  |
| 2.1.1. Antecedentes locales.....                                                | 8  |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales.....                                             | 11 |
| 2.2. Bases teóricas – científicas.....                                          | 14 |
| 2.2.1. Contaminación hídrica.....                                               | 14 |
| 2.2.2. Calidad del agua.....                                                    | 15 |
| 2.2.3. Principales problemas que impactan en la calidad del agua en el Perú.... | 16 |
| 2.2.4. Estándar de calidad ambiental.....                                       | 17 |
| 2.2.5. ECA para agua.....                                                       | 18 |
| 2.2.6. Índice de calidad de agua.....                                           | 19 |
| 2.3. Definición de términos básicos. ....                                       | 20 |
| 2.4. Formulación de hipótesis.....                                              | 22 |
| 2.4.1. Hipótesis general.....                                                   | 22 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas.....                                               | 22 |
| 2.5. Identificación de variables.....                                           | 23 |
| 2.6. Definición operacional de variables e indicadores. ....                    | 24 |

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3.1. Tipo de investigación. ....    | 25 |
| 3.2. Nivel de investigación. ....   | 26 |
| 3.3. Métodos de investigación. .... | 26 |

|      |                                                       |    |
|------|-------------------------------------------------------|----|
| 3.4. | Diseño de la investigación.....                       | 26 |
| 3.5. | Población y muestra. ....                             | 26 |
| 3.6. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos. .... | 28 |
|      | 3.6.1. Técnica de recolección de datos .....          | 28 |
|      | 3.6.2. Instrumentos de recolección de datos .....     | 28 |
| 3.7. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....    | 28 |
| 3.8. | Tratamiento estadístico.....                          | 28 |
| 3.9. | Orientación ética filosófica y epistémica. ....       | 29 |

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|      |                                                                              |    |
|------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. | Descripción del trabajo de campo. ....                                       | 30 |
|      | 4.1.1. Intercuenca Alto Huallaga .....                                       | 30 |
|      | 4.1.2. Monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales .....      | 32 |
| 4.2. | Presentación, análisis e interpretación de resultados.....                   | 32 |
|      | 4.2.1. Concentraciones de parámetros fisicoquímicos.....                     | 33 |
|      | 4.2.2. Concentraciones de parámetros inorgánicos .....                       | 40 |
|      | 4.2.3. Concentraciones de parámetros microbiológicos y parasitológicos ..... | 49 |
| 4.3. | Prueba de hipótesis. ....                                                    | 50 |
| 4.4. | Discusión de resultados. ....                                                | 51 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Categorías y subcategorías de los cuerpos de agua .....           | 18 |
| Tabla 2 Operacionalización de las variables de investigación .....        | 24 |
| Tabla 3 Puntos de monitoreo en la Intercuenca Alto Huallaga - Pasco ..... | 27 |
| Tabla 4 Unidades hidrográficas de la Cuenca del Río Huallaga .....        | 31 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Puntos de monitoreo en la Intercuenca Alto Huallaga - Pasco .....                     | 15 |
| <b>Figura 2:</b> Ámbito de la Intercuenca Alto Huallaga .....                                          | 31 |
| <b>Figura 3:</b> Actividades del monitoreo de la calidad del agua en la Intercuenca Alto Huallaga..... | 32 |
| <b>Figura 4:</b> Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) .....                                       | 33 |
| <b>Figura 5:</b> Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) .....                                       | 35 |
| <b>Figura 6:</b> Demanda química de Oxígeno ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                             | 36 |
| <b>Figura 7:</b> Oxígeno disuelto ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                       | 37 |
| <b>Figura 8:</b> Potencial del Hidrógeno .....                                                         | 38 |
| <b>Figura 9:</b> Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).....                                               | 39 |
| <b>Figura 10:</b> Aluminio ( $\text{mg}/\text{L}$ ).....                                               | 40 |
| <b>Figura 11:</b> Arsénico ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                              | 41 |
| <b>Figura 12:</b> Cadmio ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                                | 42 |
| <b>Figura 13:</b> Hierro ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                                | 43 |
| <b>Figura 14:</b> Litio ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                                 | 44 |
| <b>Figura 15:</b> Mercurio ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                              | 45 |
| <b>Figura 16:</b> Níquel ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                                | 46 |
| <b>Figura 17:</b> Plomo ( $\text{mg}/\text{L}$ ) .....                                                 | 47 |
| <b>Figura 18:</b> Zinc( $\text{mg}/\text{L}$ ).....                                                    | 48 |
| <b>Figura 19:</b> Coliformes Termotolerantes NMP/100ml .....                                           | 49 |
| <b>Figura 20:</b> Escherichia coli (NMP/100ml).....                                                    | 50 |

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema.**

La calidad de agua estuvo asociada anteriormente solo a la utilización para el consumo humano, sin embargo, esto ha sido ampliado a distintos usos y aplicaciones del recurso hídrico, tal es así que de acuerdo a su uso se consideran los diferentes aspectos físicos, químicos y biológicos para su evaluación. Conocemos también que, la calidad de aguas superficiales está afectadas por diversos factores naturales y actividades poblacionales y productivas que pueden modificar sus características, debido a que influyen de manera directa con la capacidad de autodepuración y dilución de sus compuestos.

El D.S. N° 004-2017-MINAM establece los niveles de los estándares de calidad ambiental para agua que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente, todo ello en el marco de la Ley General del Ambiente.

A pesar de la existencia de diversa normativa en este aspecto, la mayor parte de cuerpos de agua sobrepasan los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental.

El Ministerio de Agricultura refiere que: “respecto a la calidad de aguas se consideran que existe una descarga anual de 960.5 MMC de desagües sobre el agua superficial, subterránea y marina, de los cuales el 64% pertenece a desagües domésticos, 5.6% desagües industriales 4.4% de desagües pesqueros, 25.4% de efluentes mineros y 0.2% por efluentes petroleros” (MIDAGRI, 2015).

Las actividades antrópicas que se han descrito en el mencionado informe están impactando de manera negativa sobre el recurso hídrico y también sobre otros factores ambientales como las aguas subterráneas e indirectamente sobre aspectos sociales, económicos, culturales y estéticos de las diferentes cuencas hidrográficas.

Por otro lado: “una intercuenca es un área que recibe drenaje de otras unidades aguas arriba. En función del criterio del área drenada, se hace la distinción entre río principal y tributario” (Nuñez, 2011, citado en Chávez & Bazán, 2022). De este modo tenemos que la unidad hidrográfica denominada Intercuenca Alto Huallaga, comprende una extensión de 30275.87 Km<sup>2</sup>.

En ese sentido, la Intercuenca Alto Huallaga no es ajena a la problemática descrita inicialmente, tal es así que sus aguas son contaminadas por descargas domésticas con contenido parasitario y patógeno alto, por filtración de impurezas de los relaves mineros, y/o por los procesos industriales que arrojan sustancias tóxicas al cauce de los ríos o quebradas.

Cerna et al. (2022) asevera que las principales fuentes de contaminación de la Cuenca Huallaga son: “la agrícola y la antrópica municipal (aguas residuales

domésticas, municipales y por puntos críticos de residuos sólidos). La calidad del agua disminuye gradualmente con la altitud encontrando la menor calidad en los cauces donde convergen los flujos superficiales” (pág. 247).

En ese sentido, “la ANA ha advertido que el estado de calidad de agua de la parte alta del río Huallaga y tributarios son de naturaleza neutra, con presencia de coliformes termotolerantes y nitrógeno amoniacal que superan el ECA-Agua” (Belling, 2015).

La alteración de la calidad del agua trae consecuencias como el cambio del pH y la disminución de la velocidad de infiltración y oxigenación de la capa arable. Por otro lado, los fertilizantes inorgánicos de uso frecuente en zonas agrícolas, como el nitrógeno y fósforo, son peligrosos por las enfermedades que producen.

La Autoridad Nacional del Agua manifiesta que “existen valores fuera de los ECA - Agua, en parámetros como: pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Detergentes, fósforo total, Nitrógeno Total, Sólidos Suspendedos Totales, Sulfuros, Cloruros, hierro, manganeso y plomo, en pocos puntos monitoreados” (ANA, 2018).

Por ello, se ha visto necesario realizar una evaluación de los principales parámetros monitoreados en la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco, donde nace esta cuenca, durante los últimos tres años, para de ese modo poder ver el estado situacional de la calidad de sus aguas y deducir las actividades que conllevan a su contaminación.

## **1.2. Delimitación de la investigación.**

La presente investigación estará enmarcada dentro de los términos geográficos, temporales, de universo y por su contenido.

### **1.2.1. Delimitación geográfica**

El ámbito geográfico de esta investigación comprende la cuenca Huallaga, en la jurisdicción de la región Pasco que comprende a la Administración Local de Agua Alto Huallaga.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

Para la investigación se han tomado datos de los últimos tres años: 2020, 2021 y 2022; con la finalidad de hacer las comparaciones necesarias en los periodos de tiempo antes mencionados.

### **1.2.3. Delimitación del universo**

El universo investigado comprende las aguas superficiales de la Intercuenca Alto Huallaga, bajo el monitoreo realizado en diversos puntos de su recorrido en la región Pasco.

### **1.2.4. Delimitación del contenido**

Esta investigación asume contenidos de las materias: Contaminación de aguas y evaluación del impacto ambiental.

## **1.3. Formulación del problema.**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?
- b) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?
- c) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?

## **1.4. Formulación de objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la calidad de agua superficial de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.
- b) Determinar las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.
- c) Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.

## **1.5. Justificación de la investigación.**

Las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar su calidad en diferentes niveles de intensidad y de maneras simples o complejas.

La importancia de esta investigación se fundamenta en que su desarrollo nos permite contar con una base consistente de información respecto a las concentraciones de diversos parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos bajo la delimitación descrita anteriormente; para un posible posterior cuidado, protección, conservación, preservación y restauración del recurso.

De la misma manera, la investigación presentada servirá de base para futuras investigaciones y para poder diseñar estrategias que permitan la recuperación de la mencionada cuenca, y así poder mejorar la calidad de vida de la población que aprovecha el mencionado recurso.

### **1.5.1. Justificación teórica**

La información que se ha generado con esta investigación, apoyará los fundamentos teóricos desarrollados en el claustro universitario, y que comprenden el entendimiento de la contaminación de cuerpos de agua y sus impactos en el deterioro del medio ambiente circundante y sobre las poblaciones que interactúan con él.

### **1.5.2. Justificación práctica**

A partir de esta investigación, se ha logrado construir una información base que permita desarrollar estrategias para disminuir o equilibrar la presencia de altas concentraciones de ciertos componentes que son altamente perjudiciales

al medio circundante de la Intercuenca Alto Huallaga en la Región Pasco y a quienes se benefician de ella.

### **1.5.3. Justificación metodológica**

El diseño metodológico de la investigación ha permitido establecer la relación entre las variables de estudio a partir de que los parámetros medidos por los monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua y cuyos datos se encuentra registrados en su repositorio institucional, comparándolos con los estándares de calidad ambiental para agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

### **1.5.4. Justificación social**

La problemática de la contaminación ambiental en los recursos hídricos, se viene convirtiendo en una causa de conflictos sociales en nuestro país. Bajo este aspecto, la presente investigación da a conocer la calidad del agua superficial de la Intercuenca Alto Huallaga cuyos límites se encuentran comprendidos en la región Pasco, de tal modo que podremos proporcionar información confiable para que se pueda tomar acciones para mantener o mitigar el impacto de las actividades desarrolladas en su área de influencia.

## **1.6. Limitaciones de la investigación.**

La poca disponibilidad de equipos de medición de calidad de agua ha sido la principal limitante para el desarrollo de esta investigación. Sin embargo, a través de los repositorios digitales de la Autoridad Nacional del Agua se pudo disponer de los datos necesarios para esta investigación; lo cual permitió la toma de decisiones para nuestras variables investigativas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

Nuestra investigación toma como referencia diversos antecedentes en el ámbito nacional e internacional; los cuales citamos a continuación:

##### **2.1.1. Antecedentes locales**

El repositorio de esta casa superior de estudios, nos presenta la tesis intitulada “*Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018*”, que se resume en:

Es de importancia estudiar el problema de la calidad del agua del Río Ragra, ya que dicho río contribuye como afluente al Río San Juan y eso la vez desemboca al Lago Junín, con los resultados obtenidos será el inicio para conocer la calidad del agua, para próximas investigaciones y así buscar mecanismos que aseguren el permanente cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, y finalmente poder sugerir medidas que ayudaran a conservar, preservar y restaurar el Río

Ragra. Finalizada la investigación se pudo comprobar que los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS - AGUA que corresponde a la categoría 3 como es el caso de Solidos Disueltos totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales). (Rojas, 2018)

De la misma manera, se tiene la tesis intitulada “*Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco – 2022*”, que presenta el siguiente resumen:

El conflicto producto al impacto generado por la mala calidad de aguas del Río San Juan confluida a las aguas de lago Chinchaycocha genero la afectación de tierra de las comunidades, afectación su calidad de agua de la Laguna Chinchaycocha lo cual hasta la actualidad sigue siendo un conflicto ambiental, por lo que es necesario evaluar esta calidad de agua que ingresa las aguas del río en la actualidad a fin de aportar con esta información. El objetivo de la presente investigación es determinar la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el distrito de Vicco de la provincia de Pasco. Finalizada la investigación se pudo evaluar la calidad de agua del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua ya que se evidencio en los metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar permitido en el río San Juan y en los metales de hierro, plomo, arsénico, manganeso y cobre en lago Junín o Chinchaycocha. La presencia de desmontes y relaves antiguos son

arrastrados por el río San Juan y aun se va impactando la calidad de agua del río San Juan como se pudo evidencia la alta presencia de metales de hierro, plomo, arsénico y cobre superan del estándar de calidad ambiental para agua. (Jiménez, 2023)

Finalmente, a nivel local, citaremos la tesis intitulada “*Evaluación de la calidad de agua en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del Río Huallaga en la jurisdicción del Alto Huallaga donde influye la actividad minera y poblacional – Provincia de Pasco – 2021*”; cuyo resumen es:

Se ha considerado desarrollar la presente investigación, dentro del ámbito de la jurisdicción de la Autoridad Administrativa del Agua Huallaga, por ende, de las Administraciones Locales de Agua (ALA), Alto Huallaga, siendo la finalidad principal al ejecutar esta actividad, la de organizar, programar y ejecutar acciones que conlleven a mejorar la calidad de las aguas que resulten impactadas, evitando en lo posible su deterioro y fiscalizando la afectación de las mismas. El monitoreo se realizó del 27 de mayo hasta el 04 de junio del 2021 donde se cumplió con el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos teniendo los siguientes resultados. La calidad de agua no cumple con los estándares de calidad ambiental del río Huallaga en la jurisdicción del alto Huallaga donde influye la actividad minera y poblacional– provincia de Pasco – 2021, ya como se pudo evidenciar la calidad de agua específicamente en los parámetros microbiológico por presencia de los sistemas de alcantarillas de las poblaciones está afectando en la calidad de agua de la cuenca alta del Río Huallaga. (Huaqui, 2022)

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

El repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú, nos permite referenciar la tesis *“Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del Río Shullcas – Huancayo – Junín”*, que se resume en: El estudio se realizó en la subcuenca del río Shullcas, ubicada en la Provincia de Huancayo, Región Junín, entre 3190 a 5557 m.s.n.m. en el periodo de enero del 2015, con el objetivo de evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas en función a las actividades desarrolladas en el sector alto medio y bajo del mismo. Se evaluaron parámetros “in situ” e hicieron análisis en laboratorio de muestras de agua, extraídas de las principales localidades, para ello se consideró parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, los cuales fueron comparadas con el estándar de calidad ambiental para agua categoría: 1 y 3 - D.S. N°002-2008-MINAM para así conocer la calidad de agua del Shullcas en sus tres sectores. En los resultados registrados se evidenció que la calidad de agua a partir del sector medio y bajo se ve afectada por la actividad doméstica por lo tanto las concentraciones de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y Escherichia Coli) sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua categoría: 3, mientras que en el sector alto de la subcuenca los parámetros evaluados testifican que el agua del Shullcas, pese a la actividad ganadera desarrollada, no tiene mayor incidencia de contaminación, y su recurso hídrico aún puede ser utilizado para cualquier actividad que sus habitantes requieran. (Loayza & Cano, 2015)

Del mismo modo, se tiene el artículo titulado *“Evaluación de la calidad y el impacto del ambiente acuático del río higueras en la provincia de Huánuco – 2014”*; cuyo resumen versa de la siguiente manera:

Las aguas superficiales naturales es una de las sustancias más difundidas, abundantes en Planeta Tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivientes y está presente en cantidad permisibles. El agua natural pura y potable es fundamental para la vida; las grandes civilizaciones han florecido cerca de abastecimientos adecuados de ese líquido de la vida. La vegetación ribereña del río Higuera desempeña funciones de hábitat y ecosistemas. Influye sobre la hidrología, edafología, físico- químico, químico y microbiológico de las aguas, por lo que es relevante en productividad y funcionamiento, regula la temperatura, filtrando, reteniendo nutrientes y otorgando hábitat a las comunidades acuáticas. El estudio realizó unas aproximaciones sobre la calidad y su impacto negativo percibidas sobre condiciones de calidad del agua mediante la determinación de varios parámetros físico-químicos y microbiológicos. El gradiente de muestreos en estaciones ya descritos por todo el curso de los cauces. Los resultados indican grado alto de contaminación e impactos negativos altos, con mayor incidencia en los sitios de asentamientos humanos muy próximos a los cauces ribereños. Las variables analizadas las que muestran valores excesivamente elevadas en dichos sitios, son la cuenta de bacterias, coliformes y las concentraciones de detergentes, parámetros físico- químicos. El carácter temporal de las aguas incrementa la gravedad de concentración de algunos contaminantes. Asimismo, es notable el impacto del deterioro de la calidad natural del medio físico en todo el trayecto de las aguas superficiales del río debido, principalmente, a las actividades agropecuarias, extracción de materiales de construcción y vertidos de aguas servidas domésticas que afectan a la biota acuática. Los resultados indican que desde las estaciones aguas arriba aun todavía presentan bajo impacto en calidad, mientras en las estaciones aguas abajo (estación 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) son de alto

riesgo por la contaminación, lo cual se ratifica con fuerte conductividad eléctrica, turbidez, eutrofización y desaparición de seres vivos acuáticos tornándose a ser un río muerto, parámetros organolépticos, físico-químicos, microbiológicos muy altos y la presencia de concentraciones de amoníaco y sales minerales que caracterizan agua dura inadmisibles para los seres vivos y consumo humano. (Jacha y otros, 2014)

Finalmente, citaremos la tesis intitulada “*Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*”, que se resume en:

Sacsamarca, región Ayacucho, es un distrito de extrema pobreza, con deficiencias en la vigilancia de la calidad de aguas. Su población manifiesta genuino interés ante la frecuencia de enfermedades estomacales y por el inadecuado tratamiento de sus aguas residuales. El objetivo de la presente investigación es evaluar la calidad del agua superficial empleada para consumo humano en este centro poblado, a través de algunos indicadores fisicoquímicos, relacionando la gestión del agua y la comprensión del ciclo hidrológico. El monitoreo de calidad de agua se realiza en junio y setiembre del 2017, y se establecen ocho estaciones de muestreo -dispuestas en el río Caracha, reservorio y efluente de la poza de tratamiento del pueblo, puquial y laguna Uerpococcha- para mediciones in situ y toma de muestras. Los parámetros medidos en campo son temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y pH; en laboratorio se analizan demanda química de oxígeno, sólidos totales, fosfatos, nitratos, sulfatos, y metales totales (arsénico, cadmio, calcio, cobre, hierro, magnesio, mercurio, plomo, potasio, sodio y zinc). Se aplican técnicas estandarizadas volumétricas, gravimétricas e instrumentales, como espectroscopías UV-Visible y de absorción

atómica. Los resultados indican que todos los parámetros estudiados no sobrepasan los límites correspondientes establecidos, con excepción de fosfatos (1,51 ppm) en el puquial, y arsénico (0,13 ppm) en el río Caracha. Finalmente, se aplica el marco DPSIR que es un enfoque que integra las características ambientales y sociales y permite ubicar los valores fisicoquímicos hallados en el sistema hidrosocial de Sacsamarca. El resultado de este marco resulta en ausencia de vigilancia de las aguas superficiales y la falta de coordinación con instancias institucionales superiores para revertir los altos niveles de arsénico en el río Caracha. (Mendoza, 2018)

## **2.2. Bases teóricas – científicas.**

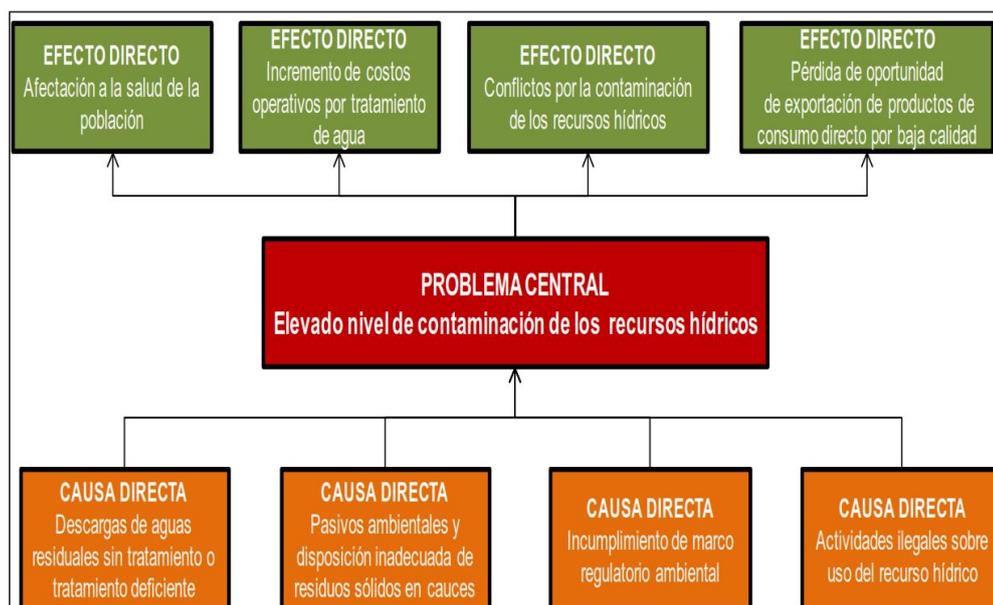
La evaluación de la calidad de las aguas es bastante compleja, debido a los objetivos que se puedan orientar vinculados a la toma de datos. Por ello, se ha tomado las siguientes bases teóricas

### **2.2.1. Contaminación hídrica**

Viene a ser la acumulación de una o diversas sustancias ajenas al agua que pueden generar diversos efectos; tal es el caso, del desequilibrio en la vida de los seres vivos (animales, plantas y personas).

**Figura 1**

Causas y efectos de la contaminación de los recursos hídricos



Fuente: (Bauer y otros, 2017)

Las causas y consecuencias de la contaminación de los recursos hídricos, han sido resumidas en la figura 2, teniendo como problema central al elevado nivel que se puede presentar en ellas.

### 2.2.2. Calidad del agua

Los ríos son sistemas dinámicos generadores de diversos servicios ecosistémicos que benefician a los seres vivos. El curso de sus aguas opera como corredores, barreras, fuentes y sumideros. Lamentablemente, estas características los han convertido en propensos a que su calidad se deteriore por distintas actividades antropogénicas que los alteran en su estructura, composición y funciones.

A lo largo de los años, diversas actividades producen impactos a estos ecosistemas acuáticos, entre los cuales podemos mencionar: “la intensa regulación causada por la presencia de embalses, derivaciones, vertidos (urbanos, industriales, agrícolas), detracciones, retornos, trasvases, cambios de usos del

suelo y procesos de urbanización de la cuenca, incendios, plantaciones, entre otros” (Olledo, 2011, citado por Hernández, 2014).

Respecto a la funcionalidad, puede entenderse a la calidad del agua, como: “la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella” (Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A., 2007). De la misma manera, se menciona que, respecto a un punto de vista ambiental, la calidad del agua es definida como: “las condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (CHJ, 2007); es decir, la calidad del agua es definido ambientalmente, como las características físicas, químicas y microbiológicas que la definen y diferencian.

Sin embargo, Hernández (2014) considera que: “la calidad de los ríos es dependiente de múltiples factores y procesos. Por lo que se reitera no confundir o limitar únicamente la calidad de los ríos con la ausencia o presencia de algún indicador” (pág. 12).

### **2.2.3. Principales problemas que impactan en la calidad del agua en el Perú**

De acuerdo a lo descrito por Bauer et al. (2017), son varios los problemas que impactan en la calidad de agua en nuestro país, entre las cuales podemos destacar:

- Minería y metales pesados: debido al vertimiento de aguas residuales de la industria minera, que contiene residuos de minerales e insumos químicos utilizados en el proceso productivo.
- Efluentes provenientes de la minería informal: los procesos artesanales en la obtención de ciertos minerales, producen vertimientos directos a los cuerpos de agua cercanos a través de sus relaves y drenajes ácidos de mina.

- Pasivos ambientales mineros: diversas instalaciones, depósitos, restos o efluentes que antes eran dedicados a la explotación minera y que en la actualidad se encuentran en estado de abandono; aún siguen deteriorando la calidad de los cuerpos de agua a través de vertimientos y drenajes continuos.
- Aguas residuales municipales: Quizás es uno de los grandes problemas que aqueja a las poblaciones asentadas a lo largo de las riveras de los cuerpos de agua que aún no han tenido vías de solución a pesar de la normativa de control existente.
- Agroquímicos: la agricultura es la mayor fuente no puntual de fósforo en las aguas superficiales; siendo las escorrentías las vías de transporte de estos residuos fertilizantes de los suelos.
- Residuos sólidos: la existencia de botaderos, principalmente informales; afectan la calidad del agua, ya que al discurrir el agua tiempos lluviosos arrastran desperdicios y distintos contaminantes a los cuerpos de agua más cercanos.
- Contaminantes naturales: la formación geológica cercana a la cordillera de los Andes, es el principal causante de la presencia natural de arsénico en las aguas superficiales y subterráneas.

#### **2.2.4. Estándar de calidad ambiental**

Los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecen: “los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente” (MINAM, 2019).

El estado ha establecido este instrumento de gestión ambiental, con la finalidad de medir el estado de la calidad del ambiente, cuya evaluación periódica permite conocer su cumplimiento y poder tomar las acciones correctivas.

Nuestro país cuenta con cinco tipos de ECA: para agua, para aire, para suelo, para ruido y para radiaciones no ionizantes. Sin embargo; es importante señalar, que los ECA, sólo se evalúan, pero no son fiscalizables debido a que es un indicador global.

### 2.2.5. ECA para agua

El Ministerio del Ambiente a través del D.S N° 004-2017-MINAM, aprobó los ECA para Agua, el cual regula 104 parámetros entre los que se encuentran elementos microbiológicos y físico - químicos.

El ECA para Agua clasifica a los cuerpos de agua teniendo en cuenta categorías y subcategorías en calidad de cuerpos receptores, tal como consta en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1**

#### **Categorías y subcategorías de los cuerpos de agua**

| <b>Categorías</b>                                                                       | <b>Subcategorías</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Categoría 1:<br>Poblacional y Recreacional                                              | Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable <ul style="list-style-type: none"> <li>• A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</li> <li>• A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</li> <li>• A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</li> </ul> |
|                                                                                         | Subcategorías B: Agua superficiales destinadas para recreación <ul style="list-style-type: none"> <li>• B1: Contacto primario</li> <li>• B2: Contacto secundario</li> </ul>                                                                                                                                                                          |
| Categoría 2:<br>Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales | C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicadas en aguas marinos costeras<br>C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras<br>C3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras                                                                         |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas                                                                                                                                                                                       |
| Categoría 3:<br>Riego de Vegetales y<br>bebidas de animales | D1: Riego de vegetales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua para riego no restringido</li> <li>• Agua para riego restringido</li> </ul> D2: Bebida de animales                                                                                       |
| Categoría 4:<br>Conservación del medio<br>ambiente acuático | E1: Lagunas y lagos<br>E2: Ríos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ríos de la costa y sierra</li> <li>• Ríos de la selva</li> </ul> E3: Ecosistemas costeras y marinas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estuarios</li> <li>• Marinos</li> </ul> |

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

Los ECA- Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo condiciones naturales o niveles de fondo, y el diseño de normas legales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Es un instrumento útil para evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua en las cuencas hidrográficas del país. (Autoridad Nacional del Agua, 2019)

#### **2.2.6. Índice de calidad de agua**

En nuestro país, la evaluación de la calidad del agua es realizado por medio de la comparación de los parámetros físicos, químicos y biológicos medidos con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua según la categoría del cuerpo de agua superficial correspondiente; lo que al final determina su cumplimiento o no cumplimiento, donde solo se precisa los parámetros críticos con su concentración.

Por ello, los índices de calidad de agua (ICA) son herramientas matemáticas con información integrada de varios parámetros; el cual, permite transformar gran cantidad de datos en una escala única de medición de calidad del agua.

La Autoridad Nacional del Agua en el año 2019, estableció la *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú*, el cual menciona:

En ese sentido, los ICA's constituye un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos debido a que permite transmitir información de manera sencilla sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general; e identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo siendo la valoración de la calidad del agua en una escala de 0-100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 es excelente. (Autoridad Nacional del Agua, 2019)

### **2.3. Definición de términos básicos.**

**Acuífero:** “Formación de materiales permeables que cuando contienen agua son capaces de cederla en cantidades aprovechables bajo la acción de gradientes. Los materiales que las forman son arenas, gravas, areniscas, calizas” (Moreno y otros, 2003).

**Agua residual:** “Efluentes líquidos acuosos provenientes como desecho de la actividad urbana, industrial, ganadera o agrícola caracterizado por haber perdido en el proceso alguna de sus características de calidad debido a la adición de sustancias disueltas o en suspensión o de agentes biológicos” (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2018).

**Agua subterránea:** “Agua situada bajo la superficie del terreno rellenando el espacio vacío entre las rocas, o el material poroso, y que se extiende por toda la zona considerada como saturada” (Bauer y otros, 2017).

**Calidad:** “Término que cuando se emplea referido a la composición de un agua se refiere a su adecuación a un uso concreto” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

**Coliforme:** “Bacterias Gram negativas de morfología bacilar, capaces de fermentar lactosa con producción de gas a temperaturas de 35° o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44° o 44.5°C se denominan coliformes fecales” (Bauer y otros, 2017).

**Contaminante:** “Cualquier forma de materia o energía ajena a la composición natural del agua” (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2018).

**DBO<sub>5</sub>:** “Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días. Medida de la cantidad de oxígeno consumida en la oxidación del material carbonoso de una muestra de agua, por la población microbiana, a lo largo de cinco días de incubación” (Moreno y otros, 2003).

**Depuración natural:** “Depuración en la que no interviene el hombre, mediada por procesos naturales como la degradación bacteriana, oxidación, dilución o la interacción con la matriz sólida del terreno” (MINAM, 2019).

**DQO:** “Demanda química de oxígeno. Se trata de un ensayo empleado para la medida del contenido en materia orgánica de una muestra de agua residual” (Moreno y otros, 2003).

**Fertilizante:** “Sustancia natural o de síntesis que contiene alguno de los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal y que se añade a los cultivos con el fin de mejorar el rendimiento de las cosechas” (Bauer y otros, 2017).

**Infiltración:** “Flujo del agua o de otro fluido a través de los poros de un cuerpo sólido. Flujo del agua a través del suelo” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

**Lodo:** “Sólidos separados de un agua residual mediante procesos físico-químicos generalmente con un elevado contenido en materia orgánica” (Jacha y otros, 2014).

**Nitrificación:** “Proceso por el cual el amoníaco es oxidado a nitrito y luego a nitrato mediante reacciones bacterianas o químicas” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

**Percolación:** “Movimiento del agua a través de los intersticios de la roca o del suelo” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

**Recarga:** “Porción del agua superficial que atravesando la zona no saturada llega al acuífero y contribuye a aumentar sus reservas” (Bauer y otros, 2017).

**Sólidos en suspensión:** “Sólidos insolubles, de naturaleza orgánica o inorgánica, suspendidos en el seno de la solución acuosa que pueden ser separados mediante técnicas físicas” (Instituto Geológico y Minero de España, 2017).

**Turbidez:** “Medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida” (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

## **2.4. Formulación de hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua durante los años 2020 al 2022.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los

estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.

- b) Las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.
- c) Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.

## **2.5. Identificación de variables.**

Las variables de trabajo para las hipótesis formuladas son las siguientes:

**Variable independiente:** Estándar de calidad ambiental para agua.

**Variable dependiente:** Calidad de agua.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

**Tabla 2**

### Operacionalización de las variables de investigación

| <b>VARIABLES</b>                         | <b>Tipo de Variable</b> | <b>Definición Conceptual</b>                                                                                                                                               | <b>Dimensiones</b>                                                                                           | <b>Indicadores</b>                                                     | <b>Instrumento</b>         |
|------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Estándar de calidad ambiental para agua. | Independiente           | Instrumento de gestión ambiental que establece los niveles de concentración de elementos y sustancias en el agua que no representen riesgos para la salud y el ambiente.   | - Categoría III                                                                                              | Nivel mínimo de acuerdo a norma<br><br>Nivel máximo de acuerdo a norma | Lista de cotejo            |
| Calidad de agua.                         | Dependiente             | Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. | - Parámetros fisicoquímicos<br><br>- Parámetros de elementos inorgánicos<br><br>- Parámetros microbiológicos | Concentración de diversos parámetros más resaltantes                   | Ficha de registro de datos |

Fuente: elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

Bajo el enfoque de Hernandez et al. (2014), esta investigación es del tipo básica, puesto que a través de el, se trata de ampliar los conocimientos de las ciencias ambientales sin interés a futuros usos. Es decir, esta investigación compara las mediciones realizadas en los monitoreos participativos con los estándares de calidad ambiental para agua, de tal modo para que los organismos competentes puedan tomar acciones para reducir ciertas concentraciones.

En ese mismo sentido, y teniendo en cuenta la tipología de Tamayo (2003), nuestra esta investigación es descriptiva, sustentada en el registro, análisis e interpretación de la naturaleza de las variables en estudio. Con ello, se ha tratado de especificar la situación problemática con relación a las variables de la investigación.

Finalmente, bajo la temporalidad que se realiza, la investigación que hemos realizado es del tipo transversal, por la comparación realizada a las variables en un momento concreto.

### **3.2. Nivel de investigación.**

El nivel de investigación de esta tesis le corresponde a un estudio exploratorio, ya que se lleva a cabo a partir de recolección de resultados realizados en monitoreos participativos entre el año 2020 y 2022 y que luego son comparados con los valores que corresponden a los estándares de calidad ambiental para el agua.

### **3.3. Métodos de investigación.**

Nuestra investigación presenta un enfoque cuantitativo, lo que implica el uso del método científico donde formulamos el problema; planteamos y contrastamos nuestras hipótesis; y, arribamos a conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados al inicio de la investigación.

De la misma manera, podemos mencionar que se ha trabajado con un método descriptivo, que permite describir los resultados de acuerdo a como se presentan, sin ninguna manipulación o distorsión alguna (Sánchez & Reyes, 2006).

### **3.4. Diseño de la investigación.**

El diseño de nuestra investigación es no experimental, ya que no hay posibilidad de manipular las variables en estudio de manera intencional. Lo mencionado, afirma que el diseño propuesto está basado en el análisis de las ocurrencias posterior a su realización.

### **3.5. Población y muestra.**

La población de esta investigación está comprendida por el río Huallaga, cuyas aguas se dan inicio en nuestra región y discurren hasta el río Amazonas.

Para nuestra investigación se han tomado 15 puntos de monitoreo que han sido considerados en los informes de monitoreos participativos y que son cercanos al río Huallaga dentro de la región Pasco, los cuales se especifican:

**Tabla 3**

**Puntos de monitoreo en la Intercuenca Alto Huallaga - Pasco**

| <b>Punto de monitoreo</b> | <b>Cuerpo de agua y ubicación</b>                                                                                                        |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RTing1                    | Río Tingo, aproximadamente a 300 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos de Rumillana                                             |
| RLloc4                    | Río Lloclla, aproximadamente a 150 m antes de la confluencia con el río Pariamarca                                                       |
| RPar1                     | Río Pariamarca, aproximadamente a 150 m aguas arriba del puente Pariamarca, después del vertimiento de aguas residuales                  |
| RHual1                    | Río Huallaga, aproximadamente a 10 m aguas abajo del puente Yanapama, después de la confluencia de los ríos Pariamarca y río Lloclla     |
| RHual2                    | Río Huallaga, aproximadamente a 30 m aguas abajo de las actividades mineras                                                              |
| RHual42                   | Río Huallaga, aproximadamente a 1900 m. aguas abajo de la PTAR de la minera Atacocha                                                     |
| RHual43                   | Río Huallaga, aproximadamente a 50 m aguas abajo del centro poblado Yanacocha - puente peatonal                                          |
| RHual3                    | Río Huallaga, aproximadamente a 300 m. antes de tributar el río Tíclacayán al río Huallaga                                               |
| RTicl1                    | Río Tíclacayan, aproximadamente a 10 m antes de tributar al río Huallaga                                                                 |
| RHual4                    | Río Huallaga, aproximadamente a 700 m. después de tributar el río Tíclacayán al río Huallaga (margen derecha), frente al grass sintético |
| RChin2                    | Río Chinchán, aproximadamente a 50 m antes de tributar al río Huallaga                                                                   |
| RHual5                    | Río Huallaga, aproximadamente a 200 m antes de tributar el río Chinchán al río Huallaga                                                  |
| RTinu1                    | Río Tingo, aproximadamente a 550 m antes de tributar al río Huallaga - Centro Poblado de Salcachupan                                     |
| RTahu1                    | Río Tahuarmayo, aproximadamente a 150 m antes de la confluencia con el río Chaupihuaranga, 100 m aguas arriba del puente Warmi Huañusga  |
| RChau2                    | Río Chaupihuaranga, aproximadamente a 350 m aguas arriba del puente Warmi Huañusga                                                       |

Fuente: Observatorio del Agua ANA

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.6.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica que se ha utilizado fue la observación y de recopilación de fuentes documentales; tal es el caso de los dos informes de monitoreo participativo de la unidad hidrográfica de la cuenca Mantaro que ha sido realizado por la Autoridad Nacional del Agua en los años en estudio.

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

La recopilación de datos ha sido consolidada en las fichas de registro respectivas, de acuerdo a los parámetros medidos en los puntos de monitoreo establecidos y descritos anteriormente.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Nuestra investigación ha sido realizada utilizando un análisis cuantitativo, ya que se ha trabajado básicamente términos numéricos. Estos datos se presentan en términos de escalas de medición y se extienden para una mayor manipulación estadística.

Los datos que se han obtenido en nuestra investigación han sido registrados digitalmente en hojas de cálculo y también en archivos de datos con extensión CSV fácilmente manejables por distintos softwares especializados.

### **3.8. Tratamiento estadístico.**

Posteriormente a la recolección de datos, se ha realizado diversas operaciones estadísticas que han permitido cuantificar los datos y aplicar el análisis estadístico en las variables en estudio. Para ello, se ha utilizado básicamente la estadística descriptiva para poder analizar la información obtenida haciendo uso de software de manejo estadístico.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.**

En ese marco, estamos comprometidos en respetar el Decálogo y el Reglamento del Código de Ética del Investigador aprobado en nuestra universidad con resolución de Consejo Universitario N° 0412 – 2019 – CU – UNDAC.

La orientación filosófica, esta enmarcada en el naturalismo y al empirismo, que ayudo a validar mis hipótesis por medio de los resultados de concentraciones en los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos, mediante el sustento científico.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo.**

##### **4.1.1. Intercuenca Alto Huallaga**

El río Huallaga abarca los departamentos de Loreto, San Martín, Huánuco, Pasco y La Libertad. Su nacimiento se da en las alturas de la región Pasco, por la confluencia de los ríos Ticlayan, Pariamarca y Pucurhuay. El río Huallaga alcanza su mayor amplitud en la región Huánuco (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2014). Dada su gran extensión, la cuenca del río Huallaga es gestionada por la Autoridad Administrativa del Agua VIII Huallaga, de acuerdo a las siguientes unidades hidrográficas:

**Tabla 4**

**Unidades hidrográficas de la Cuenca del Río Huallaga**

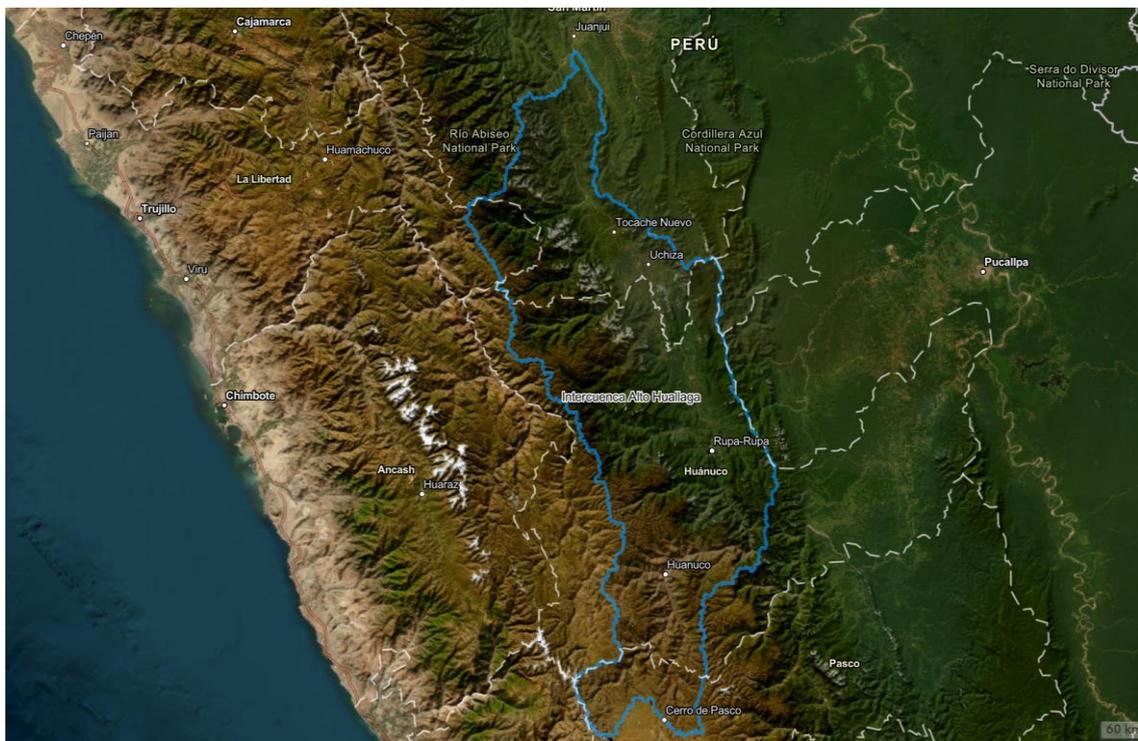
| <b>Código</b> | <b>Unidad hidrográfica</b>      | <b>Área en Km<sup>2</sup></b> |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 49846         | Biabo                           | 7,111.02 Km <sup>2</sup>      |
| 49848         | Huayabamba                      | 13,801.00 Km <sup>2</sup>     |
| 49844         | Mayo                            | 9,722.47 Km <sup>2</sup>      |
| 49842         | Paranapura                      | 3,965.62 Km <sup>2</sup>      |
| 49849         | Intercuenca Alto Huallaga       | 30,275.87 Km <sup>2</sup>     |
| 49841         | Intercuenca Bajo Huallaga       | 8,416.68 Km <sup>2</sup>      |
| 49847         | Intercuenca Medio Alto Huallaga | 5,064.06 Km <sup>2</sup>      |
| 49843         | Intercuenca Medio Bajo Huallaga | 8,926.21 Km <sup>2</sup>      |
| 49845         | Intercuenca Medio Huallaga      | 2,133.30 Km <sup>2</sup>      |

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2008)

La Intercuenca Alto Huallaga tiene una superficie de 30,276 km<sup>2</sup> y una longitud de 770.85 Km (Autoridad Nacional del Agua, 2013). Su ubicación esta comprendida en trece provincias de las regiones de San Martín, Pasco, La Libertad y Huánuco.

**Figura 2**

Ámbito de la Intercuenca Alto Huallaga



Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, s.f.)

#### 4.1.2. Monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales

El monitoreo del agua en la Intercuenca Alta Huallaga, ha sido realizada teniendo en consideración lo establecido por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Resolución Jefatural N° 10 – 2016 – ANA de fecha 11 de enero del 2016; el cual describe las siguientes actividades:

**Figura 3**

Actividades del monitoreo de la calidad del agua en la Intercuenca Alto Huallaga



Fuente: R.J. N° 10-2016-ANA

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

A continuación, presentaremos los valores medidos de los principales parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos de los años 2020 al

2022, además del 2019 para poder hacer las comparaciones con actividades antes de la pandemia del Covid-19.

#### 4.2.1. Concentraciones de parámetros fisicoquímicos

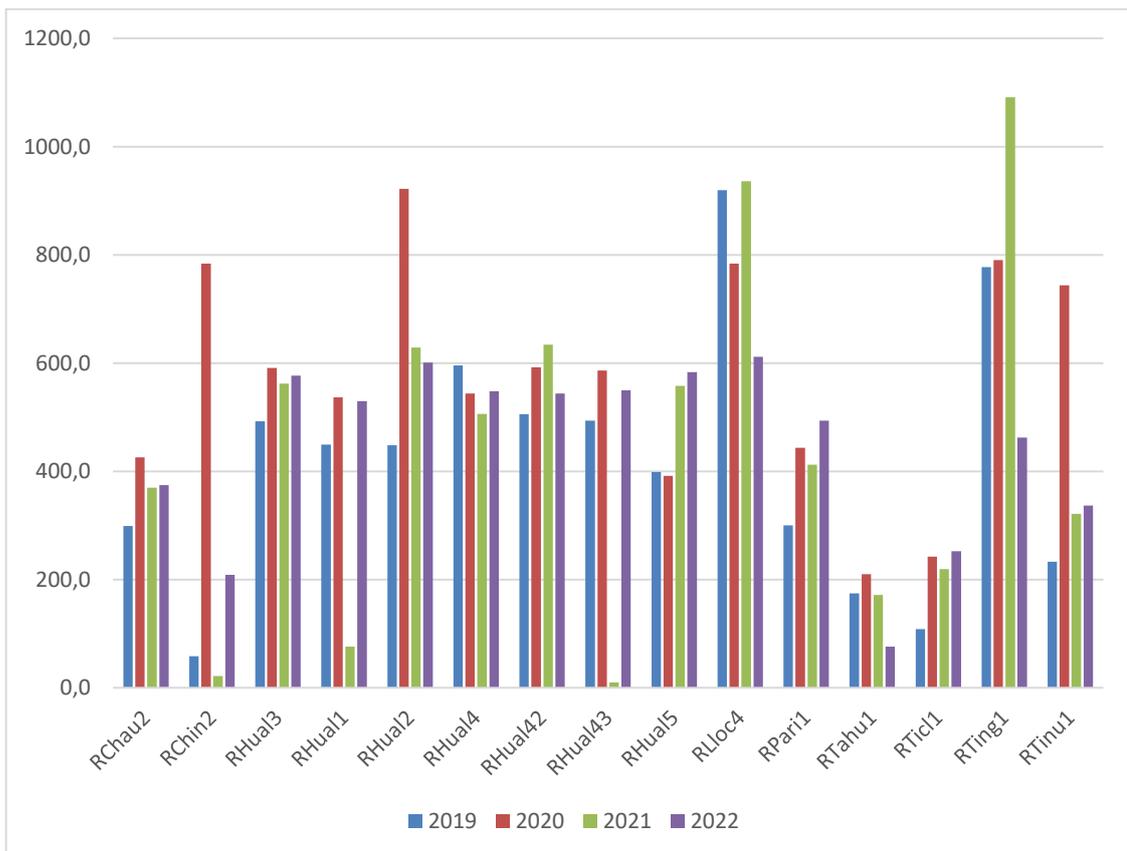
Se ha tomado en cuenta los resultados de: conductividad, DBO, DQO, Oxígeno disuelto, pH y temperatura.

##### A. Conductividad

La categoría 3 – D1 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que la conductividad debe ser menor a 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para la categoría 3 – D2 debe ser menor a 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Veamos los resultados en los periodos en estudio.

**Figura 4**

Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )



Fuente: elaboración propia

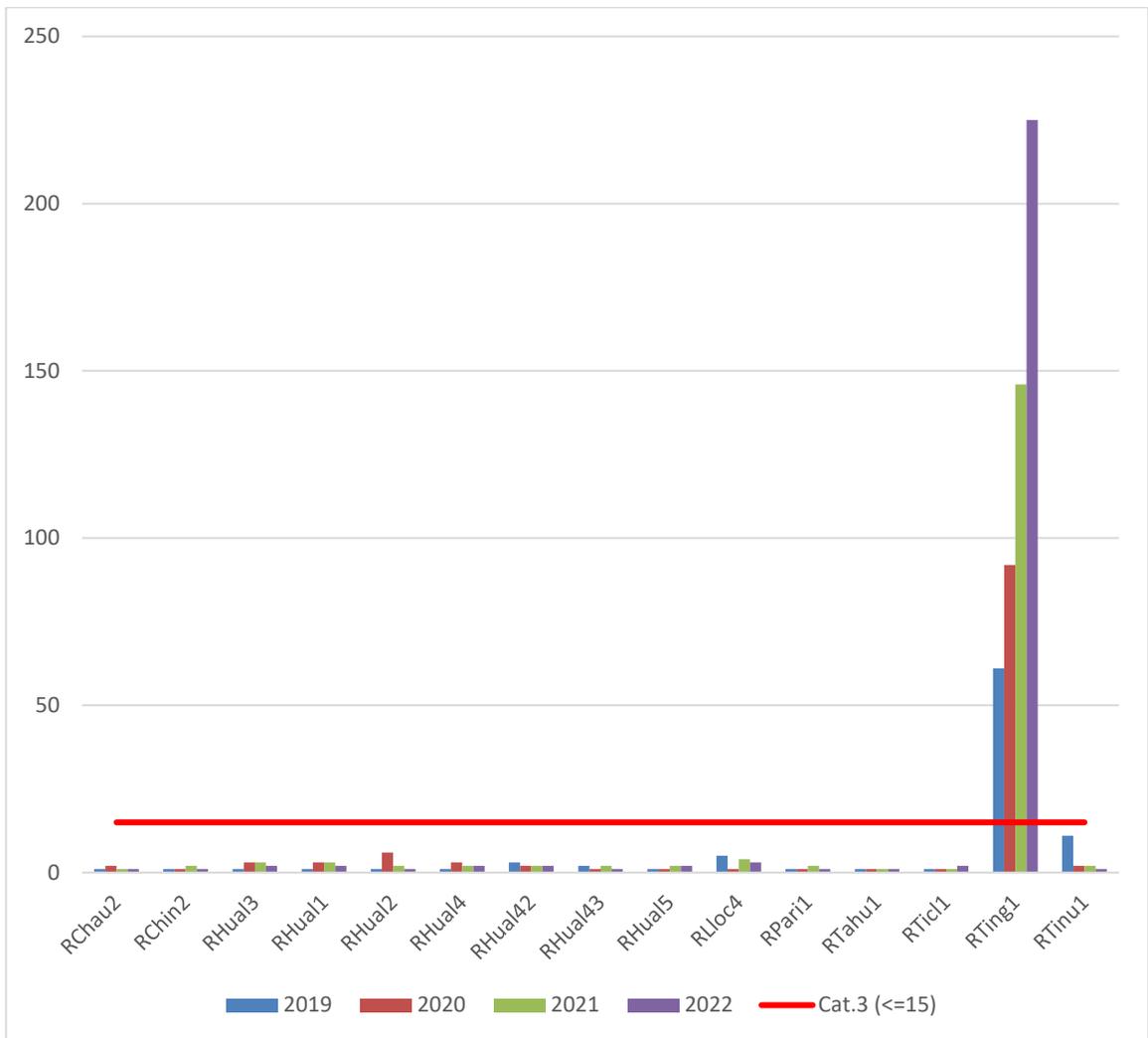
Como puede apreciarse, en ninguno de los puntos de monitoreo se sobrepasa los mínimos valores establecidos para la Categoría 3 del ECA-Agua. El valor más alto se ha dado el año 2021 en el río Tingo, probablemente por la alta carga contaminante producto de la cercanía al botadero de Rumillana; mientras que el valor más bajo se pudo observar en el año 2021 en el punto de monitoreo cercano al centro poblado de Yanacocha.

#### **B. Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

La categoría 3 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que el DBO5 debe ser menor o igual a 15 mg/L. Podremos apreciar en la figura 5 que en la mayoría de puntos de monitoreo se cumple con lo establecido en la normatividad; sin embargo, es preocupante los datos que se han obtenido en el punto de monitoreo que corresponde a las cercanías al botadero de Rumillana donde se sobrepasa ampliamente los valores límites de demanda bioquímica de oxígeno.

**Figura 5**

Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/L)



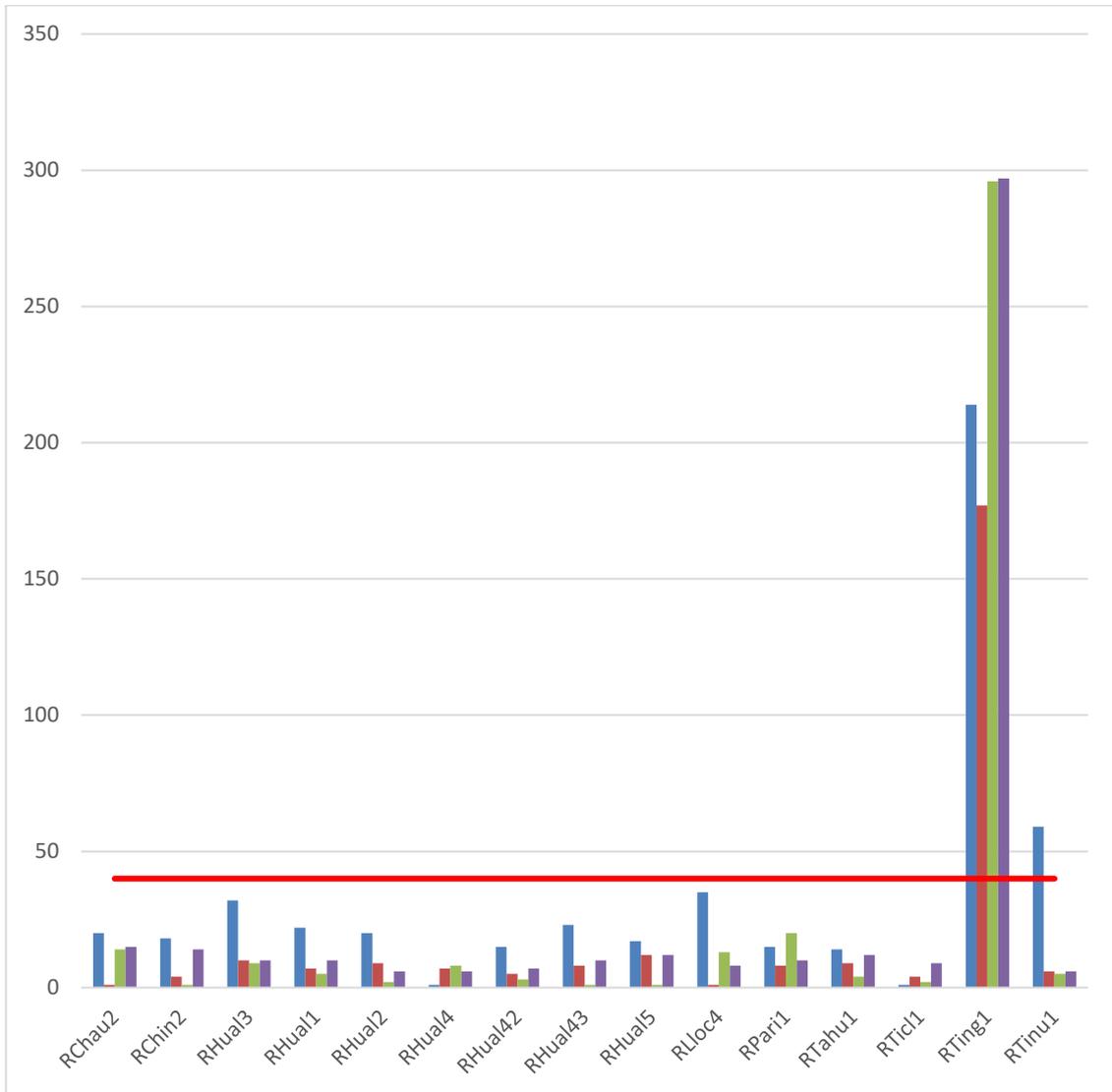
Fuente: elaboración propia

### C. Demanda química de Oxígeno (DQO)

La categoría 3 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que el DQO debe ser menor o igual a 40 mg/L.

**Figura 6**

Demanda química de Oxígeno (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

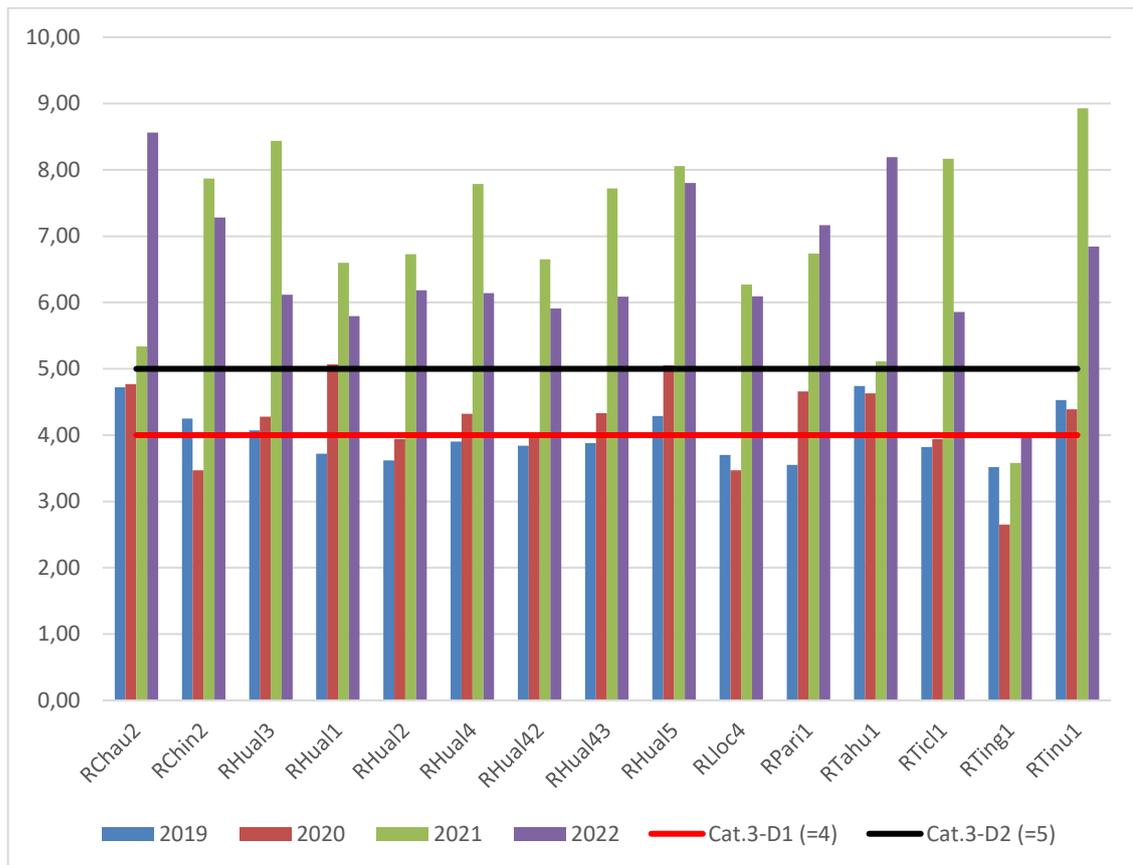
Como podemos apreciar, los valores que sobrepasan los 15 mg/L establecidos en el ECA-Agua en lo que respecta a la Demanda química de Oxígeno (DQO) se encuentran, al igual que en el ítem anterior, en el punto de muestreo cercano al botadero de Rumillana.

## D. Oxígeno disuelto

La categoría 3 – D1 del Estándar de calidad ambiental para agua establece que el Oxígeno disuelto debe ser de 4 mg/L y para la categoría 3 – D2 debe ser de 5 mg/L. A continuación, presentamos los resultados en los periodos en estudio.

**Figura 7**

Oxígeno disuelto (mg/L)



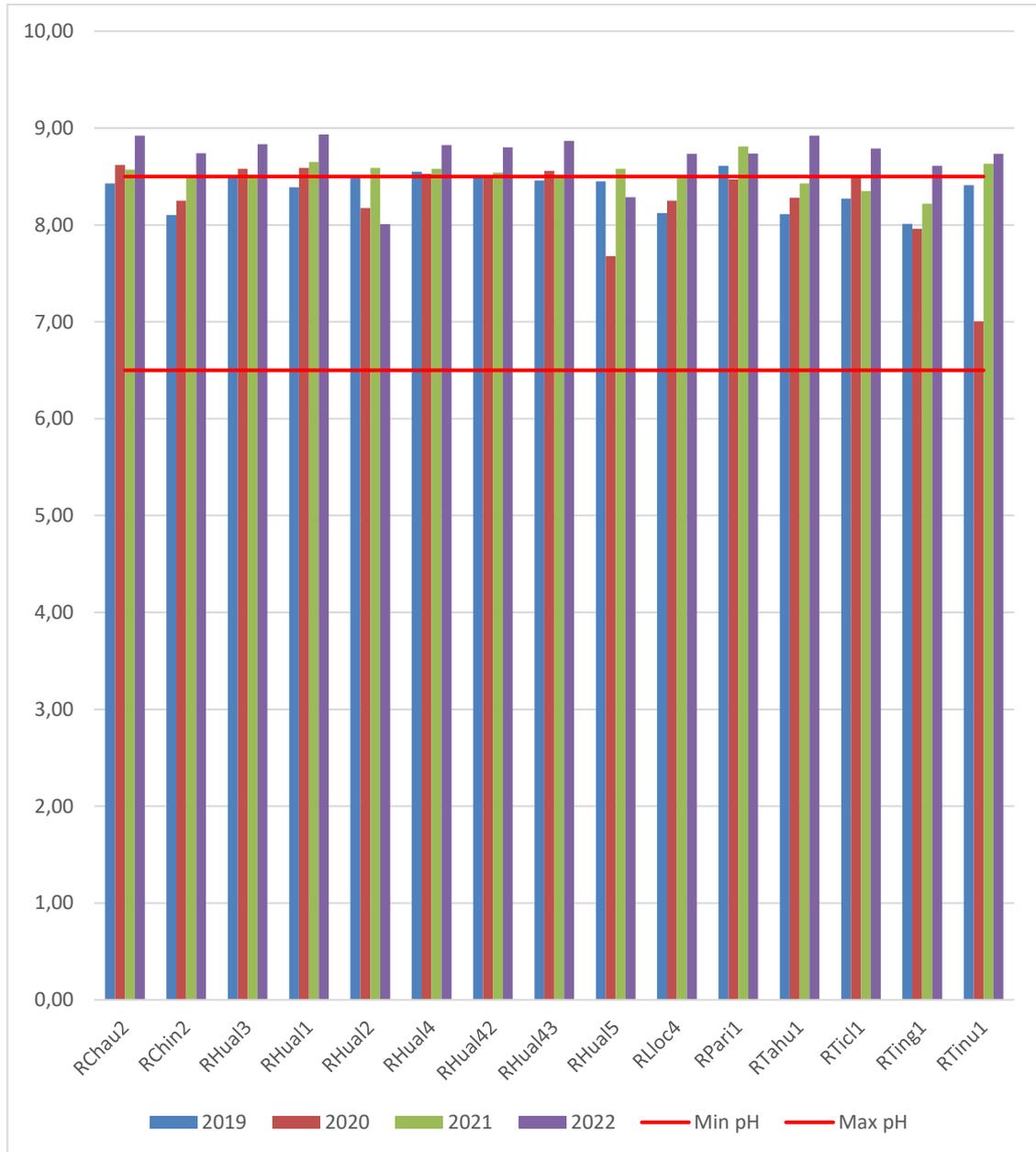
Fuente: elaboración propia.

La mayor parte de observaciones sobrepasan los 4 mg/L de Oxígeno disuelto que corresponden a la categoría 3-D1; teniendo como valor más alto a 8.93 mg/L, el cual fue registrado en el punto de monitoreo que corresponde al tomado en el río Tingo cercano al Centro Poblado de Salcachupan en el 2021; y, el más bajo, corresponde al 2020 también en el río Tingo, pero cerca al botadero de Rumillana con una medida de 2.65 mg/L.

## E. Potencial de Hidrógeno (pH)

Figura 8

Potencial del Hidrógeno



Fuente: elaboración propia

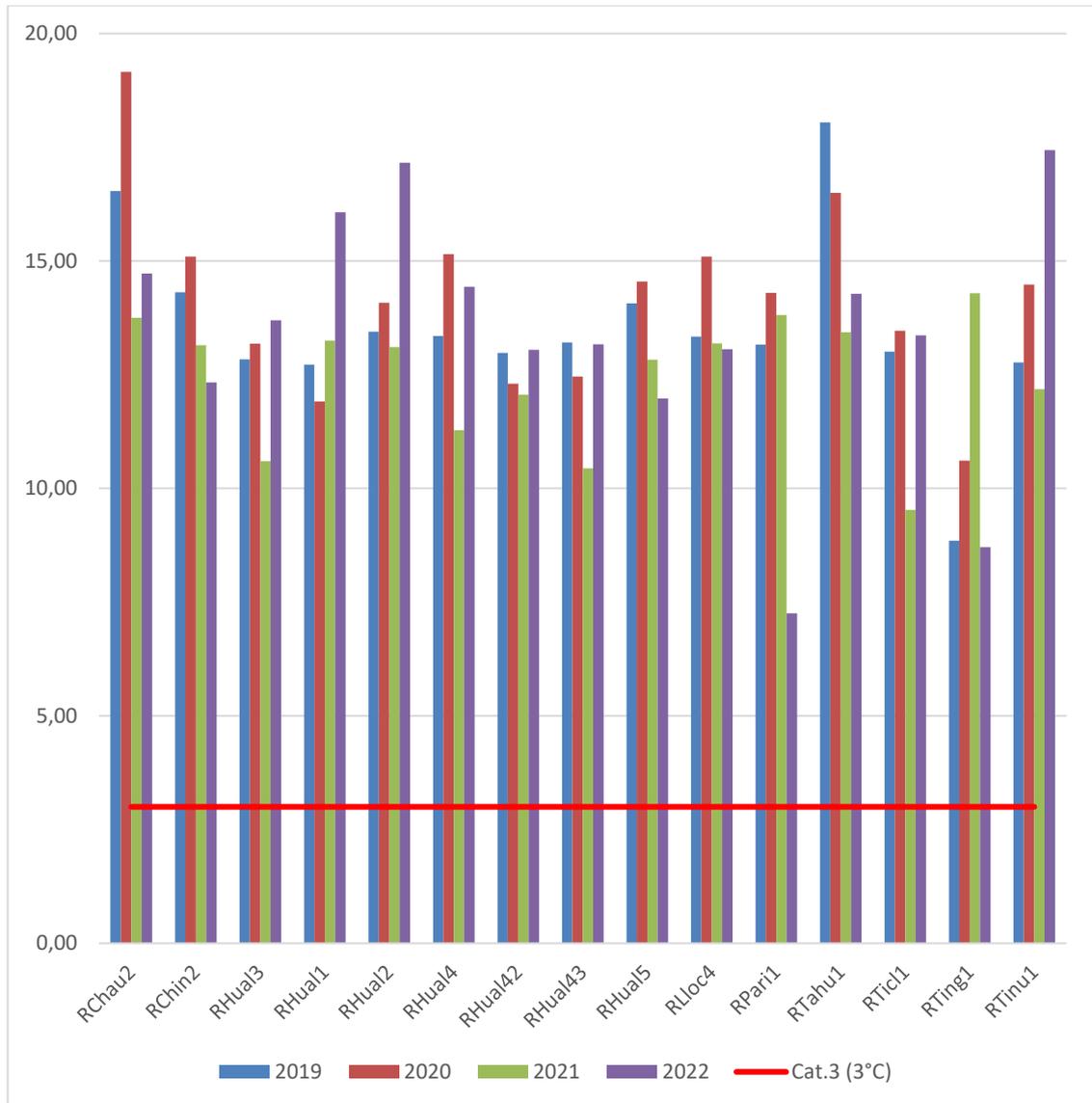
La mitad de mediciones no están dentro del intervalo aceptable de potencial de hidrógeno requerido en el ECA-Agua que es entre 6.5 y 8.5 unidades; pero si están cercanos, siendo el máximo valor de 8.92 unidades registrado el 2022 en el mismo río Huallaga.

## F. Temperatura

De acuerdo al ECA-Agua, la temperatura debe tener una temperatura entre  $-3^{\circ}\text{C}$  y  $3^{\circ}\text{C}$  para esta categoría. Veamos si se cumple este indicador:

**Figura 9**

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )



Fuente: elaboración propia.

Como podemos apreciar, en todas las mediciones realizadas en los distintos años se han sobrepasado la temperatura normal de acuerdo a lo establecido en el ECA-Agua para la categoría 3.

#### 4.2.2. Concentraciones de parámetros inorgánicos

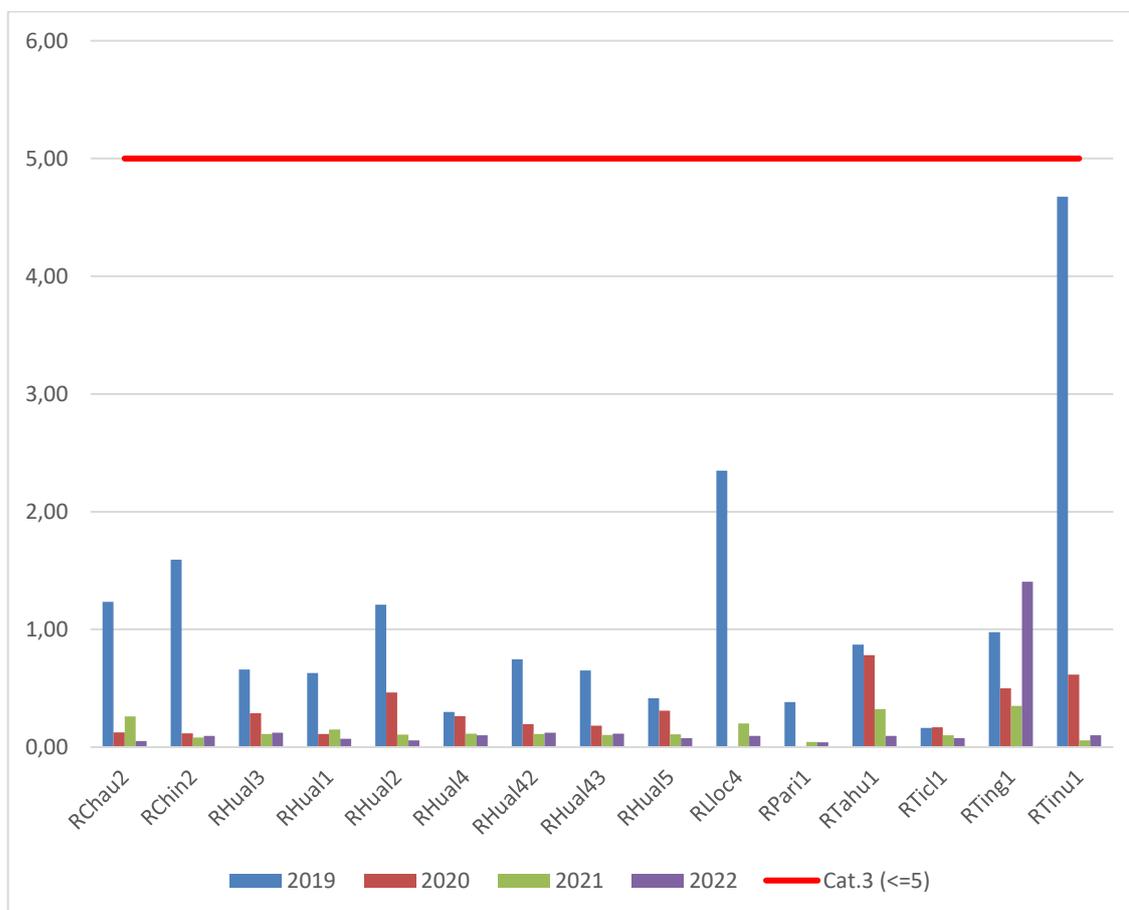
Se ha tomado en cuenta los resultados de: Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro, Litio, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc.

##### A. Aluminio

De acuerdo al ECA-Agua en la categoría 3, la cantidad permitida para el Aluminio es menor a los 5 mg/L. En ello, podemos apreciar que las observaciones realizadas en los 15 puntos de monitoreo cumplen con dichos criterios; sin embargo, el año 2019 en el río Tingo cerca a la confluencia con el río Huallaga se registró 4.7 mg/L, que es el valor más alto de este parámetro inorgánico en el periodo en estudio.

**Figura 10**

Aluminio (mg/L)

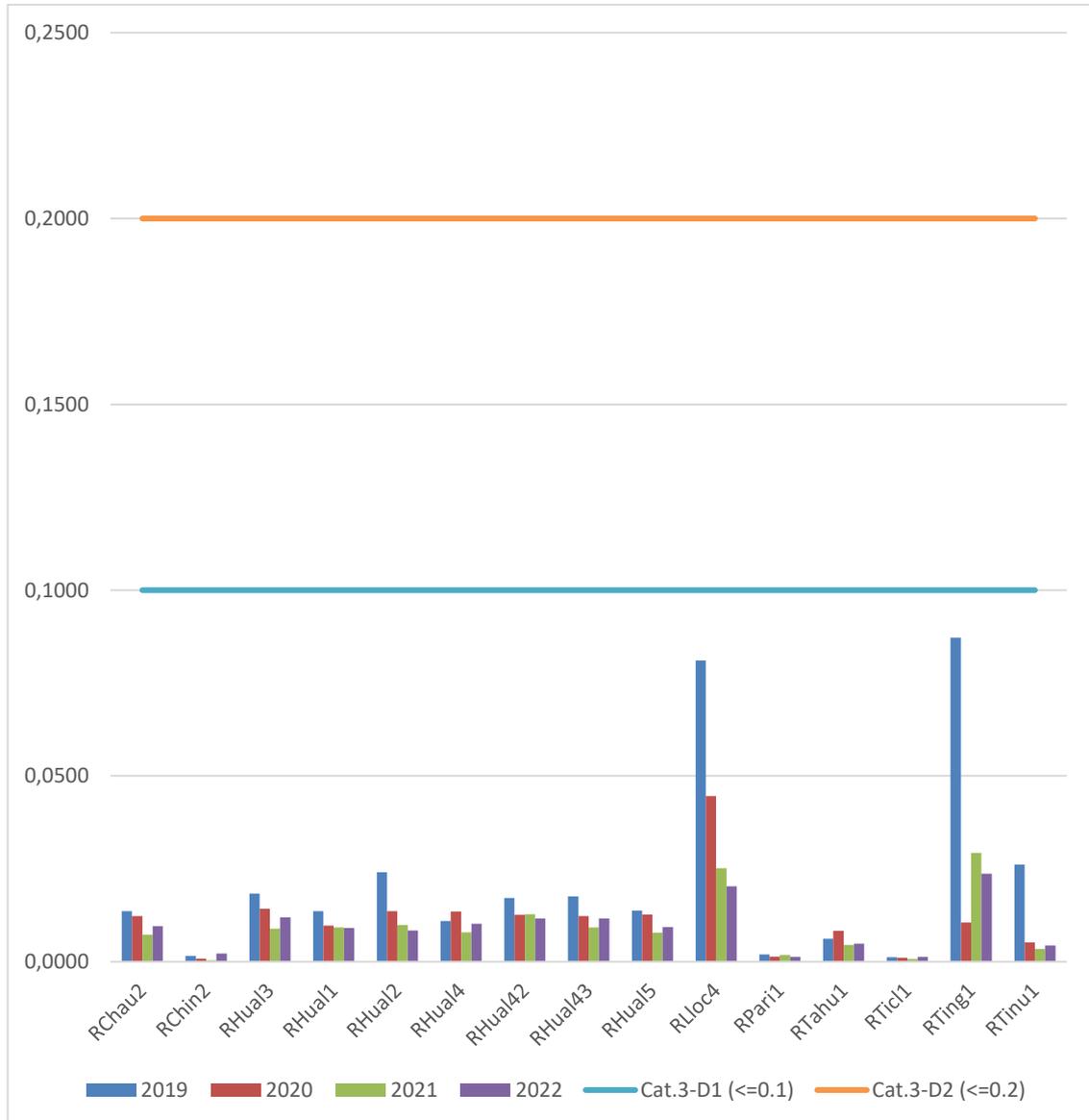


Fuente: elaboración propia

## B. Arsénico

Figura 11

Arsénico (mg/L)



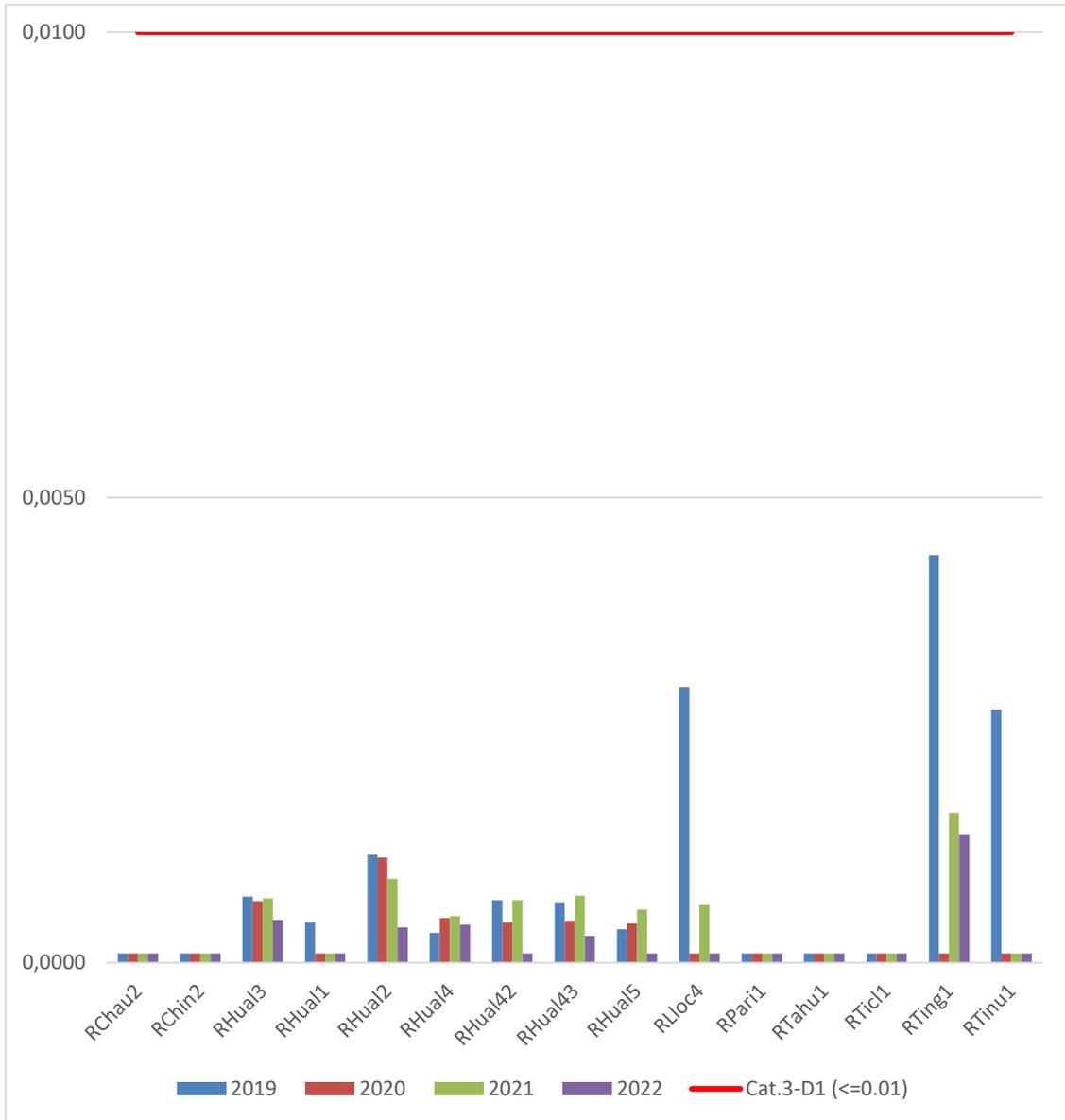
Fuente: elaboración propia

La categoría 3 D-1 y D-2 del ECA-Agua indican que los valores de Arsénico no deben superar los 0.1 mg/L y 0.2 mg/L respectivamente. Como podemos apreciar en la figura 11, las mediciones realizadas cumplen con esas restricciones, a pesar de que el año 2019 en el río Lloclla y el río Tingo los valores se acercan a los valores mínimos en la categoría 3 D-1.

### C. Cadmio

Figura 12

Cadmio (mg/L)



Fuente: elaboración propia

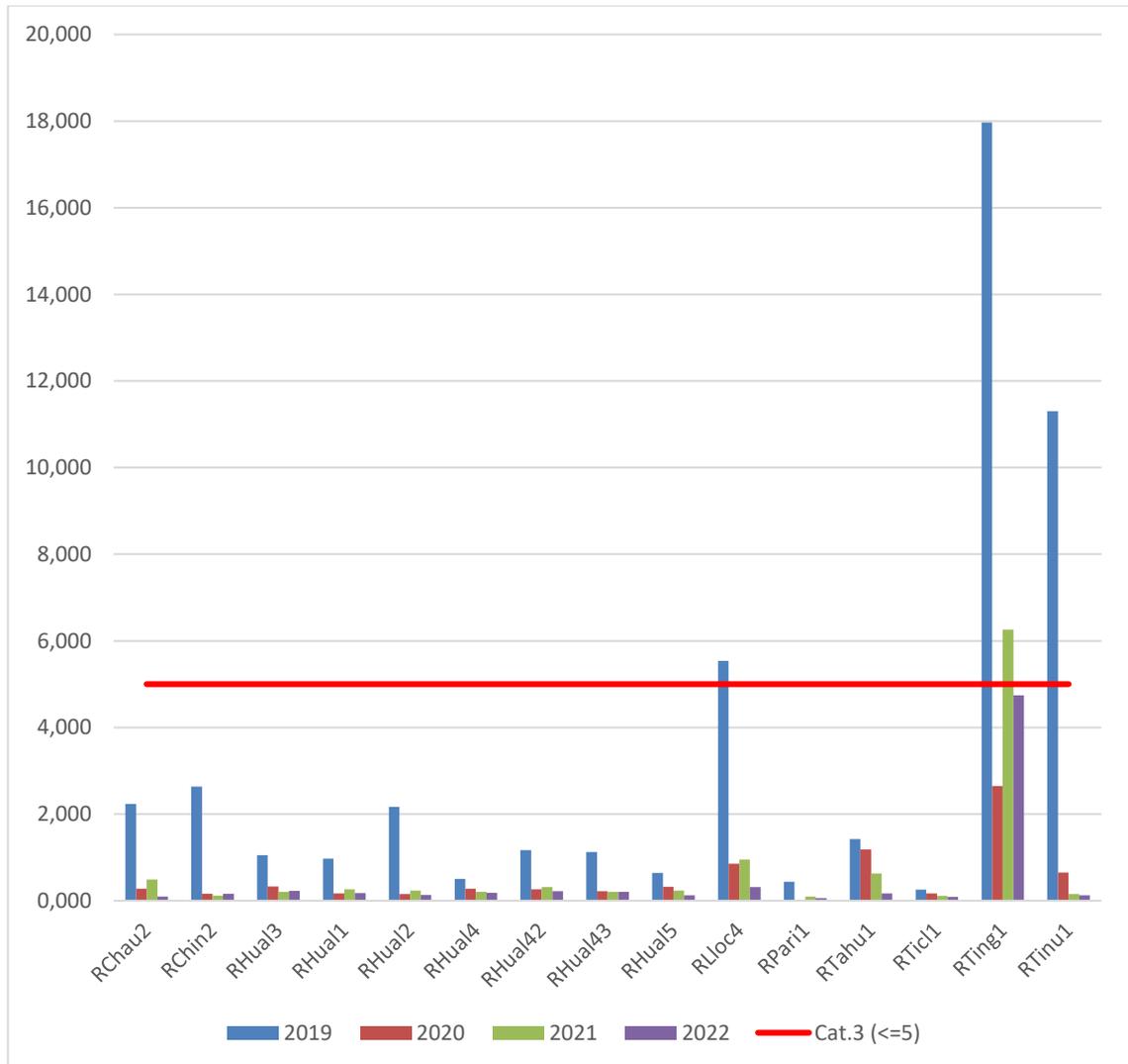
Podemos apreciar en la figura 12, que los valores de Cadmio no sobrepasan los 0.01 mg/L y 0.05 mg/L en las categorías 3 D-1 y D-2 respectivamente del ECA-Agua, teniendo los valores más altos en el Río Lloclla y río Tingo durante el año 2019 pero dentro de los estándares.

## D. Hierro

La categoría 3 del ECA-Agua indica que el cuerpo de agua debe tener como máximo 5 mg/L de Hierro.

**Figura 13**

Hierro (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

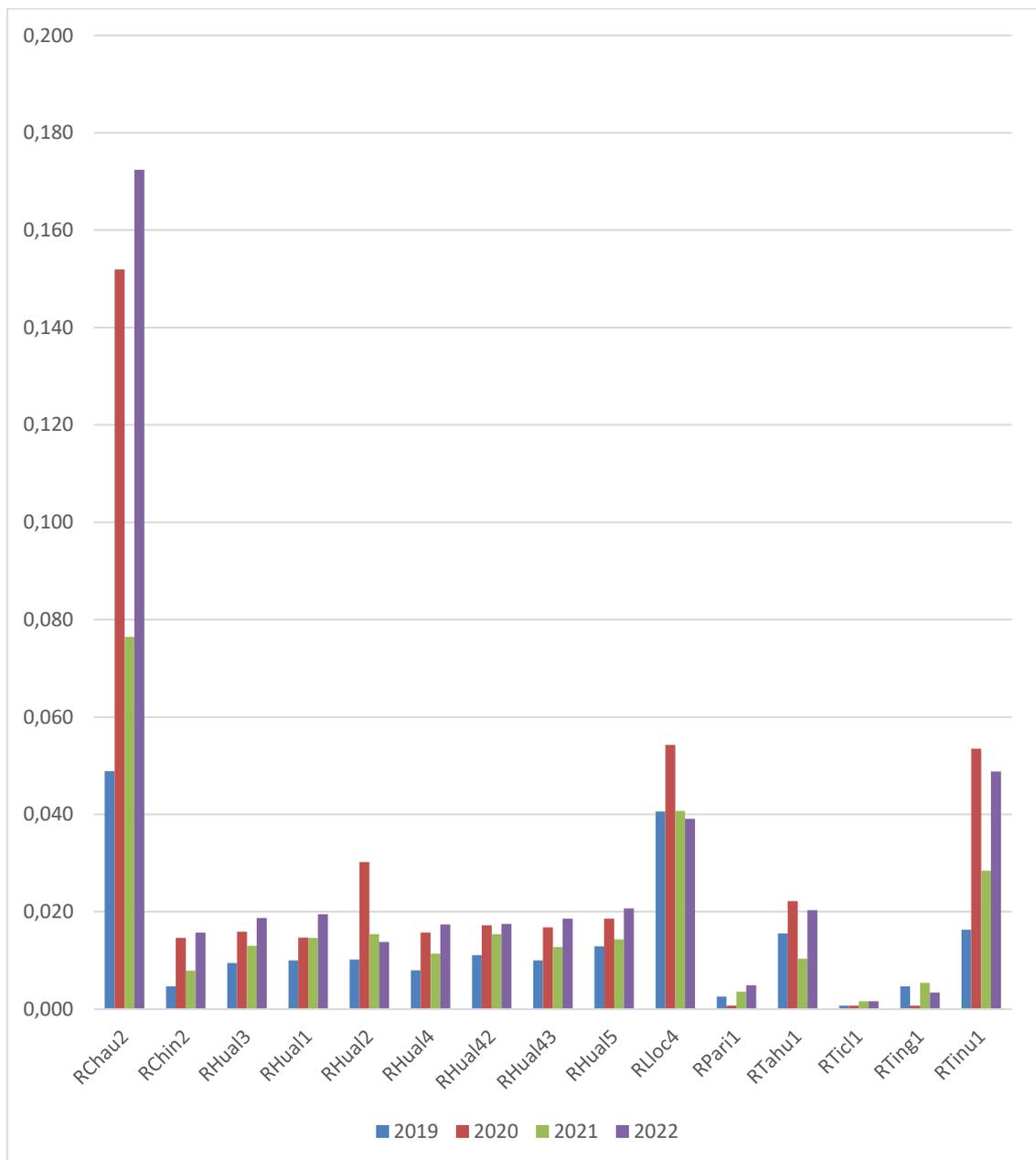
El año 2019, previo a esta investigación, se ha tenido los umbrales más altos de Hierro en todos los puntos de monitoreo; sin embargo, también en el 2021 en el punto de monitoreo cercano al botadero de Rumillana se sobrepasa el estándar con 6.259 mg/L de Hierro.

## E. Litio

La categoría 3 del ECA-Agua indica que los valores de Litio no deben superar los 2.5 mg/L. La figura 14 nos muestra que todas las mediciones realizadas en los 15 puntos de monitoreo en estudio cumplen ampliamente con estos parámetros requeridos.

**Figura 14**

Litio (mg/L)

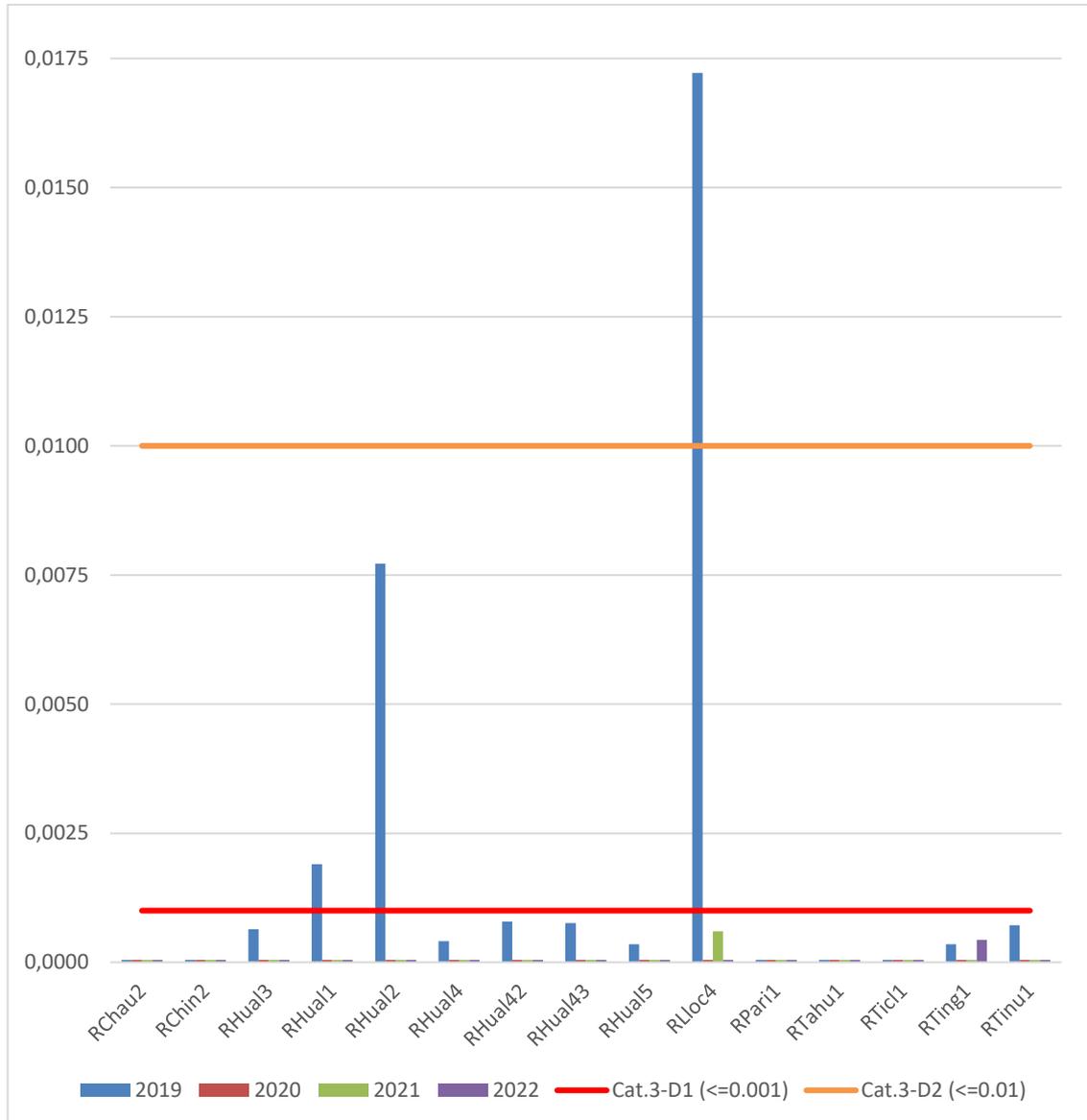


Fuente: elaboración propia.

## F. Mercurio

Figura 15

Mercurio (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

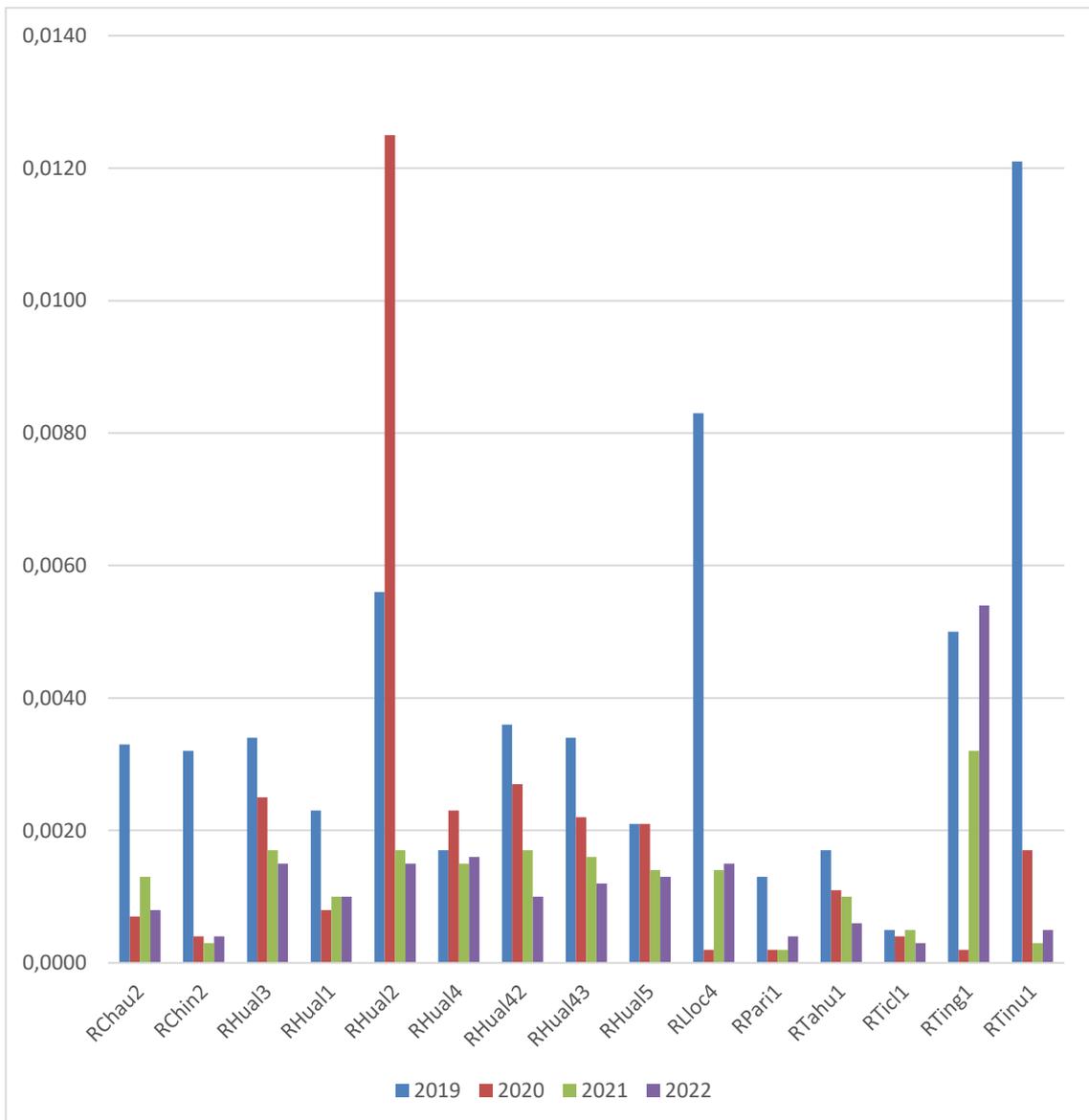
De acuerdo al ECA-Agua, la categoría 3 D-1 no debe sobrepasar de los 0.001 mg/L de Mercurio y en la categoría 3 D-2 no debe sobrepasar de los 0.01 mg/L. La figura anterior nos muestra que dichos valores son sobrepasados en el año 2019, pero en el periodo en estudios, es decir del 2020 al 2022, se ha cumplido con los estándares para este parámetro inorgánico.

## G. Níquel

La cantidad máxima de Níquel es de 0.2 mg/L para la categoría 3 D-1 y de 1 mg/L para la categoría 3 D-2 del ECA-Agua. A continuación, presentamos los resultados para este parámetro:

**Figura 16**

Níquel (mg/L)



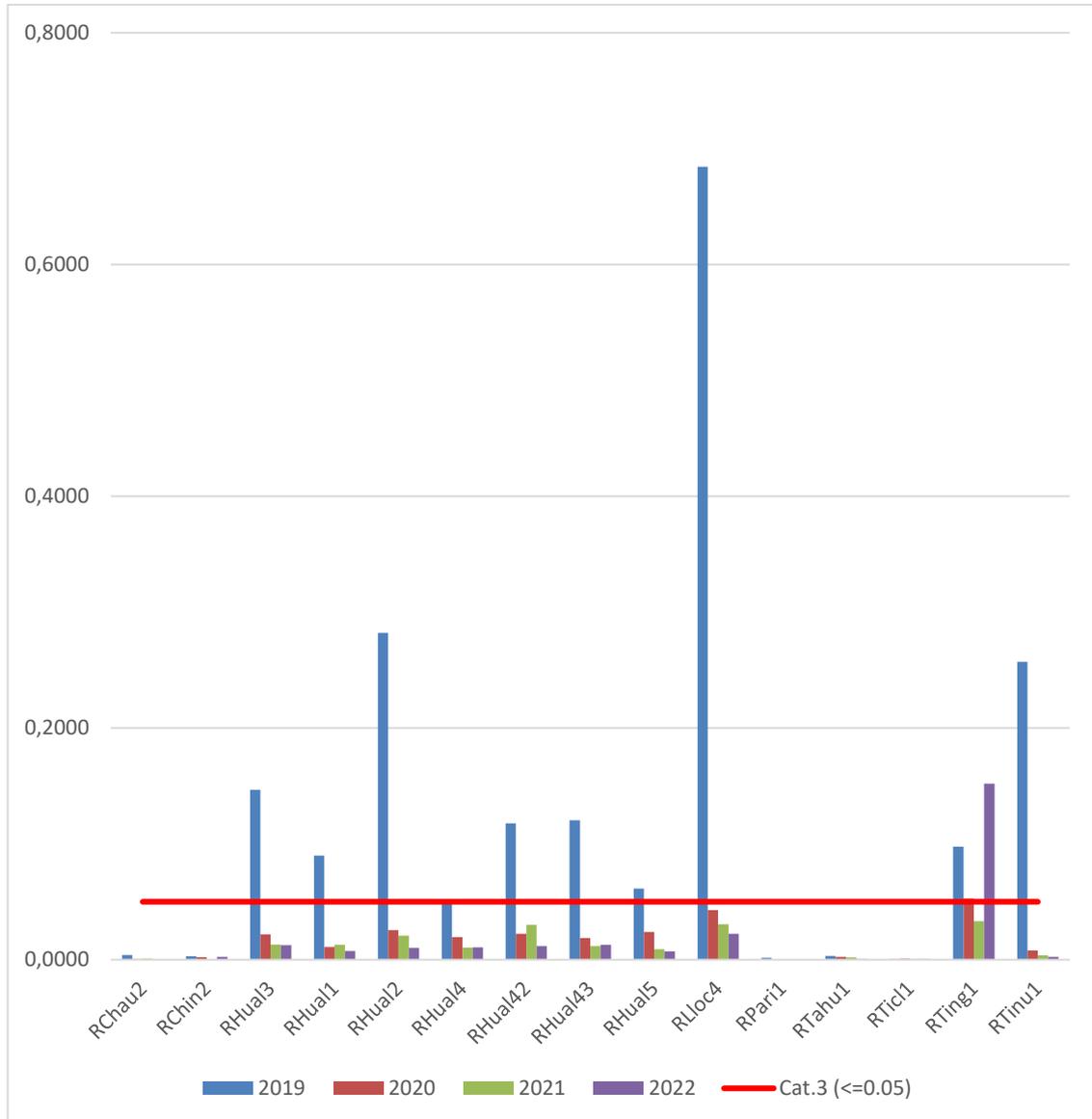
Fuente: elaboración propia.

Es apreciable que, se viene cumpliendo ampliamente los valores del ECA-Agua en este parámetro estudiado.

## H. Plomo

Figura 17

Plomo (mg/L)



Fuente: elaboración propia.

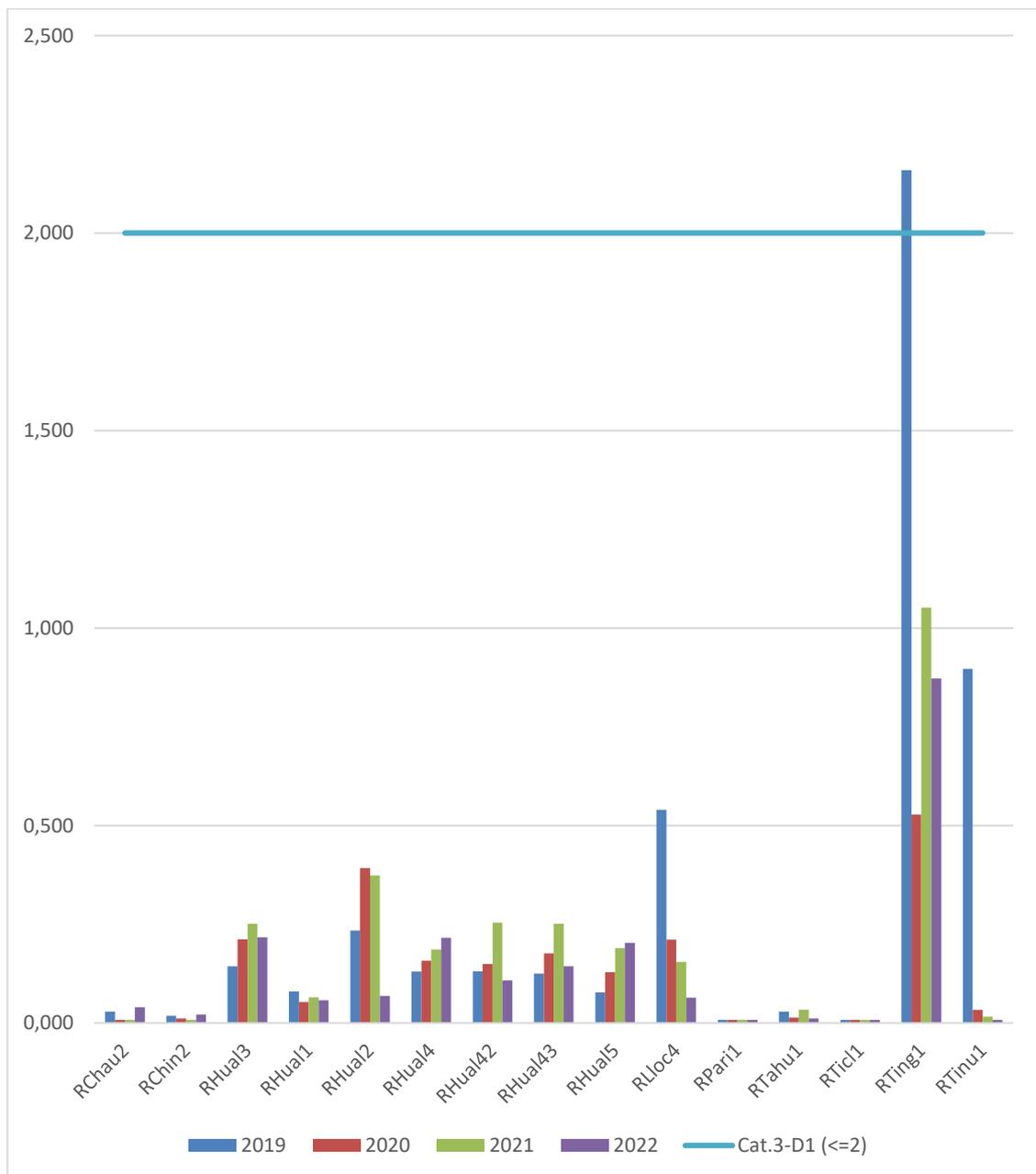
De acuerdo al ECA-Agua en la categoría 3, la cantidad máxima de Plomo es de 0.05 mg/L. Se observa en la gráfica anterior que, la mayor parte de las mediciones registradas cumplen con dicho criterio; sin embargo, en el río Tingo no se cumple dichos estándares. Además de ello, vemos que el 2019 se superó dichos valores en varios puntos de monitoreo.

## I. Zinc

Los valores máximos de Zinc son de 2 mg/L y 24 mg/L para las categorías 3 D-1 y 3 D-2 del ECA-Agua; dicho valor no se cumplió el año 2019 en el río Tingo para la primera categoría, pero en nuestro periodo de estudio cumple con los valores establecidos.

**Figura 18**

Zinc(mg/L)



Fuente: elaboración propia

### 4.2.3. Concentraciones de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Se referencia los parámetros de: Coliformes Termotolerantes y Escherichia coli, los cuales tienen valores máximos de 1000 NMP/100ml.

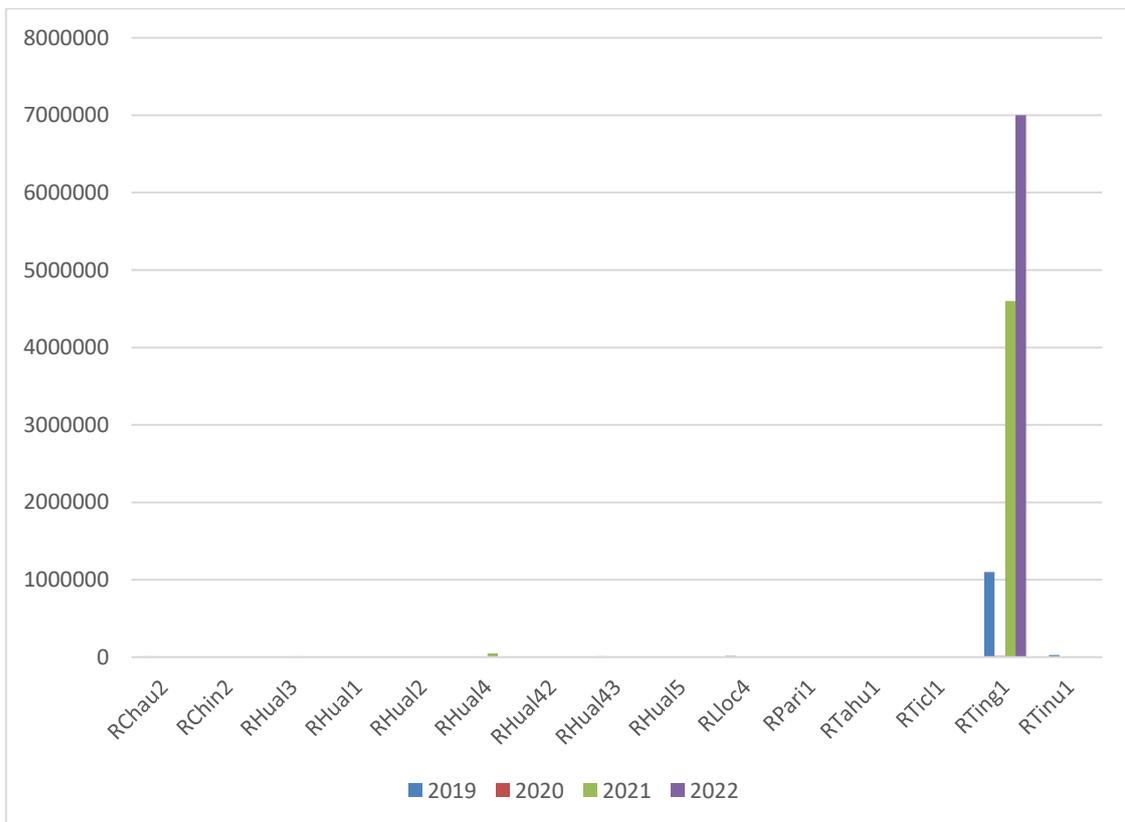
Es menester mencionar que, este parámetro es incumplido en la mayoría de puntos de monitoreo, debido principalmente a que las aguas residuales son depositadas en los distintos cuerpos de agua de la Intercuenca Alto Huallaga.

Los valores más altos se encuentran en el punto de monitoreo cercano al botadero de Rumillana que contamina directamente al río Tingo en todos los años en estudio para esta investigación.

#### A. Coliformes Termotolerantes

**Figura 19**

Coliformes Termotolerantes NMP/100ml

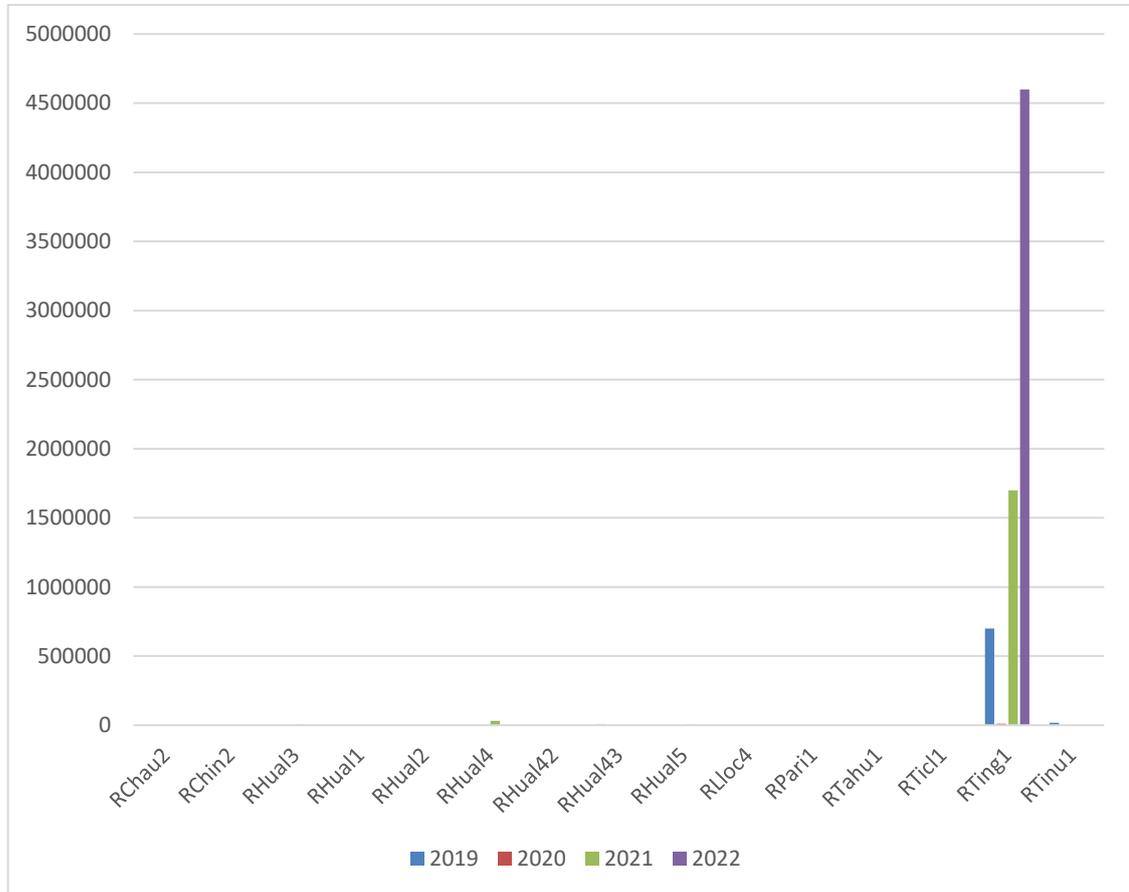


Fuente: elaboración propia.

## B. Escherichia coli

Figura 20

Escherichia coli (NMP/100ml)



Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Prueba de hipótesis.

Debido a que la mayor parte de las mediciones realizadas a los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco están fuera de los estándares que contempla el ECA-Agua, sobre todo en el río Tingo; podemos aceptar la primera hipótesis específica: “Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022”.

De la misma manera se tiene en el caso de la medición de los parámetros inorgánicos, donde hemos visto que a pesar que el 2019 se tenía valores altos en ciertos parámetros, estos han disminuido entre los años 2020 y 2022, teniendo como punto neurálgico el río Tingo al igual que lo descrito anteriormente. Por lo tanto, podemos rechazar la segunda hipótesis específica: “Las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022”.

Por último, respecto a las mediciones de los parámetros microbiológicos, los resultados demuestran que esto no se cumple de acuerdo a lo estipulado en el ECA-Agua, sobrepasando grandemente los estándares de la normativa. Por lo tanto, se acepta la tercera hipótesis específica: “Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D-1 y D-2 durante los años 2020 al 2022”.

Con ello, y de acuerdo a los resultados descritos y al análisis a las hipótesis específicas, concluimos que se acepta la Hipótesis general de esta investigación: “La calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua durante los años 2020 al 2022”.

#### **4.4. Discusión de resultados.**

En similar dimensión a los antecedentes, la la evaluación de la calidad del agua en la región Pasco de la Intercuenca Alto Huallaga no cumple con los estándares de calidad de agua vigente en la normativa nacional.

Es gratificante mencionar que, a comparación del 2019, el 90% de mediciones cumplen con los estándares de los parámetros inorgánicos.

En lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos, se incumple los valores límite de DBO5 y DQO en el río Tingo, se sobrepasan los mínimos de Oxígeno disuelto en ambas sub categorías en estudio, la mayor parte de mediciones de pH están fuera del intervalo aceptable, y la temperatura es mayor a los 3°C.

La preocupación se centra, en los resultados de los parámetros microbiológicos y parasitológicos, ya que en un 98% de las mediciones realizadas a lo largo del periodo de estudios, están han ido desmejorando anualmente, a tal punto de estar 70000 veces más de lo normado en los puntos críticos de la zona en estudio.

## CONCLUSIONES

Con la presente investigación hemos podido arribar a las siguientes conclusiones:

1. Las mediciones a los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022 demuestran que sobrepasan lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2; teniendo como punto crítico los valores registrados en el río Tingo.
2. Las mediciones a los parámetros inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022 muestran que no sobrepasan lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2; y a comparación del 2019 esto se ha mejorado grande y satisfactoriamente.
3. Las mediciones a los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022 demuestran que sobrepasan de manera alarmante lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en lo que respecta a la categoría 3 D-1 y categoría 3 D-2; teniendo también como punto crítico los valores registrados en el río Tingo. La posible causa es el vertimiento de aguas residuales doméstica a los cuerpos de agua de la zona en estudio

## **RECOMENDACIONES**

Finalizado la presente tesis me permite realizar las siguientes recomendaciones:

1. Realizar monitoreos más frecuentes a fin de comparar resultados y tomar indicadores de control que permitan mejorar el cumplimiento con la normativa.
2. Las municipalidades y entes de fiscalización ambiental deben de controlar y erradicar los vertimientos de aguas residuales domésticas a los cuerpos de agua, toda vez que como se ha podido apreciar, representan el contaminante de mayor presencia en esta zona de estudio.
3. Sensibilizar y capacitar a los pobladores aledaños al cuidado de los cuerpos de agua, promoviendo la participación activa en los monitoreos participativos que se realiza a cargo de las entidades competentes.
4. La academia debe realizar mayor investigación en la búsqueda de soluciones a esta problemática.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2018). *Informe del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (junio - julio de 2018)*. Autoridad Nacional del Agua. Obtenido de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3875>
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica* (1ra. ed.). Arequipa, Perú: Enfoques Consulting. Obtenido de [www.cienciasociedad.org](http://www.cienciasociedad.org)
- Autoridad Nacional del Agua. (2008). *Estudio de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú*. Ministerio de Agricultura. Obtenido de [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/resumen\\_ejecutivo\\_uh\\_0\\_2.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/resumen_ejecutivo_uh_0_2.pdf)
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Atlas de recursos hídricos del Perú*. Obtenido de Repositorio del ANA - MINAGRI: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/217>
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú*. Perú: Ministerio del Ambiente. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta\\_metodologia\\_ica-pe.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf)
- Autoridad Nacional del Agua. (s.f.). *Observatorio del Agua*. Obtenido de Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos: <https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra. ed.). México: Grupo Editorial Patria.

- Barrero, J. (2022). *Apuntes sobre metodología de la investigación científica* (1ra. ed.). La Paz, Bolivia: Colecciones culturales Editores Impresores.
- Bauer, J., Castro, J., & Chung, B. (2017). Calidad del agua. En C. d. aplicada, *El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/el-agua-en-el-peru-situacion-y-perspectivas/>
- Belling, M. (23 de Junio de 2015). *Río Huallaga está contaminado con metales pesados y sólidos suspendidos*. Obtenido de Revista On line ProActivo: <https://proactivo.com.pe/rio-huallaga-esta-contaminado-con-metales-pesados-y-solidos-suspendidos/>
- Cerna, A., Aguirre, C., Wong, B., Tello, J., & Pinchi, W. (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 239 - 248. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022>
- Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A. (2007). *Plan de Recuperación del Júcar*. Ministerio para la Transformación Ecológica y el reto demográfico. Obtenido de <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Paginas/PRJ-Indice.aspx>
- Fondo para la comunicación y la educación ambiental. (2018). *Glosario del Agua*. Obtenido de [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc\\_pdf\\_8439.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc_pdf_8439.pdf)
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2019). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). México D.F., México: McGraw Hill.
- Huaqui, J. (2022). *Evaluación de la calidad de agua en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del Río Huallaga en la jurisdicción del Alto Huallaga donde influye la actividad minera y poblacional – Provincia de Pasco – 2021*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación

Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3228>

Instituto Geológico y Minero de España. (2017). *Guía de educación ambiental*. Obtenido de Ministerio de Ciencia e Innovación de España: [https://aguas.igme.es/igme/educacion\\_ambiental/guia\\_didactica/pdf/in\\_03.pdf](https://aguas.igme.es/igme/educacion_ambiental/guia_didactica/pdf/in_03.pdf)

Jacha, Z., Lazo, C., Rojas, A., & Celestino, M. (2014). Evaluación de la calidad y el impacto del ambiente acuático del río higuera en la provincia de Huánuco – 2014. *Investigación Valdizana*, 8(1), 23 - 28. Obtenido de <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/280/267>

Jiménez, C. (2023). *Evaluación de la calidad de aguas del río San Juan antes de la confluencia con las aguas del Lago Chinchaycocha en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua, ubicado en el Distrito de Vicco de la Provincia de Pasco - 2022*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2911>

Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, Lima. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>

MIDAGRI. (2015). *Ministerio de desarrollo agrario y riego*. Obtenido de Problemática de las cuencas hidrográficas del Perú: <https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematika>

MINAM. (09 de Octubre de 2019). *Estándar de calidad ambiental - Informes y publicaciones*. Obtenido de Ministerio del Ambiente:

<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>

- Morán, G., & Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación* (1ra. ed.). México: Pearson Educación.
- Moreno, L., Fernández, M., Rubio, J., Calaforra, J., López, J., Beas, J., . . . Gómez, J. (2003). *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno*. (L. Moreno, Ed.) Obtenido de [https://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion\\_aresidual/indice.htm](https://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion_aresidual/indice.htm)
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación; Cualitativa - Cuantitativa y Redacción de la tesis* (4ta. ed.). Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Rodríguez, C., Breña, J., & Doris, E. (2021). *Las variables en la metodología de investigación científica* (1ra. ed.). Alicante, España: Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2021.78>
- Rojas, O. (2018). *Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/529>
- Ruiz, C., & Valenzuela, M. (2022). *Metodología de la investigación* (1ra. ed.). Huancavelica, Perú: Fondo editorial de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Obtenido de <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014). *Segunda campaña de aforos a la cuenca del río Huallaga*. SENAMHI.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4ta. ed.). México: Linusa Noriega Editores.

UNDAC. (2019). *Líneas de investigación*. Resolución C.U. N° 0849 - 2019 - UNDAC - C.U. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/13dTY-Pshvz8fq6w1Mx3xCJXAwqX3nVcQ/view>

Vera, J., Castaño, R., & Torres, Y. (2018). *Fundamentos de metodología de la investigación científica* (1ra. ed.). Guayaquil, Ecuador: Ediciones Grupo Compás.

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de datos



Fecha Reporte: 21/06/2023

Monitoreo: 2021-II | Unidad Hidrográfica: Intercuenca Alto Huallaga | ECA: ECA 2017

|                                      |         | ECA-AGUA   |            | QAnyp1            | QAsull                          | QAuril        | QCapel                  | QCochl            | QCuev1                | QCush1           | QEagul             | QEspel             | QHvall                     | QLibel            | QQuin1                     |
|--------------------------------------|---------|------------|------------|-------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
|                                      |         | Cat.3-D1   | Cat.3-D2   | Quebrada Anypante | Otros Quebrada Aguas Sulforosas | Quebrada Auri | Quebrada COCHA APESTOSA | Quebrada Cocheros | Otros Quebrada Cuevas | Quebrada Cushuro | Quebrada El Águila | Quebrada Esperanza | Quebrada Hermilio Valdizán | Quebrada Libertad | Otros Quebrada Quinceañera |
| Nombre del Cuerpo de Agua            |         |            |            |                   |                                 |               |                         |                   |                       |                  |                    |                    |                            |                   |                            |
| Fecha monitoreo                      |         | DD/MM/YYYY | DD/MM/YYYY | 11/08/2021        | 18/08/2021                      | 12/08/2021    | 20/08/2021              | 12/08/2021        | 18/08/2021            | 12/08/2021       | 12/08/2021         | 10/08/2021         | 13/08/2021                 | 10/08/2021        | 18/08/2021                 |
| Hora Monitoreo                       |         | hh:mm      | hh:mm      | 14:31             | 08:02                           | 10:07         | 11:40                   | 11:24             | 08:20                 | 12:34            | 11:54              | 16:03              | 12:34                      | 10:55             | 11:30                      |
| Nro del Informe del Ensayo analítico |         |            |            | 46534-2021        | 48259-2021                      | 47023-2021    | 48749-2021              | 47023-2021        | 48259-2021            | 47023-2021       | 47023-2021         | 46399-2021         | 47138-2021                 | 46399-2021        | 48259-2021                 |
| Departamento                         |         |            |            | HUANUCO           | HUANUCO                         | HUANUCO       | SAN MARTIN              | HUANUCO           | HUANUCO               | HUANUCO          | HUANUCO            | HUANUCO            | HUANUCO                    | HUANUCO           | HUANUCO                    |
| PARAMETROS                           | UNIDAD  | Cat.3-D1   | Cat.3-D2   | QAnyp1            | QAsull                          | QAuril        | QCapel                  | QCochl            | QCuev1                | QCush1           | QEagul             | QEspel             | QHvall                     | QLibel            | QQuin1                     |
| <b>FISICOS - QUIMICOS</b>            |         |            |            |                   |                                 |               |                         |                   |                       |                  |                    |                    |                            |                   |                            |
| Aceites y Grasas                     | mg/L    | <=5        | <=10       | < 0,1             | < 0,1                           | < 0,1         | 2,694                   | < 0,1             | < 0,1                 | 3,085            | <b>11,81</b>       | < 0,1              | < 0,1                      | < 0,1             | < 0,1                      |
| Amoniaco-N                           | mg/L    | ----       | ----       | 2,443             | 0,518                           | 0,258         | 20,99                   | 3,504             | 0,034                 | 5,979            | 5,604              | 2,138              | 0,057                      | 0,065             | 0,038                      |
| Cloruros                             | mg/L    | <=500      | ----       | 4,452             | <b>1481</b>                     | 1,974         | 95,22                   | 9,717             | 2,95                  | 21,18            | 23,84              | 9,365              | 0,473                      | 0,125             | 0,089                      |
| Conductividad                        | (µS/cm) | <=2500     | <=5000     | 693,7             | 6,6                             | 318,5         | 1337                    | 293,5             | 213,4                 | 522,5            | 391,2              | 451,6              | 435,1                      | 29,03             | 297,2                      |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno        | mg/L    | <=15       | <=15       | 4                 | < 2                             | < 2           | <b>47</b>               | 11                | < 2                   | <b>25</b>        | <b>40</b>          | 3                  | < 2                        | < 2               | < 2                        |
| Demanda Química de Oxígeno           | mg/L    | <=40       | <=40       | 16                | 8                               | 10            | <b>594</b>              | 14                | 7                     | <b>88</b>        | <b>61</b>          | 10                 | 8                          | 12                | 6                          |
| Detergentes (SAAM)                   | mg/L    | <=0,2      | <=0,5      | <b>0,692</b>      | ----                            | < 0,002       | < 0,002                 | < 0,002           | ----                  | <b>0,241</b>     | <b>0,376</b>       | < 0,002            | < 0,002                    | < 0,002           | ----                       |
| Fósforo Total                        | mg/L    | ----       | ----       | < 0,01            | < 0,01                          | < 0,01        | 14,2                    | 0,549             | 0,084                 | 1,3              | 0,969              | 0,231              | < 0,01                     | < 0,01            | 0,14                       |
| Nitratos (NO3-)                      | mg/L    | ----       | ----       | 0,489             | < 0,009                         | 1,483         | < 0,009                 | 0,098             | 0,787                 | < 0,009          | < 0,009            | 0,46               | 0,247                      | < 0,009           | 0,995                      |
| Nitratos-N                           | mg/L    | ----       | ----       | 0,111             | < 0,002                         | 0,335         | < 0,002                 | 0,022             | 0,178                 | < 0,002          | < 0,002            | 0,104              | 0,056                      | < 0,002           | 0,225                      |
| Nitrogeno Total                      | mg/L    | ----       | ----       | 2,651             | 0,022                           | 0,09          | 40,77                   | 5,057             | 0,40                  | 11,16            | 10,07              | 9,501              | 0,247                      | 0,205             | 0,502                      |

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

### Matriz de consistencia

| <b>Calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga de acuerdo al ECA Agua, Región Pasco 2020 - 2022</b>                                                                           |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>General:</b><br/>¿Cuál es la calidad del agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?</p>                                         | <p><b>General:</b><br/>Determinar la calidad de agua superficial de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.</p>                           | <p><b>General:</b><br/>La calidad de agua de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua durante los años 2020 al 2022.</p>                                                               |
| <p><b>Específicos:</b><br/>¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?</p> | <p><b>Específicos:</b><br/>Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.</p> | <p><b>Específicos:</b><br/>Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.</p> |
| <p>¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?</p>               | <p>Determinar las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.</p>               | <p>Las concentraciones de los parámetros de elementos inorgánicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.</p>               |
| <p>¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022?</p>                        | <p>Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco durante los años 2020 al 2022.</p>                        | <p>Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de la Intercuenca Alto Huallaga en la región Pasco sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría D1 y D2 durante los años 2020 al 2022.</p>                        |
| <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p>                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  | <p>Estándar de calidad ambiental para agua.</p>                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p>                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                  | <p>Calidad de agua.</p>                                                                                                                                                                                                                                |

### Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (ECA-Agua)

| Parámetros                              | Unidad de medida             | D1: Riego de vegetales | D2: Bebida de animales |       |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|-------|
| Agua para riego no restringido (c)      | Agua para riego restringido  | Bebida de animales     |                        |       |
| <b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>                |                              |                        |                        |       |
| Aceites y Grasas                        | mg/L                         | 5                      | 10                     |       |
| Bicarbonatos                            | mg/L                         | 518                    | **                     |       |
| Cianuro Wad                             | mg/L                         | 0,1                    | 0,1                    |       |
| Cloruros                                | mg/L                         | 500                    | **                     |       |
| Color (b)                               | Color verdadero Escala Pt/Co | 100 (a)                | 100 (a)                |       |
| Conductividad                           | ( $\mu$ S/cm)                | 2 500                  | 5 000                  |       |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)    | mg/L                         | 15                     | 15                     |       |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)        | mg/L                         | 40                     | 40                     |       |
| Detergentes (SAAM)                      | mg/L                         | 0,2                    | 0,5                    |       |
| Fenoles                                 | mg/L                         | 0,002                  | 0,01                   |       |
| Fluoruros                               | mg/L                         | 1                      | **                     |       |
| Nitratos (NO3--N) + Nitritos (NO2--N)   | mg/L                         | 100                    | 100                    |       |
| Nitritos (NO2--N)                       | mg/L                         | 10                     | 10                     |       |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)         | mg/L                         | $\geq 4$               | $\geq 5$               |       |
| Potencial de Hidrógeno (pH)             | Unidad de pH                 | 6,5 – 8,5              | 6,5 – 8,4              |       |
| Sulfatos                                | mg/L                         | 1 000                  | 1 000                  |       |
| Temperatura                             | $^{\circ}$ C                 | $\Delta 3$             | $\Delta 3$             |       |
| <b>INORGÁNICOS</b>                      |                              |                        |                        |       |
| Aluminio                                | mg/L                         | 5                      | 5                      |       |
| Arsénico                                | mg/L                         | 0,1                    | 0,2                    |       |
| Bario                                   | mg/L                         | 0,7                    | **                     |       |
| Berilio                                 | mg/L                         | 0,1                    | 0,1                    |       |
| Boro                                    | mg/L                         | 1                      | 5                      |       |
| Cadmio                                  | mg/L                         | 0,01                   | 0,05                   |       |
| Cobre                                   | mg/L                         | 0,2                    | 0,5                    |       |
| Cobalto                                 | mg/L                         | 0,05                   | 1                      |       |
| Cromo Total                             | mg/L                         | 0,1                    | 1                      |       |
| Hierro                                  | mg/L                         | 5                      | **                     |       |
| Litio                                   | mg/L                         | 2,5                    | 2,5                    |       |
| Magnesio                                | mg/L                         | **                     | 250                    |       |
| Manganeso                               | mg/L                         | 0,2                    | 0,2                    |       |
| Mercurio                                | mg/L                         | 0,001                  | 0,01                   |       |
| Níquel                                  | mg/L                         | 0,2                    | 1                      |       |
| Plomo                                   | mg/L                         | 0,05                   | 0,05                   |       |
| Selenio                                 | mg/L                         | 0,02                   | 0,05                   |       |
| Zinc                                    | mg/L                         | 2                      | 24                     |       |
| <b>ORGÁNICO</b>                         |                              |                        |                        |       |
| <b>Bifenilos Policlorados</b>           |                              |                        |                        |       |
| Bifenilos Policlorados (PCB)            | $\mu$ g/L                    | 0,04                   | 0,045                  |       |
| <b>PLAGUICIDAS</b>                      |                              |                        |                        |       |
| Paratión                                | $\mu$ g/L                    | 35                     | 35                     |       |
| <b>Organoclorados</b>                   |                              |                        |                        |       |
| Aldrin                                  | $\mu$ g/L                    | 0,004                  | 0,7                    |       |
| Clordano                                | $\mu$ g/L                    | 0,006                  | 7                      |       |
| Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)     | $\mu$ g/L                    | 0,001                  | 30                     |       |
| Dieldrín                                | $\mu$ g/L                    | 0,5                    | 0,5                    |       |
| Endosulfán                              | $\mu$ g/L                    | 0,01                   | 0,01                   |       |
| Endrin                                  | $\mu$ g/L                    | 0,004                  | 0,2                    |       |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido         | $\mu$ g/L                    | 0,01                   | 0,03                   |       |
| Lindano                                 | $\mu$ g/L                    | 4                      | 4                      |       |
| <b>Carbamato</b>                        |                              |                        |                        |       |
| Aldicarb                                | $\mu$ g/L                    | 1                      | 11                     |       |
| <b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b> |                              |                        |                        |       |
| Coliformes Termotolerantes              | NMP/100 ml                   | 1 000                  | 2 000                  | 1 000 |
| <i>Escherichia coli</i>                 | NMP/100 ml                   | 1 000                  | **                     | **    |
| Huevos de Helmintos                     | Huevo/L                      | 1                      | 1                      | **    |

## Galería fotográfica



Punto de monitoreo RTing1



Punto de Monitoreo RHual5



Punto de monitoreo RChin2



Confluencia del Rio Chinchán con el Rio Huallaga